

TEAM Terminal B.V.

Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA)

Omlegging TEAM Terminal Noordleiding rondom Rozenburg



LievenseCSO Infra B.V.

CORRESPONDENTIEADRES
Postbus 3199
4800 DD Breda

BEZOEKADRES
Tramsingel 2
4814 AB Breda

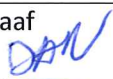
TELEFOON
+31 (0)88 91 020 00

E-MAIL
info@LievenseCSO.com

INTERNET
LievenseCSO.com

Docnr: 159129
Revisie: 0
Datum: 5 november 2015

Autorisatie

Docnr 159129 rev 0	Datum 05-11-2015
Opgesteld: ing. D.M. Schilt	Paraaf 
Geverifieerd: ir R.R. van der Meer	Paraaf 
Vrijgegeven: -	Paraaf 

Documenthistorie

Rev.	Datum	Opmerking/reden wijziging
0	05-11-2015	Eerste uitgave

Inhoudsopgave

1	Algemeen.....	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Aanleiding	2
1.3	Opdracht.....	2
2	KWANTITATIEVE RISICO ANALYSE	3
2.1	Algemeen.....	3
2.2	Externe veiligheid	3
2.3	Toegepaste software	3
3	RICHTLIJNEN EXTERNE VEILIGHEID	4
3.1	Begrippen	4
3.2	Grenswaarden aanvaardbare risico's	4
3.3	Veiligheidscontouren havengebied	5
4	PROJECTGEGEVENS	7
4.1	Algemeen.....	7
4.2	Leiding- en procesgegevens	7
4.3	Leidingsysteem	7
4.4	Maatgevende vergelijkbare stof.....	9
5	TOEGEPASTE FAALFREQUENTIE.....	11
5.1	Algemeen.....	11
5.2	Gebeurtenissenboom vrijkomend product	12
5.3	Faalfrequenties.....	14
5.3.1	Opbouw gehanteerde faalfrequenties.....	14
5.3.2	Basis faalfrequenties	14
5.3.3	Faalfrequenties “Stand der Techniek” voorwaarden.....	14
5.3.4	Overige getroffen Algemene risico mitigerende maatregelen	16
5.4	Correctiefactor diepteligging.....	17
5.5	Risico verhogende objecten	17
5.6	Gehanteerde faalfrequentie	17
6	MODELERING	18
6.1	Omgevingsomstandigheden	18
6.1.1	Gebiedsfuncties en populaties.....	18
6.1.2	Groepsrisico.....	19
6.1.3	Plaatsgebonden risico (PR).....	20
6.1.4	Ruwheidslengte.....	20
6.1.5	Weerstation.....	20
6.2	Stofeigenschappen	20
6.3	Faalfrequentie transportleiding	20

6.4	Bepaling afmetingen brandbare plas	21
6.4.1	Algemeen	21
6.4.2	Afmetingen plasgrootte	21
6.5	Kans op gebeurtenis	22
7	RESULTATEN	23
7.1	Algemeen.....	23
7.2	Plaatsgebonden risico (PR)	23
7.3	Groepsrisico (GR).....	24
8	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	25

Bijlagen

- Bijlage 1: Digitaal: TEAM Terminal MSDS – Crude Oil
 Bijlage 2: Digitaal: SAFETI NL project bestanden

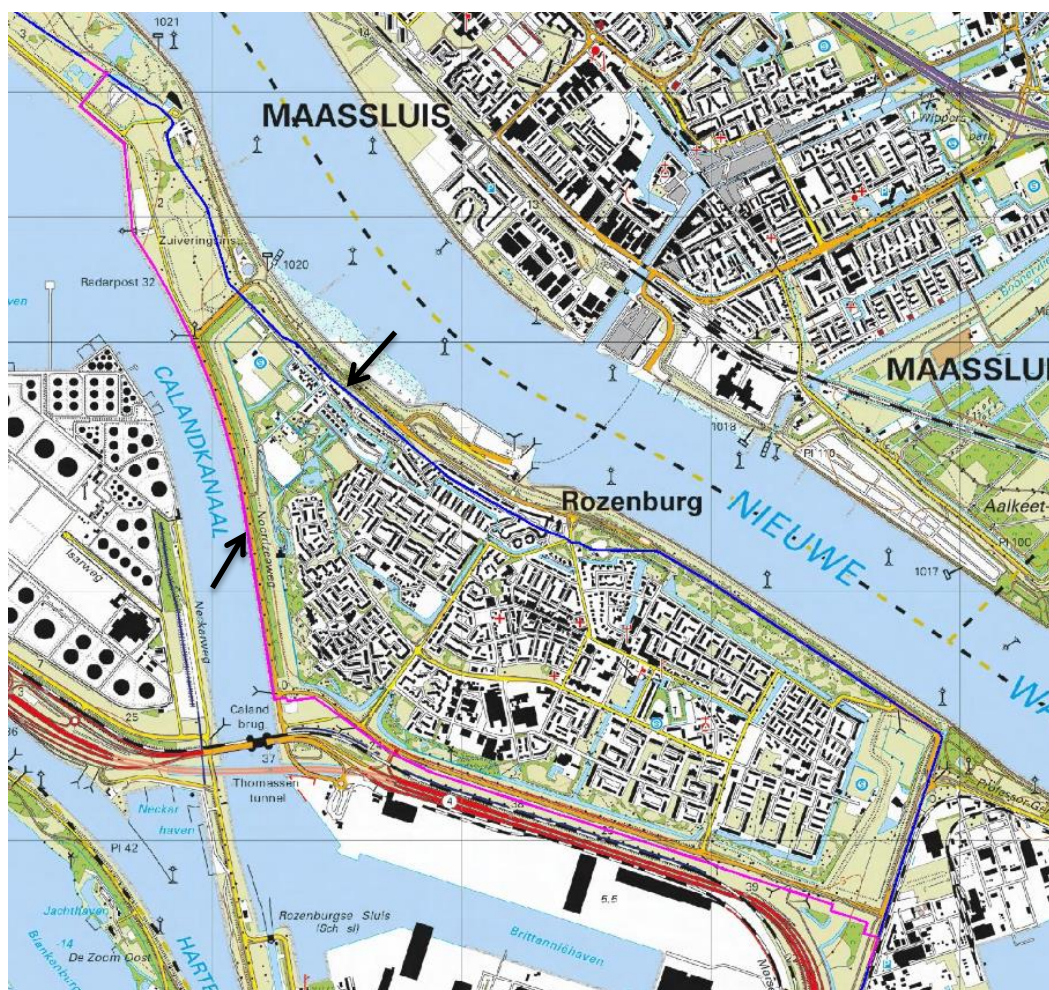
Referenties

- [Ref. 1] NEN 3650-serie:2012 “Eisen voor buisleidingsystemen”, juni 2012, Nederlands Normalisatie Instituut (NNI), Delft
- [Ref. 2] Handleiding risicoberekeningen BEVB, RIVM, Versie 2.0: Module C, Buisleidingen met aardolieproducten en brandbare vloeistoffen, 1 juli 2014
- [Ref. 3] Handleiding risicoberekeningen BEVI, RIVM, versie 3.2, 1 juli 2009
- [Ref. 4] Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb),
<http://wetten.overheid.nl> document met identificatienummer BWBR0028265
- [Ref. 5] Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi),
<http://wetten.overheid.nl> document met identificatienummer BWBR0016767
- [Ref. 6] 146594-1 – QRA 24inch Noord-leiding, Rozenburg, 1 december 2014
- [Ref. 7] SAFETI-NL, RIVM, versie 6.543, juni 2015
- [Ref. 8] Google Earth versie 7.1.5.1557~5-2015
- [Ref. 9] Bevolkingsdata van Populator, Relevant, ~07-09-2015
- [Ref. 10] Top25raster, Kadaster, 1 juni 2012
- [Ref. 11] Handboek Risicozonering Windturbines, Agentschap NL – Ministerie van Economische Zaken, 3e geactualiseerde versie, mei 2013
- [Ref. 12] Het besluit tot vaststelling van de veiligheidscontour rondom het industrieterrein Botlek-Vondelingenplaat, College van B&W van Rotterdam, 4 februari 2014
- [Ref. 13] Het besluit tot vaststelling van de veiligheidscontour Europoort en Landtong, College van B&W van Rotterdam, 4 februari 2014
- [Ref. 14] Handboek leidingen Rotterdam – 2010, Gemeentewerken Rotterdam, 1 juli 2010
- [Ref. 15] Risicoanalyse voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen, Rapport 620120001, RIVM, 2006

1 Algemeen

1.1 Inleiding

TEAM Terminal B.V. (TEAM) heeft LievensesCSO Infra B.V. (LievensesCSO) opdracht gegeven voor het uitvoeren van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) van een nieuw te leggen deel van de TEAM Terminal Noordleiding (TT-Noordleiding) transportleiding. Dit nieuw te leggen deel is ten behoeve van het omleiden van de huidige ligging van de TT-Noordleiding door een woonwijk in noord Rozenburg naar de leidingenstrook, gelegen ten zuiden van Rozenburg. De omlegging van deze 24inch transportleiding is vereist om ruimte te maken voor de aanleg en exploitatie van de toekomstige Blankenburgtunnel ten oosten van Rozenburg. Deze tunnel is onderdeel van de toekomstige verbinding tussen de A15 en de A20. Het voor ogen zijnde ontwerptraac in onderstaand figuur 1 weergegeven samen met het huidige tracé. TEAM is de eigenaar en exploitant van deze leiding.



Figuur 1: Huidige en nieuwe tracé TT-Noordleiding (blauw: huidig tracé, roze: nieuw trace)

Door de TT-Noordleiding wordt Crude oil (ruwe olie) getransporteerd. Het transporteren van brandbare producten brengt risico's met zich mee voor de omgeving. De leidingexploitanten zijn verplicht in het kader van externe veiligheid deze risico's te inventariseren en evalueren conform de "Handleiding risicoberekeningen Bevb" (Handleiding Bevb) [Ref. 2]. De leiding dient hierbij te voldoen aan de eisen van het "Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bebv)" [Ref. 4]. Indien een leiding niet aan het besluit voldoet is er sprake van een knelpunt ten aanzien van de vigerende wet- en regelgeving. Binnen het Rotterdamse havengebied gelden aangepaste eisen voor functioneel gebonden objecten [Ref. 12].

1.2 Aanleiding

TEAM heeft LieveenseCSO opdracht gegeven het ontwerptracté voor de verlegging te toetsen in verband met externe veiligheid. Hierbij moet aan de eisen van de Bevb voldaan worden. In het verleden is reeds een QRA voor deze leiding uitgevoerd waarvan de resultaten zijn gerapporteerd in het document met het kenmerk: 146594-1 – QRA 24inch Noord-leiding, Rozenburg [Ref. 6].

Niettemin dient conform het Bevb [Ref. 4] en ten behoeve van het bestemmingsplan, een nieuwe QRA uitgevoerd te worden van het te verleggen leidingdeel.

De QRA-berekeningen zullen worden uitgevoerd op basis de voorwaarden en uitgangspunten van de reeds eerder uitgevoerde QRA-rapportage [Ref. 6], tenzij in onderhavige rapportage specifiek hiervan afgeweken wordt.

1.3 Opdracht

In opdracht van TEAM voert LieveenseCSO een QRA uit voor het omgelegde deel van de Ø24" TT-Noordleiding inclusief 100m van de bestaande leiding (t.b.v. overlap). De QRA is uitgevoerd op basis van de "Handleiding risicoberekeningen Bevb" Versie 2.0 [Ref. 2].

De volgende contactgegevens zijn relevant:

Opdrachtgever:

TEAM Terminal B.V.
3198 LK Europoort-Rotterdam, Nederland
Havennummer 5719
Tel.: +31 (0)181 286600

Opdrachtnemer:

LieveenseCSO Infra B.V.
Postbus 3900
4800 DD Breda
Dhr. R.R. van der Meer
Tel.: +31 (0)88 9102000

2 KWANTITATIEVE RISICO ANALYSE

2.1 Algemeen

Teneinde te bepalen of leidingen voldoen aan de externe veiligheidseisen, vastgesteld in het BEVB, dient de leidingexploitant, een QRA uit te voeren. De QRA wordt gebruikt om beslissingen te nemen over de aanvaardbaarheid van risico's in relatie tot onder andere het leidingtracégebied van de transportleiding.

2.2 Externe veiligheid

Externe veiligheid beschrijft de grootte van het overlijdensrisico als gevolg van activiteiten met gevaarlijke stoffen. De mate van externe veiligheid wordt bepaald door de grootte van het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het plaatsgebonden risico en het groepsrisico worden als volgt omschreven:

Plaatsgebonden risico: *Risico op een plaats, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.*

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.*

De resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse zijn getoetst aan de vastgestelde grenswaarde voor het plaatsgebonden risico en een oriëntatiewaarde (ORW) voor het groepsrisico.

2.3 Toegepaste software

Gerekend wordt met het door de overheid voorgeschreven en ontwikkelde software pakket SAFETI-NL [Ref. 7], hetwelk is gebaseerd op het rekenpakket Phast van DNV in Londen. Beheerder van het programma SAFETI-NL is RIVM.

Programma versie: 6.543 (versie 2009 met patch 3, 2015)

3 RICHTLIJNEN EXTERNE VEILIGHEID

3.1 Begrippen

De externe veiligheid wordt gekarakteriseerd door twee begrippen, te weten (zie ook paragraaf 2.2):

- Plaatsgebonden Risico (PR);
- Groepsrisico (GR).

In deze paragraaf worden de grens- en richtwaarden waaraan de beschouwde leiding dient te voldoen van beide begrippen beschreven en toegelicht.

3.2 Grenswaarden aanvaardbare risico's

Het vaststellen van de aanvaardbaarheid van risico's is onderhevig aan het afwegen van verschillende belangen.

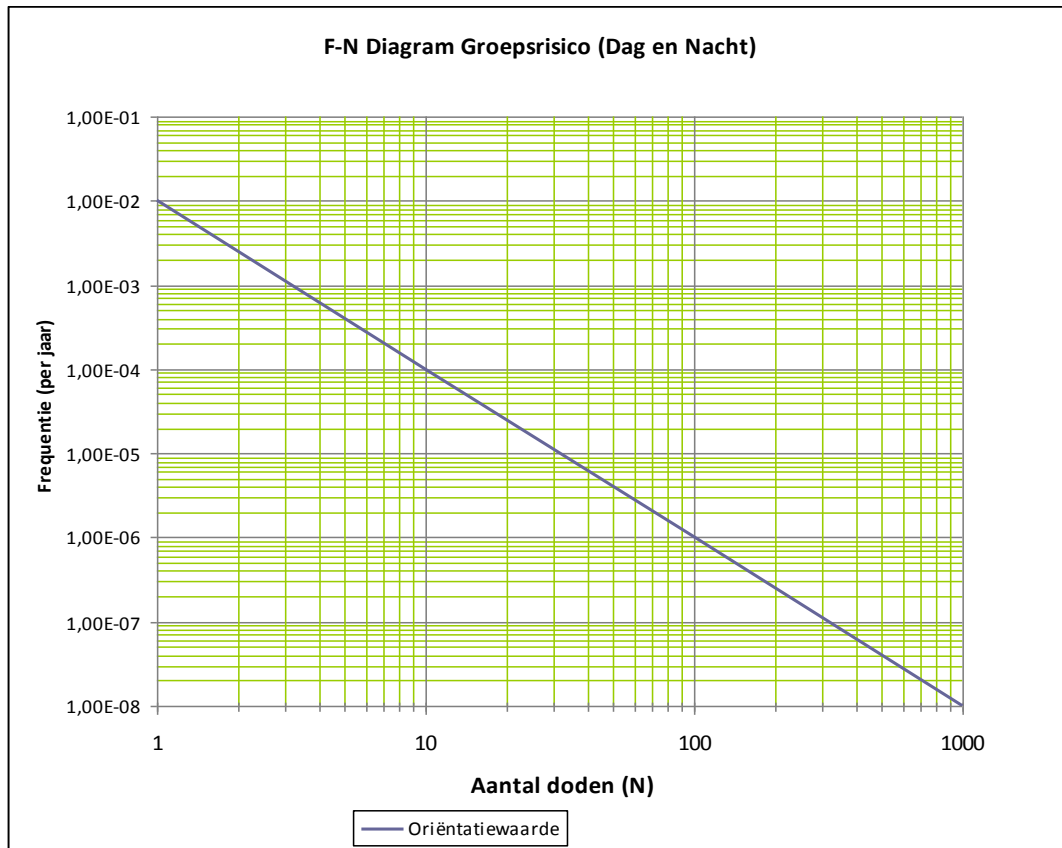
De grenswaarde voor het plaatsgebonden risico is door de overheid in het BEVB [Ref. 4] vastgesteld op 1×10^{-6} per jaar voor woningen en kwetsbare objecten. Dit houdt in dat binnen deze iso-risicocontour (PR 10^{-6}) geen woningen of kwetsbare objecten aanwezig mogen zijn. Kwetsbare objecten zijn objecten waar een grotere hoeveelheid mensen bijeen kunnen komen of zijn, bijvoorbeeld een recreatieterrein, zieken- of verzorgingshuizen, een groot kantoor, winkel of een school. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt deze waarde (PR 10^{-6}) als richtwaarde.

Tevens geldt voor nieuwe of te verleggen leidingen dat 5m vanaf het hart van de leiding gemeten, het plaatsgebonden risico niet hoger mag zijn dan 1×10^{-6} [Ref. 4]. Deze eis is stringenter dan voor bestaande leidingen waarvoor geen grenswaarde in de wet vermeld wordt [Ref. 4].

Voor het groepsrisico wordt uitgegaan van de door de overheid als richtlijn vastgestelde aanvaardbare waarden per kilometer leiding conform het BEVB [Ref. 4]:

- 10^{-4} per jaar voor 10 dodelijke slachtoffers
- 10^{-6} per jaar voor 100 dodelijke slachtoffers
- 10^{-8} per jaar voor 1000 dodelijke slachtoffers

In Figuur 2 zijn de hiervoor vermelde grenswaarden uitgezet in een grafiek (F-N curve). Op de horizontale as is het aantal slachtoffers weergegeven; op de verticale as de bijbehorende kans.



Figuur 2: F-N diagram (groepsrisico)

Wanneer het berekende groepsrisico de oriëntatiewaarde (ORW) niet overschrijdt, is het kleiner dan de door de overheid vastgestelde aanvaardbare waarde en wordt het dus acceptabel geacht. Als het GR wel wordt overschreden, blijkt een knelpunt aanwezig te zijn op basis van het wettelijk kader van het BEVB [Ref. 4]. In overleg met betrokken partijen, waaronder het bevoegd gezag, dienen deze knelpunten gesaneerd te worden.

3.3 Veiligheidscontouren havengebied

Het ontwerptraject van de TT-Noordleiding is met uitzondering van de oversteek aan de westzijde van Rozenburg, gelegen binnen de door de gemeente Rotterdam gestelde veiligheidscontouren van “Botlek en Vondelingenplaat” [Ref. 12] en “Europoort en Landtong” [Ref. 13]. Hierdoor hebben bovengenoemde plangebieden een specifieke industriële risico bestemming gekregen naast Bevi-inrichten en er uitsluitend (kwetsbare) objecten voorkomen die een functionele binding hebben met een risicovolle inrichting of met het betreffende gebied. Voor buisleidingen betekent dit dat, indien de leiding in het genoemde plangebied ligt, het plaatsgebonden risico getoetst dient te worden op basis van het dichtstbijzijnde kwetsbare object dat buiten de genoemde veiligheidscontouren ligt.

Het zij hierbij opgemerkt dat woonkernen in dit gebied buiten de veiligheidscontouren vallen.

In dit rapport zullen derhalve de functioneel gebonden (geprojecteerde) kwetsbare objecten, vallend binnen deze veiligheidscontouren, niet beschouwd en gedocumenteerd worden. In het besluit voor de veiligheidscontouren wordt geen uitspraak gedaan aangaande de wettelijke eis van de PR-contour voor nieuwe of te verleggen leidingen, welke op 5m vanaf het hart van de leiding maximaal 1×10^{-6} per jaar mag zijn. De wettelijke eis is derhalve in dit rapport aangehouden.

4 PROJECTGEGEVENS

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de aangeleverde leiding- en procesgegevens weergegeven die benodigd zijn voor het uitvoeren van een risicoberekening en bijbehorende analyse.

4.2 Leiding- en procesgegevens

De leiding- en procesgegevens zien er als volgt uit:

Leidinggegevens	Eenheid	TEAM Terminal Noordleiding Omlegging
Jaar van ingebruikname	[-]	Na 2015
Leidingmateriaal	[-]	Staal
Materiaalkwaliteit ¹	[mm]	API-5L-X46
Uitwendige diameter	[mm]	609,6
	[inch]	Ø24
Nominale wanddikte ¹	[mm]	7,9
Lengte	[km]	ca. 15,5
Procesgegevens		
CAS-nummer		8002-05-9
Medium	[-]	Crude Oil
Maximale debiet in de leiding	[m ³ /uur]	2400
Bedrijfsfrequentie	[%]	80
Sluittijd afsluiters ²	[sec]	120
Maximale ontwerpdruk ³	[bar]	30
Operationele werkdruk	[bar]	3-6
Drukbeveiliging pomp (Kooi 10, Welplaatweg)	[bar]	10
Bedrijfstemperatuur	[°C]	20
Fase medium	[-]	Vloeistof

Tabel 1: Overzicht leiding- en procesgegevens

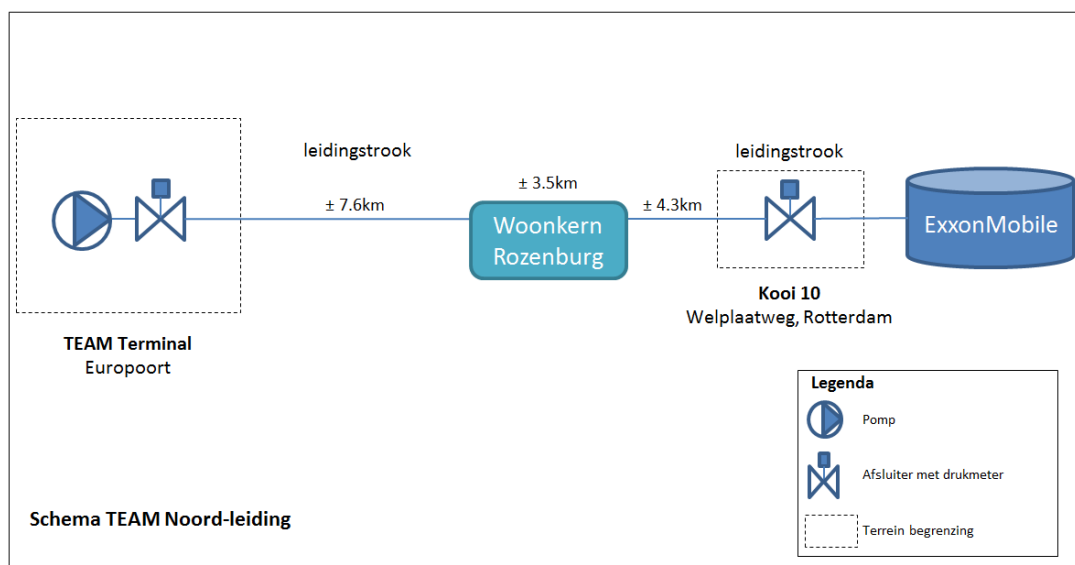
4.3 Leidingsysteem

Schematisch ziet de TEAM Noord-leiding er als volgt uit, zie Figuur 3.

¹ Materiaalkwaliteit en wanddikte kunnen afwijkend (dikker) zijn bij bochten en kruisingen.

² Conform opgave TEAM, bedraagt de sluittijd maximaal 2 minuten (120 sec).

³ Deze drukken zijn opgenomen in het RRGs databestand.



Figuur 3: Systeem TEAM Noord-leiding

Zowel bij de afsluiter (regelklep) direct na de pomp als bij de afsluiter in Kooi 10 aan de Welplaatweg te Rotterdam is een pressiemeter (drukmeter) aanwezig.

De drukmeter in Kooi 10 van de Welplaatweg heeft een signalerings- en besturingssysteem (druktransmitter). Indien de druk in de leiding boven de 8bar komt geeft de druktransmitter een vooralarm. Wanneer de druk boven de 10bar komt schakelt deze de pompen op de TEAM Terminal Europoort uit.

Daar de drukmeter op geringe afstand van de opvangtanks bij ExxonMobile is gepositioneerd zal een druk boven de 10bar duiden op een onvolkomenheid (bijv. een gesloten afsluiter). De drukmeter in Kooi 10 meet continu de druk boven de 10 bar en tevens onderdruk (vacuüm). Een automatische alarmering is aangebracht om onvolkomenheden te detecteren (breuk en/of lek) als de leiding buiten gebruik is.

Voor signalen afkomstig van de deltatransmitter op de drukmeter in Kooi 10, bedraagt volgens opgave van TEAM de reactietijd tussen een calamiteit en actie, maximaal 30 seconden. De maximale sluittijd van de afsluiter op de Welplaatweg is 1 minuut en 57sec. in de berekeningen voor de uitstroming is daar boven zelfs veiligheidshalve een extra 33 seconden meegenomen. Dit resulteert in een totale reactietijd van: $30 + 117 + 33 = 180$ sec.

Opstartprocedure

Bij het opstarten van het transport van Crude Oil wordt tegen de afsluiter op enkele meters na de pomp een druk opgebouwd van maximaal 30bar. Vervolgens wordt de afsluiter geleidelijk geopend. De opstartdruk welke over enkele meters (<10m) is opgebouwd zal geleidelijk wegvloeien in de achterliggende leiding van ca. 15,5km wanneer deze afsluiter wordt opengezet om te transporteren. De uiteindelijke operationele druk in de leiding is maximaal 6bar, zie [Ref. 6].

4.4 Maatgevende vergelijkbare stof

Crude Oil is een brandbare vloeistof en komt als zodanig niet voor in het stoffen database bestand van het voorgeschreven programma SAFETI-NL [Ref. 7]. In de Handleiding Bevb [Ref. 2] in paragraaf 2.3.4 is aangegeven hoe in dit geval dan omgegaan moet worden voor de desbetreffende stof. De te transporteren brandbare vloeistof Crude Oil is licht ontvlambaar en wordt geclassificeerd als een K1 product, zie het productblad in Bijlage [A]. Voor de berekening is conform de Handleiding Bevb [Ref. 2], gezien de brandbare mix van Crude Oil, n-octaan als een representatieve voorbeeldstof toegepast.

De voorbeeld stof N-Octaan is in de database van SAFETI NL [Ref. 7] aanwezig met alle, voor de QRA van belang zijnde, stoffeigenschappen. In Tabel 2 zijn de stoffeigenschappen N-octaan weergegeven.

Fysische en toxische gegevens voorbeeldstof		
CAS-nummer	[-]	111-65-9
Voorbeeldstof	[-]	N-Octaan: C_8H_{18}
Vlampunt voorbeeldstof	[°C]	12
Kookpunt/traject voorbeeldstof	[°C]	126
Classificatie aardolieproduct	[°C]	K1
Reactiviteit ontvlambaarheid	[-]	Licht ontvlambaar
LC ₅₀ -waarden (acute toxiciteit bij ademhaling) ⁴	[-]	Geen H330- of H331-zin

Tabel 2: Fysische, chemische en toxische eigenschappen N-Octaan

⁴ QRA selectiemethodiek “toxisch en/of ontvlambaar”.

Voor het uitvoeren van een QRA-berekening worden verschillende rekenmethodieken gehanteerd die afhankelijk zijn van de classificatie van de stoffen. In navolgend Tabel 3 zijn de Klassen weergegeven.

Classificatie	Reactiviteit	Definities conform [Ref. 2] en [Ref. 15]	Rekenmethodiek
Klasse 0 (Chemicaliënleidingen)	Zeer licht ontvlambaar	Buisleidingen met aardolieproducten met een kookpunt van ten hoogste 308 K (35 °C) en een vlampunt lager dan 273 K (0 °C)	Overige leidingen conform [Ref. 2]
Klasse 1 (K1)	Licht ontvlambaar	Buisleidingen met vloeibare aardolieproducten, waarbij de brandbare vloeistof (klasse 1) een vlampunt heeft tot 294 K (21 °C) en niet valt onder klasse 0	K1K2K3 aardolieproducten conform [Ref. 2]
Klasse 2 (K2)	Ontvlambaar	Buisleidingen met vloeibare aardolieproducten, waarbij de brandbare vloeistof (klasse 2) een vlampunt heeft gelijk aan of boven 294 K (21 °C) en ten hoogste 328 K (55 °C)	
Klasse 3 (K3)	Matig ontvlambaar	Buisleidingen met vloeibare aardolieproducten, waarbij de brandbare vloeistof (klasse 3) een vlampunt heeft boven 328 K (55 °C) en ten hoogste 373 K (100 °C)	
Klasse 4 (K4)	Moeilijk ontvlambaar	Buisleidingen met vloeibare aardolieproducten, waarbij de brandbare vloeistof (klasse 4) een vlampunt heeft boven 373 K (100 °C)	Geen QRA benodigd wanneer de procestemperatuur lager is dan de vlamtemperatuur conform [Ref. 3]

Tabel 3: Rekenmethodiek per classificatie

5 TOEGEPASTE FAALFREQUENTIE

5.1 Algemeen

In de Handleiding Bevb [Ref. 2] wordt er onderscheid gemaakt tussen “Algemene” leidingen en leidingen die voldoen aan de “Stand der Techniek” voorwaarden. Voor de leidingen die voldoen aan de “Stand der Techniek” voorwaarden mag een lagere faalfrequentie gehanteerd worden dan de “Algemene” leidingen.

In de Handleiding Bevb [Ref. 2] worden een zestal faaloorzaken vermeld. Voor elk van deze faaloorzaken is in de Handleiding Bevb [Ref. 2] een set risico mitigerende maatregelen gedefinieerd die door de wetgever als “Stand der Techniek” voorwaarden worden gezien. Als een leidingexploitant met betrekking tot een bepaalde faaloorzaak aan deze voorwaarden voldoet, mag een lagere faalfrequentie voor die betreffende faaloorzaak toegepast worden. Daar staat uiteraard een aantonningsplicht van de leidingexploitant tegenover.

Naast bovengenoemde “Stand der Techniek” voorwaarden kunnen er overige mitigerende maatregelen tijdens het ontwerp, aanleg, exploitatie of beheer van de leiding door de leidingexploitant genomen zijn, waardoor het risico verlaagd wordt. Deze extra inspanningen van de leidingexploitant, in de Handleiding aangeduid als “Maatregelen”, kunnen leiden tot een verlaging van de faalfrequentie behorende bij een faaloorzaak. Een “Maatregel” is alleen van toepassing op één faaloorzaak en indien meerdere “Maatregelen” bij één faaloorzaak getroffen zijn, mag slechts één “Maatregel” in rekening worden gebracht.

De verlaging van de faalfrequentie door het toepassen van een “Maatregel” wordt in het algemeen uitgedrukt in een zogenaamde “Clusterfactor”, bijvoorbeeld de waarde 2, 5 of 10. Met de reciproke waarde van deze “Clusterfactor”, mag de faalfrequentie van de desbetreffende faaloorzaak vermenigvuldigd worden; dit leidt tot een lagere faalfrequentie. Daarnaast zijn er ook mitigerende “Maatregelen” mogelijk die niet als vaste “Clusterfactor” in rekening worden gebracht, maar als een verlopende “Reductiefactor”. Voorbeeld van een dergelijke maatregel is de boven de leiding aangebrachte gronddekking. Hoe meer gronddekking (meer dan 84 [cm]), hoe groter de reductie. Deze reductie is in een dergelijk geval dus geen vaste factor, zoals bij de “Clusterfactoren” het geval is, maar is afhankelijk van de gronddekking. Indien deze gegevens niet voorhanden zijn wordt de minimale gegarandeerde dekking meegenomen in de berekening.

Tenslotte is er in bepaalde gevallen sprake van een additioneel risico als gevolg van de aanwezigheid van risicoverhogende objecten nabij de leiding, zoals windturbines. In dergelijke gevallen dient de faalfrequentie van het leidingsegment binnen het invloedsgebied verhoogd te worden.

5.2 Gebeurtenissenboom vrijkomend product

Bij het onverhoopt vrijkomen van product uit een leiding kunnen afhankelijk van de stof verschillende gebeurtenissen optreden, zoals directe ontsteking, vertraagde ontsteking, et cetera.

De waarschijnlijkheid waarmee een dergelijke gebeurtenis optreedt is per stofcategorie gestandaardiseerd in de Handleiding Bevb [Ref. 2] en de Handleiding Bevi [Ref. 3]. In tabel 4 zijn de daaruit volgende kansen op gebeurtenissen weergegeven conform deze referenties, met de daarbij behorende gestandaardiseerde ontstekingskansen.

Stof naam	Classificatie stof [Ref. 2]	Waarschijnlijkheid gebeurtenis			
		Loss Of Containment (LOC)		Ontstekingskans $P_{\text{direct}} / P_{\text{vertraagd}}$	
		Breuk	Lekkage ⁵	Breuk	Lekkage
		[-]	[-]	[-]	[-]
Crude Oil	K1	0,25	0,75	0,065 / 0,935	0,065 / 0,935
N-Octaan	K1				

Tabel 4: Waarschijnlijkheid gebeurtenissen bij falen van een leiding met aardolieproducten K1K2K3

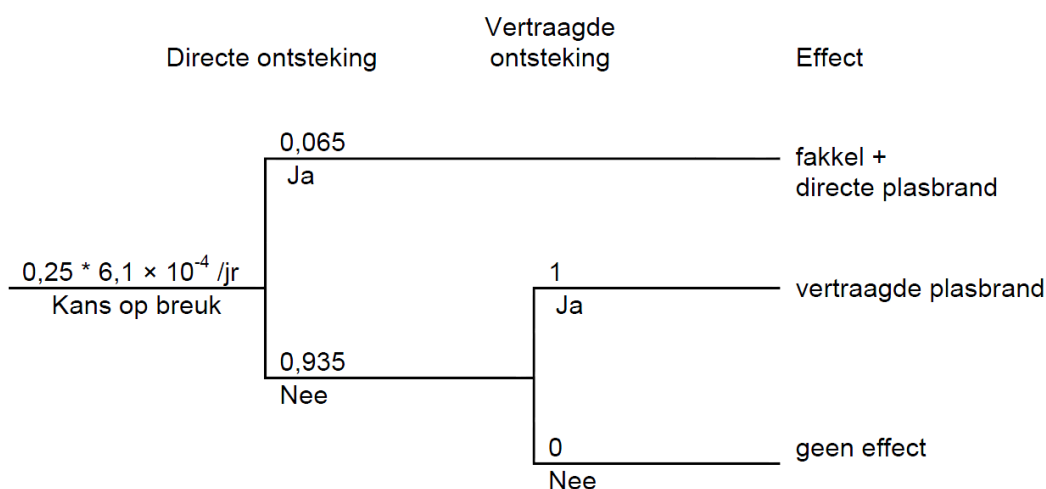
De waarschijnlijkheid op een gebeurtenis wordt, zoals uit bovenstaande tabel blijkt, gekarakteriseerd door twee gebeurtenissen, te weten:

- kans op een breuk (25%) of kans op lekkage (75%)
- kans op directe ontsteking (6,5%) danwel vertraagde ontsteking (93,5%).

Conform de Handleiding Bevb [Ref. 2] dient er dus voor K1 leidingen altijd van uitgegaan te worden dat in geval van een calamiteit een ontsteking van de uitgestroomde vloeistof optreedt. De aan te houden kans op ontsteken van een dergelijke vloeistof in de risicoberekeningen is dus 100%, waarvan 6,5% direct en 93,5% vertraagd.

Na het ontsteken van de uitgestroomde vloeistof kunnen er verschillende soorten schadebeelden ontstaan (effect). Elk effect heeft een eigen schadebeeld. Conform [Ref. 2] is de gebeurtenissenboom, zoals in figuur 4 weergegeven, verder uitgewerkt.

⁵ Conform Handleiding [Ref. 2], module C, paragraaf 2.2.2.2 levert lekkage geen substantiële risicobijdrage.



Figuur 4: Gebeurtenissenboom voor een breuk van een pijpleiding met verticale uitstroming van een klasse 1 (K1) vloeistof (bron figuur: [Ref. 15])

Als schadelijk effect wordt door het programma SAFETI-NL [Ref. 7] de warmtestralingsdosis op een hoogte van 1 meter berekend. Hierbij dient voor de bepaling van de plasgrootte bij een directe ofwel een vertraagde ontsteking aangehouden te worden.

Volgens de Handleiding Bevb [Ref. 2] is het effect van lekkage van een buisleiding verwaarloosbaar indien het scenario “Breuk van de leiding” wordt beschouwd, omdat een uitstroomvolume bij lekkage vele malen kleiner is dan bij volledige breuk van een buisleiding. Over het faalscenario “Lek” van brandbare vloeistofleidingen (niet toxisch), zegt de Handleiding dan ook het volgende: “Een lekkage resulteert in een veel kleiner uitstroomdebiet dan een breuk. Het scenario ‘lek’ heeft hierdoor geen significante invloed op de ligging van de contouren van het plaatsgebonden risico.”.

Voor de externe veiligheidsberekeningen van leidingen met brandbare, niet toxische producten, wordt derhalve falen door breuk als maatgevend geacht.

5.3 Faalfrequenties

5.3.1 Opbouw gehanteerde faalfrequenties

De voor de leiding gehanteerde faalfrequenties zijn als volgt opgebouwd:

- De basis faalfrequenties, zie paragraaf 5.3.2;
- Eventuele gereduceerde faalfrequentie op basis van “Stand der Techniek” voorwaarden, zie paragraaf 5.3.3;
- Eventuele reductie van de faalfrequentie op basis van getroffen “mitigerende maatregelen”, zie paragraaf 5.3.4;
- Eventuele reductie van de faalfrequentie op basis van een correctie voor een diepere ligging van de leiding, zie 5.4;
- De uiteindelijk gehanteerde faalfrequentie is in paragraaf 5.6.

5.3.2 Basis faalfrequenties

In de Handleiding Bevb [Ref. 2] wordt per faaloorzaak een basis faalfrequentie weergegeven.

De basis faalfrequenties zien er als volgt uit:

ALGEMENE BASIS FAALFREQUENTIE Voor niet nader onderzochte buisleidingen (Bebv / Revb)						
Faaloorzaak	Faaloorzaak	Faalfrequentie [$\text{km}^{-1}\text{j}^{-1}$]				
		Lek	%	Breuk	%	Lek+breuk
Beschadiging door derden	Beschadiging door Derden	9,86E-05	22	7,19E-05	48	1,71E-04
Mechanisch	Andere Factoren	1,45E-04	32	3,23E-05	22	1,77E-04
Inwendige corrosie		4,40E-05	10	5,71E-06	4	4,97E-05
Uitwendige corrosie		1,32E-04	29	1,72E-05	11	1,49E-04
Natuurlijke oorzaken		1,35E-05	3	9,15E-06	6	2,27E-05
Operationeel en overige oorzaken		1,71E-05	4	1,38E-05	9	3,09E-05
Totaal		4,50E-04	100	1,50E-04	100	6,00E-04

Tabel 5: Basis faalfrequenties.

5.3.3 Faalfrequenties “Stand der Techniek” voorwaarden

Bij toepassing van de “Stand der Techniek” voorwaarden, biedt de Handleiding Bevb [Ref. 2] de mogelijkheid om een gereduceerde faalfrequentie voor de desbetreffend faaloorzaak toe te passen. Indien de leiding voldoet aan deze “Stand der Techniek” voorwaarden mogen de volgende faalfrequenties toegepast worden.

STAND DER TECHNIEK' FAALFREQUENTIE Voor buisleidingen die voldoen aan 'stand der techniek'-voorwaarden (Bebv / Revb)						
Faaloorzaak	Faaloorzaak	Faalfrequentie [$\text{km}^{-1}\text{j}^{-1}$]				
		Lek	%	Breuk	%	Lek+breuk
Beschadiging door derden	Beschadiging door Derden	2,63E-05	22	1,77E-05	48	4,40E-05
Mechanisch	Ander faaloorzaken	3,86E-05	32	7,96E-06	22	4,66E-05
Inwendige corrosie		1,17E-05	10	1,41E-06	4	1,31E-05
Uitwendige corrosie		3,52E-05	29	4,25E-06	11	3,95E-05
Natuurlijke oorzaken		3,60E-06	3	2,26E-06	6	5,86E-06
Operationeel en overige oorzaken		4,56E-06	4	3,40E-06	9	7,96E-06
Totaal		1,20E-04	100	3,70E-05	100	1,57E-04

Tabel 6: 'Stand der techniek' faalfrequenties

De totale faalfrequentie van “Breuk van de leiding” is, in het geval bij elke faaloorzaak aan de “Stand der Techniek” voorwaarden wordt voldaan gereduceerd tot 24,7% van de oorspronkelijke faalfrequentie (de basis faalfrequentie). Per faalkansoorzaak is door de leidingexploitant TEAM beschouwd of deze leiding aan de “Stand der Techniek” voorwaarden voldoet. In tabel 7 staan de samenvatting hiervan weergegeven.

Faaloorzaak	Stand der Techniek voorwaarde, conform Handleiding Bevb [Ref. 2]	Van toepassing?
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bossages en obstakels	Ja
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en te houden van de aanwezigheid van de buisleiding	Ja
	Geïmplementeerd KLIC/WION systeem met actief rappel	Ja
Mechanisch	Leiding voor 1980 aangelegd: Mechanical Assessment van de leiding beschikbaar.	N.v.t
	Leiding na 1980 aangelegd: geen, is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding	Ja (uitsluitend de omlegging)
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	
	Bepaling van product corrosiviteit	Ja
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (bijvoorbeeld corrosietoeslag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating / “liner”)	Ja
	Effectief monitoring programma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit middels sampling, chemicaliën injectie, sampling op metaalafgifte)	Ja
Uitwendige corrosie	Toepassing van passende coating en kathodische bescherming conform NEN 3654. Effectief monitoring programma van kathodische bescherming en van coating.	Ja
Natuurlijke oorzaken*	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	Ja
Operationeel en Overige	Gespecificeerd werkgebied m.b.t. debiet, druk, temperatuur, trip settings	Ja
	Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiliging	Ja
	Monitoring van relevante DCS of Scada-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	Ja
	Verandering van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC)	Ja

Tabel 7: Van toepassing zijnde “Stand der Techniek” voorwaarden.

N.B.: * Gedurende de engineering van de omlegging dient wel de faaloorzaak “Natuurlijke oorzaken” apart beschouwd te worden om de “Stand der Techniek” faalfrequentie te mogen toepassen. Zie voor de voorwaarden omtrent het toepassen [Ref. 2].

GEHANTEERDE FAALFREQUENTIE						
Berekening faalkans aspecten Basis-/stand der techniek'- faalfrequentie						
Faaloorzaak	Voorwaarden	Faalfrequentie [$\text{km}^{-1}\text{j}^{-1}$]				
		Lek	%	Breuk	%	Lek+breuk
Beschadiging door derden	stand der techniek	2.63E-05	22	1.77E-05	48	4.40E-05
Mechanisch	stand der techniek	3.86E-05	32	7.96E-06	22	4.66E-05
Inwendige corrosie	stand der techniek	1.17E-05	10	1.41E-06	4	1.31E-05
Uitwendige corrosie	stand der techniek	3.52E-05	29	4.25E-06	11	3.95E-05
Natuurlijke oorzaken	stand der techniek	3.60E-06	3	2.26E-06	6	5.86E-06
Operationeel en overige oorzaken	stand der techniek	4.56E-06	4	3.40E-06	9	7.96E-06
Totaal		1.20E-04	100	3.70E-05	100	1.57E-04

Tabel 8: Faalfrequenties op basis van de getroffen "Stand der Techniek" maatregelen

5.3.4 Overige getroffen Algemene risico mitigerende maatregelen

Naast de in de voorgaande paragrafen vermelde "Stand der Techniek" maatregelen kunnen ook overige maatregelen getroffen zijn die risico reducerend zijn en als reducerende factor op de betreffende faalfrequentie in rekening mogen worden gebracht.

Een eis hierin is wel dat de mitigerende maatregelen op in de de Handleiding Bevb [Ref. 2] en besluit [Ref. 4] voorgeschreven wijze zijn aangebracht en van kracht zijn.

Voor de beschouwde transportleiding zijn de volgende overige risico mitigerende maatregelen meegenomen in de QRA, zie Tabel 9.

Faaloorzaak	Toegepaste overige mitigerende maatregelen	Factor
Beschadiging door derden*	- Aanbrengen waarschuwingslint boven de leiding	1,67
Mechanisch	- Uitvoeren van een passende high-resolution metal loss In-Line Inspectie (ILI) gecombineerd met gedegen defectanalyse en indien benodigd reparatie.	10
Inwendige corrosie	- Uitvoeren van een passende high-resolution metal loss In-Line Inspectie (ILI) gecombineerd met gedegen defectanalyse en indien benodigd reparatie.	10
Uitwendige corrosie	- Uitvoeren van een passende high-resolution metal loss In-Line Inspectie (ILI) gecombineerd met gedegen defectanalyse en indien benodigd reparatie.	10
Natuurlijke oorzaken**	Ontoelaatbare zettingen c.q. spanningen kunnen door middel van een evaluatie redelijkerwijs vergaand worden uitgesloten.	10
Operationeel en Overige	geen	-

Tabel 9: Toegepaste overige mitigerende maatregelen met bijbehorende (cluster) factoren

N.B.: * Tijdens de aanleg van de leiding dient een waarschuwingslint boven de leiding te worden aangebracht conform de voorschriften van de Handleiding Bevb [Ref. 2] om de aangegeven factor toe te mogen passen.

** Gedurende de engineering van de omlegging dient de faaloorzaak "Natuurlijke oorzaken" apart beschouwd te worden conform de voorschriften van de Handleiding Bevb [Ref. 2] om de aangegeven factor toe te mogen passen.

5.4 Correctiefactor diepteligging

In de Handleiding Bevb [Ref. 2] wordt aangegeven dat op de faalfrequentie Beschadiging door derden een correctiefactor voor de diepteligging mag worden toegepast. Deze correctiefactor wordt middels onderstaande Vergelijking in rekening gebracht:

$$\text{Correctie Factor} = e^{-2,4(Z1-Z0)} \quad \text{Vergelijking 1}$$

Waarbij:

- Z0 = werkelijke diepteligging van de leiding (bovenkant buis)
- Z1 = referentiediepte van 0,84m

De omlegging zal met een minimale diepte van 1m meter worden ontworpen en worden aangelegd. Deze minimale diepteligging leidt tot een gelijke dekking van 1m, welke groter is dan de referentiediepte van 0,84m.

Bovendien is de leiding enkele km in de leidingstroken van het Rotterdamse havengebied gelegen, waarbij de leiding dient te voldoen aan de voorschriften uit "Handboek leidingen Rotterdam 2010". Conform de voorschriften uit het "Handboek leidingen Rotterdam 2010" [Ref. 14] is een minimale gronddekking van 1m vereist.

Op basis van de door de leidingeigenaar verstrekte gegevens met betrekking tot de ligging van de leiding in relatie tot het maaiveld is voor de faaloorzaak Beschadiging door derden de faalfrequentie gecorrigeerd.

5.5 Risico verhogende objecten

De faalfrequentie van de leiding kan nog lokaal beïnvloed worden door de aanwezigheid van nabij gelegen risico verhogende objecten. De omlegging is buiten het invloedsgebied van de dichtstbijzijnde windturbines gelegen. Voor het gehele tracé is er dus geen sprake van een additionele faalfrequentie door risico verhogende objecten.

5.6 Gehanteerde faalfrequentie

Met alle door de leidingexploitant getroffen risico mitigerende maatregelen wordt de volgende faalfrequentie gehanteerd, zie Tabel 10.

GEHANTEERDE FAALFREQUENTIE						
Berekening faalkans aspecten Basis-/stand der techniek'- faalfrequentie						
Faaloorzaak	Voorwaarden	Faalfrequentie [km ⁻¹ .j ⁻¹]				
		Lek	%	Breuk	%	Lek+breuk
Beschadiging door derden	stand der techniek x RF	1.07E-05	44	7.22E-06	59	1.79E-05
Mechanisch	stand der techniek x RF	3.86E-06	16	7.96E-07	7	4.66E-06
Inwendige corrosie	stand der techniek x RF	1.17E-06	5	1.41E-07	1	1.31E-06
Uitwendige corrosie	stand der techniek x RF	3.52E-06	15	4.25E-07	3	3.95E-06
Natuurlijke oorzaken	stand der techniek x RF	3.60E-07	1	2.26E-07	2	5.86E-07
Operationeel en overige oorzaken	stand der techniek	4.56E-06	19	3.40E-06	28	7.96E-06
Totaal		2.42E-05	100	1.22E-05	100	3.64E-05

Tabel 10: Gehanteerde faalfrequentie inclusief correctiefactor voor de diepteligging.

6 MODELERING

6.1 Omgevingsomstandigheden

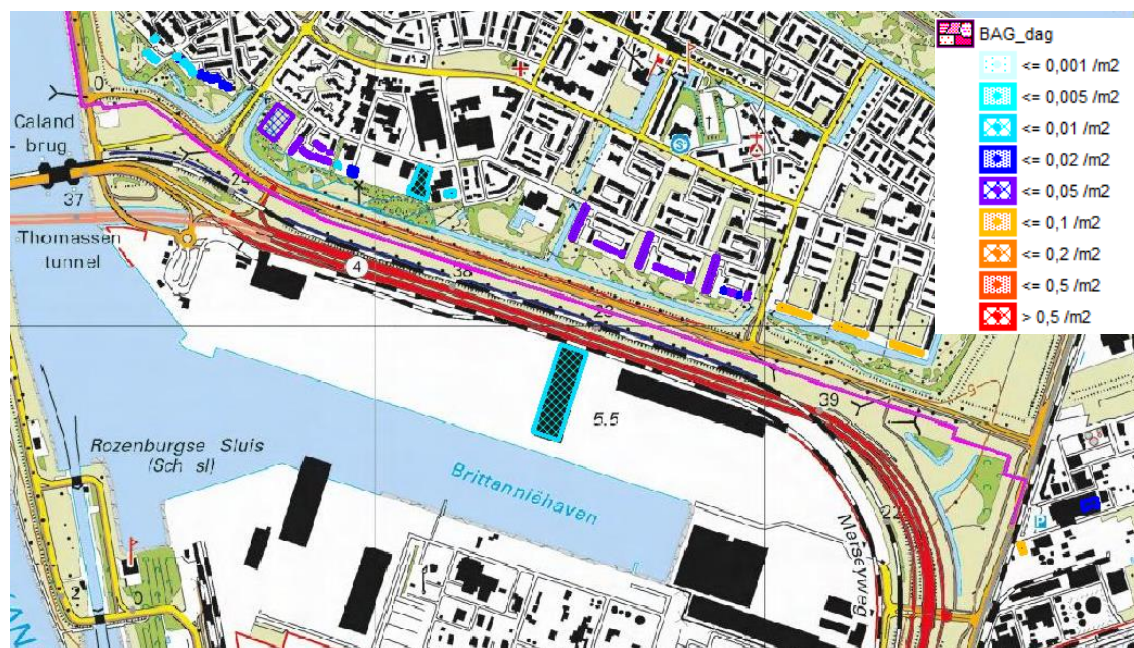
6.1.1 Gebiedsfuncties en populaties

Het toepassingsgebied van het Bevb [Ref. 4] is de openbare ruimte. De aanwezige populaties rondom het leidingtracé zullen zich voornamelijk concentreren in en rondom gebouwen en objecten die langs het tracé aanwezig zijn.

De topografie vanuit het Kadaster [Ref. 10] is als ondergrond in het rekenmodel gebruikt.

Hierbij zijn enkel de relevante delen van deze kaart gebruikt. Voor de populatiegegevens is gebruik gemaakt van de Populatie data in beheer van Relevant [Ref. 9].

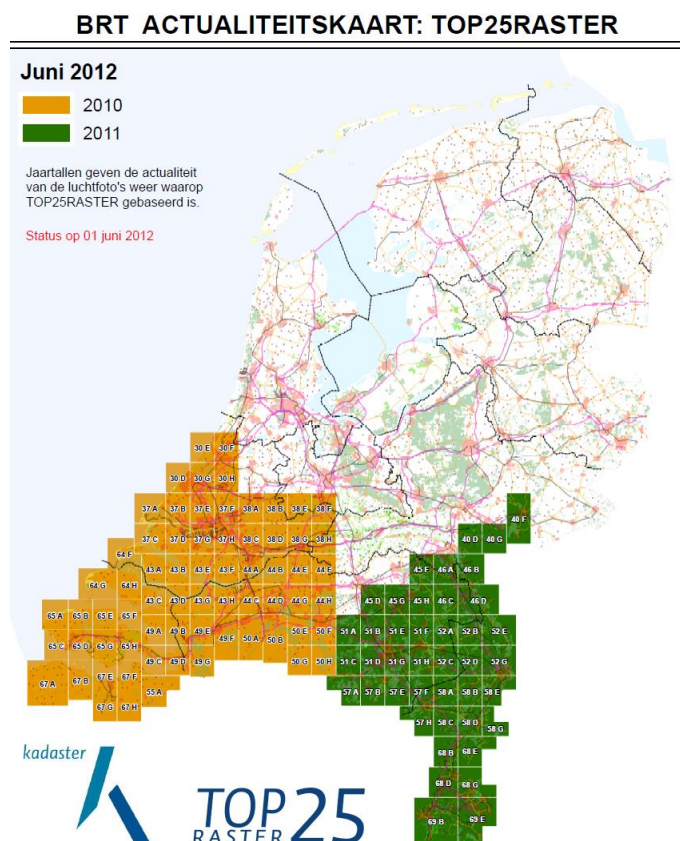
In onderstaand Figuur 5 is de dagpopulatie weergegeven in de nabijheid van de transportleiding inclusief de populatiedichtheid.



Figuur 5: Dag Populatie nabij de TT-Noordleiding vanuit de Populator [Ref. 9] (bron kaart: Kadaster, [Ref. 10])

Topografie

De actuele topografie (zie figuur 6) is als ondergrond in het rekenmodel gebruikt. Hierbij zijn de ondergronden 37A-H gebruikt.



Figuur 6: Actuele topografie (bron: Kadaster [Ref. 10])

6.1.2 Groepsrisico

De bepaling van het groepsrisico (GR) en het plaatsgebonden risico (PR) gebeurt aan de hand van het type populatie en de aantallen binnen het invloedgebied van de transportleiding. Een belangrijk onderdeel hierin zijn de aanwezigheidspercentages en of de personen zich binnen of buiten een gebouw bevinden.

In het populatiebestand is een onderverdeling in de dag- en nacht-populatie gemaakt. Ook voor de aanwezigheidspercentages zijn de standaardwaarden voor de dag (44%) en nacht (56%) van het gehanteerde rekenprogramma SAFETI-NL [Ref. 7] aangehouden. De kansverdeling van de bevolking voor binnen of buiten een gebouw is conform [Ref. 2]:

- gedurende de dag binnen (93%) en buiten (7%) én;
- gedurende de nacht binnen (99%) en buiten (1%).

De kansverdeling binnen en buiten uit het populatiebestand is echter ongewijzigd gelaten.

6.1.3 Plaatsgebonden risico (PR)

Voor het bepalen van de plaatsgebonden risico's is de actuele topografische kaarten gekalibreerd aan het RD-stelsel in SAFETI-NL. Hierbij is eerst kwantitatief bepaald welke objecten binnen de 10^{-6} PR risicocontouren vallen, waarna kwalitatief beoordeeld is of de objecten mogelijk knelpunten vormen.

De (beperkt) kwetsbare objecten die gelegen zijn binnen de veiligheidscontouren van het Rotterdamse havengebied en functioneel gebonden zijn zullen niet geïnventariseerd en gedocumenteerd worden.

6.1.4 Ruwheidslengte

Bij het onverhoopt vrijkomen van product is de mate van verspreiding onder andere afhankelijk van de ruwheidslengte, waarin de oneffenheden in het gebied zijn verdisconteerd. In de risicoberekeningen mag conform [Ref. 2] worden uitgegaan van 100mm als ruwheidslengte, behorende bij lage gewassen; hier en daar obstakels, $x/h > 20$. Hiervan mag worden afgeweken en gebruik worden gemaakt van de ruwheidskaart van IenM. Hiervan is in de voorliggende rapportage geen gebruik van gemaakt.

6.1.5 Weerstation

De weerroos behorende bij het weerstation Rotterdam is als input voor de berekeningen ingevoerd, omdat de tracés van de transportleidingen zich in het havengebied van Rotterdam bevinden. De parameters behorende bij deze weerroos kunnen niet worden gewijzigd in het gehanteerde rekenprogramma SAFETI-NL [Ref. 7].

6.2 Stofeigenschappen

In paragraaf 4.3 is afgeleid dat voor de QRA berekeningen N-Octaan kan worden aangehouden als vergelijkbare maatgevende stof van Crude Oil.

De programmatuur SAFETI-NL [Ref. 7] beschikt in haar stoffendatabase over de stof N-Octaan met daarbij alle, voor de berekening van belang zijnde fysische eigenschappen. De gebruiker kan hierin geen veranderingen aanbrengen.

6.3 Faalfrequentie transportleiding

Voor de gehanteerde faalfrequentie van deze leiding wordt verwezen naar paragraaf 5.6. Eventuele additionele risico's als gevolg van aanwezige objecten rondom de leiding zijn conform in paragraaf 5.5 beschreven wijze in de berekening verwerkt.

6.4 Bepaling afmetingen brandbare plas

6.4.1 Algemeen

Voor het berekenen van de risico's en effecten met betrekking tot de transportleiding van brandbare vloeistoffen dient een *Poolfire* (plasbrand) model te worden toegepast, zie de Handleiding Bevb [Ref. 2]. De grootte van de plasdiameter wordt bepaald door twee factoren, namelijk de grootte van het uitgestroomde debiet en de plashoogte.

6.4.2 Afmetingen plasgrootte

Indien de detectietijd en reactietijd bij een calamiteit niet bekend is, geeft de Handleiding Bevb [Ref. 2] aan dat ingrijpen na 30min (1800s) succesvol zal zijn. Niettemin kan bij de TT-Noordleiding uitgaan dat na 3min (180s) ingrijpen succesvol is, zie paragraaf 4.3. De standaardwaarde voor de hoogte van de plas die ontstaat bij een calamiteit, is 0,05m [Ref. 2].

Conform de Handleiding Bevb [Ref. 2] en "Risicoanalyse voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen" [Ref. 2] en de leiding- en procesgegevens uit paragrafen 4.2 en 4.3, wordt de plasdiameter bij volledige breuk van een buisleiding als volgt uitgerekend voor een vloeibare aardolieproduct:

$$V_{\text{pomp}} = Q \cdot t$$

Vergelijking 2

$$V_e = \pi/4 \cdot D_i^2 \cdot L_1 \cdot P_d \cdot C_e$$

Vergelijking 3, bron: [Ref. 2]

$$V_{\text{leeg}} = \pi \cdot R_i^2 \cdot L_2$$

Vergelijking 4, bron: [Ref. 2]

$$V = V_{\text{pomp}} + V_e + V_{\text{leeg}}$$

Vergelijking 5, bron: [Ref. 2]

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}}$$

Vergelijking 6, bron: [Ref. 2]

waarin:

Q	: maximale debiet van de pomp, in [m ³ /uur];
t	: sluittijd, in [sec];
D _i	: inwendige diameter van de buisleiding, in [mm];
L ₁	: leidinglengte tussen pompen of pomp en einde van de leiding, in [m];
L ₂	: leidinglengte hellende leiding, in [m];
P _d	: maximale bedrijfsdruk (ontwerpdruk) ter plaatse van de lek, in [bar];
C _e	: compressibiliteit van het aardolieproduct, in [Pa ⁻¹];
R _i	: inwendige straal van de buisleiding, in [mm];
V	: uitstroomvolume van het aardolieproduct, in [m ³];
d	: diameter van het plas, in [m];
h	: plashoogte, in [cm].

Voor het berekenen van de plasdiameter ten tijde dat de leiding buiten bedrijf is, wordt uitsluitend uitgegaan van vloeistofexpansie daar geen debiet van de pompen komt. In deze situatie is de daadwerkelijke inwendige druk altijd lager is dan de bedrijfsdruk. Als uitgangspunt is een hydrostatische druk aangehouden van 1,0 bar (=10mww) als zijnde maximale hoogte verschil tussen het leidingtracé en ontvangsttank.

In Tabel 11 is op basis van voorgenoemde formules de plasdiameter van de vloeibare aardolie product van de TT-Noordleiding berekend bij uittrede op maaiveldniveau conform [Ref. 2].

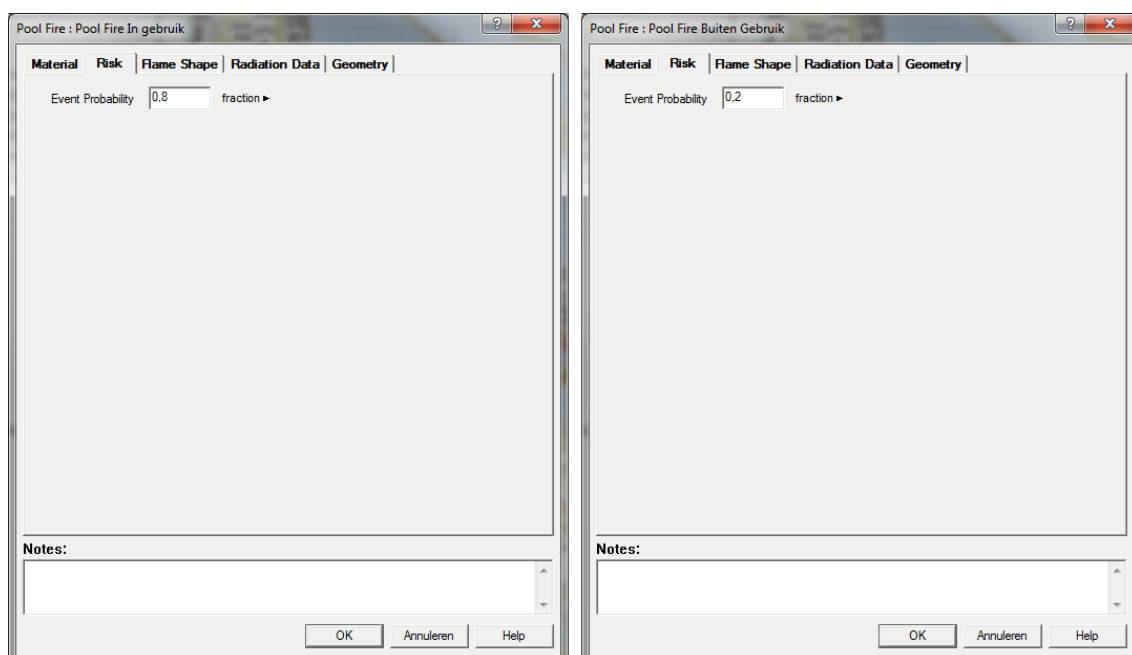
Omschrijving	Symbol	Eenheid	TT-Noordleiding "in bedrijf"	TT-Noordleiding "buiten bedrijf"
Uitwendige diameter leiding	D_e	mm	609.6	609.6
Nominale wanddikte leiding	t_n	mm	7.14	7.14
Maximale debiet van de pomp	Q	m ³ /uur	2400	0
Sluittijd	t	sec	180	1800
Uitstroomvolume bij de pomp	V_{pomp}	m ³	120.0	0.0
Leidinglengte tussen pompen	L_1	m	15500	15500
Maximale bedrijfsdruk	P_d	bar	30.0	1.0
Inwendige diameter van de buisleiding	D_i	mm	595.32	595.32
Compressibiliteit van het aardolieproduct	C_e	Pa ⁻¹	8.80E-10	8.80E-10
Uitstroomvolume compressie vloeistof	V_e	m ³	11.4	0.4
Leidinglengte hellende leiding	L_2	m	0	0
Inwendige straal van de buisleiding	R_i	mm	297.7	297.7
Uitstroomvolume leegloop	V_{leeg}	m ³	0.0	0.0
Plashoogte (standaard)	h	cm	5	5
Totale uitstroomvolume	V_{tot}	m ³	131.4	0.4
Plasdiameter vloeibare aardolieproduct	d	m	57.8	3.1

Tabel 11: Berekende plasdiameter.

6.5 Kans op gebeurtenis

De bedrijfsfrequentie van de TT-Noordleiding is vooralsnog bepaald op 80% in bedrijf en 20% buiten bedrijf. De kans dat zich een calamiteit voordoet en de leiding in bedrijf is, is dan ook 0,8.

Deze verhouding tussen het *in bedrijf zijn* en *buiten bedrijf zijn* van de leiding, is verdisconteerd in de QRA-berekening middels het invoeren van de respectievelijke factoren 0,8 en 0,2 voor de "Event probability" (gebeurtenis kans).



Figuur 7:: "Event probability" leiding in bedrijf (l) en leiding buiten bedrijf

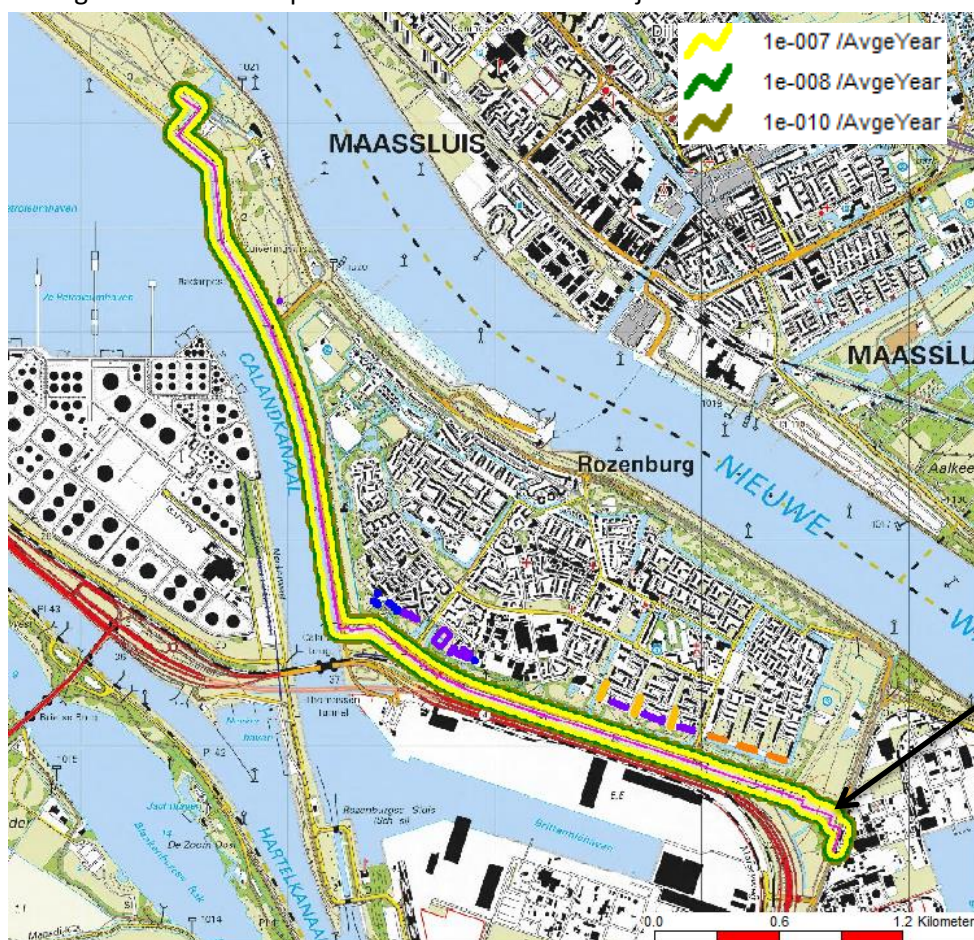
7 RESULTATEN

7.1 Algemeen

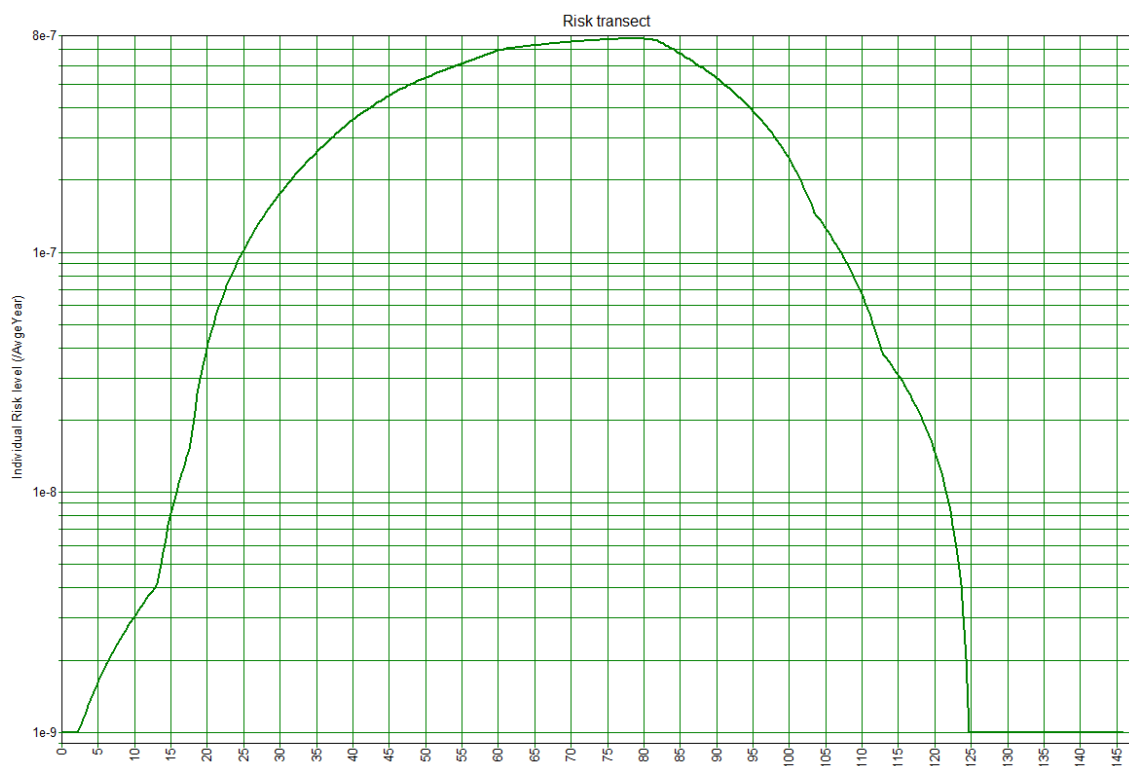
Op basis van de gemodelleerde scenario's treden plaatsgebonden risicocontouren rondom de transportleidingen op ten gevolge van de warmtestraling nabij potentiële calamiteit. In paragraaf 3.2 zijn de toelaatbare grenswaarden voor het Plaatsgebonden en Groepsrisico beschreven. In de navolgende paragrafen worden de resultaten weergegeven van de beschouwde transportleiding.

7.2 Plaatsgebonden risico (PR)

In figuur 8 zijn de risicocontouren van de beschouwde transportleiding weergegeven. Hierin is te zien dat de grens $PR 10^{-6}$ wordt niet overschreden (geel: $PR 10^{-7}$; groen $PR 10^{-8}$) en zelfs ontbreekt. Dientengevolge wordt automatisch voldaan aan de wet- en regelgeving dat 5m buiten het hart van de leiding de PR niet hoger mag zijn dan $PR 10^{-6}$ en er ook geen sprake is van een knelpunt omtrent een (beperkt) kwetsbaar object binnen deze grens. In Figuur 9 is een transect met het grootste PR weergegeven die optreedt in de bocht aan de westzijde van de leiding. Het maximale optredend PR is circa $8.0 \cdot 10^{-7} j^{-1}$.



Figuur 8: de PR-risicocontouren van de TT-Noordleiding (pijl = locatie transect)



Figuur 9: Doorsnede van de maximale risicocontour.

7.3 Groepsrisico (GR)

Langs het tracé zijn enkele locaties met concentraties van populatie, maar deze vallen buiten het invloedsgebied van de leiding of hebben een verwaarloosbaar kleine invloed. Hierdoor ontstaat geen groepsrisico. De leiding voldoet derhalve aan de eisen voor het groepsrisico conform het Bevb [Ref. 4].

8 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

TEAM Terminal B.V. (TEAM) heeft LieveenseCSO Infra B.V. (LieveenseCSO) opdracht gegeven een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren voor de nog uit te voeren omlegging van de TEAM Terminal Noordleiding (TT-Noordleiding) rondom de woonkern Rozenburg.

Voor de toekomstige verbinding van de A15 en de A20 met een tunnel (Blankenburgtunnel) dient de TT-Noordleiding verlegd te worden, naar de zuidzijde van Rozenburg.

De QRA van het te verleggen leidingdeel is uitgevoerd, teneinde te kunnen bepalen wat de gevolgen zijn van deze omlegging met betrekking tot de externe veiligheid.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform de Handleiding risicoberekeningen Bevb, versie 2.0 juli 2014 [Ref. 2]. In de berekeningen is rekening gehouden met de voor deze leiding genomen of reeds van toepassing zijnde “Stand der Techniek” eigenschappen en getroffen “mitigerende maatregelen”.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van onderstaande uitgangspunten:

- De in de rapportage met kenmerk 146594-1 – QRA 24inch Noord-leiding, Rozenburg, 1 december 2014 [Ref. 6] vermelde van toepassing zijnde “stand der techniek” faalfrequenties en mitigerende maatregelen als genoemd zijn onveranderd;
- De leiding is maximaal 80% per jaar in gebruik (ca. 292dg) voor het transporteren van gevaarlijke stoffen, dit is onafhankelijk van het debiet;
- De leiding heeft een minimale dekking van 1m;
- Bij de engineering van het om te leggen leidingtracé zal de faaloorzaak “Natuurlijke oorzaken” op die wijze behandeld wordt, dat conform de Handleiding Bevb [Ref. 2] zowel de “Stand der Techniek” faalfrequentie toegepast mag worden als ook de betreffende reductiefactor 10 als mitigerende maatregel in de QRA gebruikt mag worden;
- Tijdens de aanleg van de leiding wordt een waarschuwingslint aangebracht boven de leiding, conform de voorschriften van de Handleiding Bevb [Ref. 2].

De volgende conclusies kunnen op basis van de berekeningen getrokken worden:

- Er treedt geen PR 10^{-6} -risicocontour op;
- Er is derhalve geen sprake van een knelpunt aangaande het plaatsgebonden risico [Ref. 4];
- Het optredend groepsrisico is verwaarloosbaar klein en overschrijdt derhalve niet de grenswaarde [Ref. 4].

De omlegging voldoet met inachtneming van de getroffen maatregelen aan de eisen van het Bevb [Ref. 4].

Bijlagen

Bijlage 1: Digitaal: TEAM Terminal MSDS – Crude Oil

Bijlage 2: Digitaal: SAFETI NL project bestanden

Bijlage 1:

Digitaal: TEAM Terminal MSDS – Crude Oil

Bijlage 2:

Digitaal: SAFETI NL project bestanden