

Rapport.

Risicoanalyse van de aansluitleiding (A-659) voor de Nuon-Magnum centrale

Groningen, 25 maart 2011



Risicoanalyse van de aansluitleiding (A-659)
voor de Nuon-Magnum centrale

Groningen, 25 maart 2011

J. Bos

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie

auteur : J. Bos

B 25 blz.

2 bijl.

beoordeeld : M. Middel

goedgekeurd : M.T. van Os



rev0: 1 november 2011

rev1: 7 december 2011

Wijzigingen t.o.v. rev0: Wijzigingen in tracé doorgevoerd.

rev2: 25 maart 2011

Wijzigingen t.o.v. rev1: Uitbreiding van risicoanalyse met groepsrisicoberekeningen.

© KEMA Nederland B.V., Arnhem, 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, toekomstige 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.

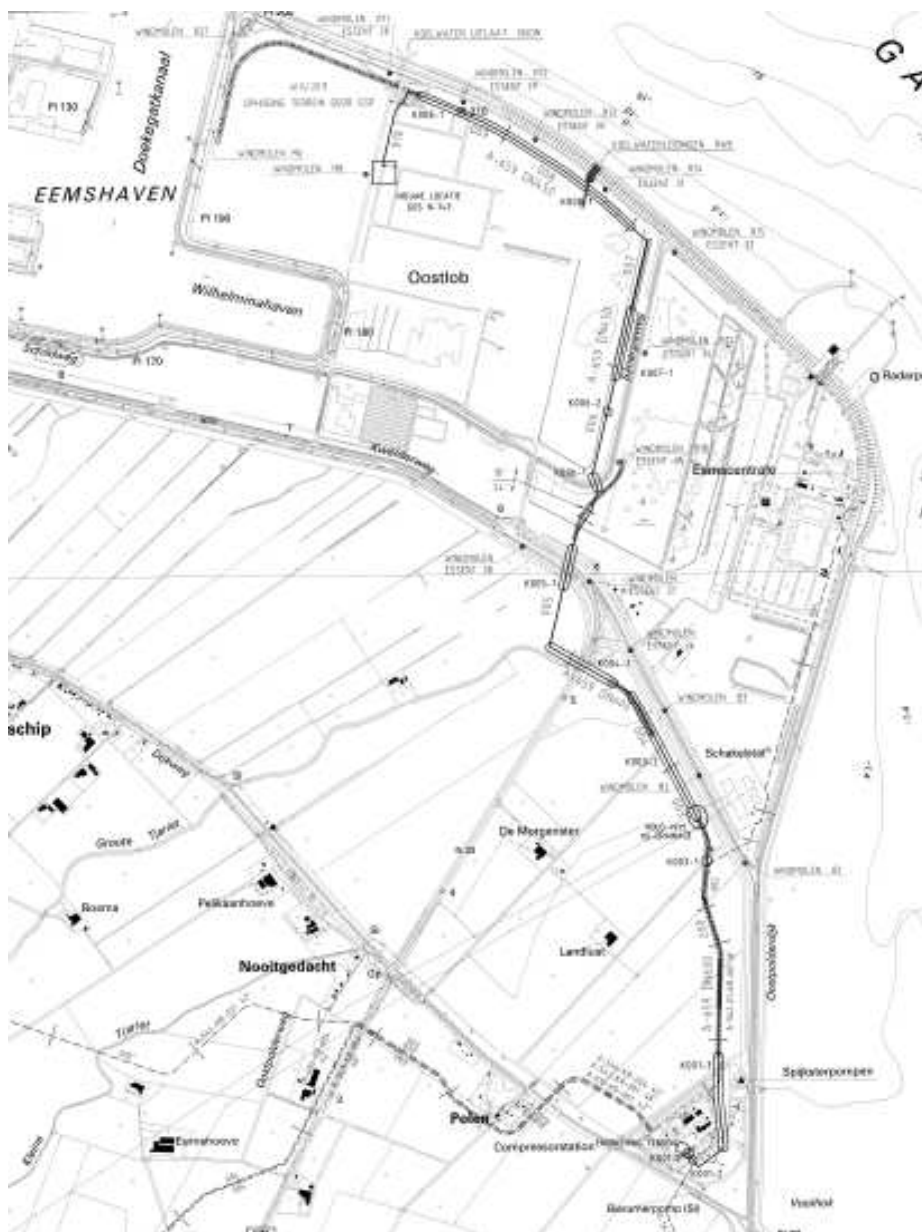
De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten.....	5
3	Resultaten.....	11
3.1	Resultaten PR berekeningen	11
3.2	Resultaten GR berekeningen	13
3.2.1	Resultaten GR-berekening scenario 1.....	13
3.2.2	Resultaten GR-berekening scenario 2.....	15
3.2.3	Resultaten GR-berekening scenario 3.....	17
3.2.4	Resultaten GR-berekening scenario 4.....	19

1 INLEIDING

In verband met de aanleg van een aardgastransportleiding voor de aansluiting van de nieuw te bouwen Nuon Magnum centrale in de Eemshaven zijn plaatsgebonden risicoberekeningen (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) uitgevoerd. Het beoogde tracé is weergegeven in Figuur 1 (zie Bijlage A voor meer detail), met de bijbehorende leidingparameters weergegeven in Tabel 1.



Figuur 1: Tracé van de aansluitleiding voor de Nuon Magnum Centrale

2 UITGANGSPUNTEN

De risicoberekeningen zoals vastgelegd in dit memorandum zijn uitgevoerd met PIPESAFE. Tot eind 2009 werden berekeningen voor aardgasleidingen uitgevoerd met het rekenpakket PIPESAFE, dat niet vrij verkrijgbaar is. Hiervoor is het pakket CAROLA in de plaats gekomen. Berekeningen met PIPESAFE en CAROLA komen overeen [1].

De risicoberekeningen zijn met PIPESAFE uitgevoerd omdat het met het rekenpakket CAROLA (nog) niet mogelijk is om risicoberekeningen uit te voeren waarbij rekening wordt gehouden met een verhoging van de leiding faalfrequentie ten gevolge van de nabijheid van bijvoorbeeld windmolens of andere risicoverhogende objecten.

Leidingparameters A-659	
Diameter [-]	DN450
Staalsoort [-]	L415
Wanddikte [mm]	8.8/9.9
Dekking [m]	Min 1.25
Ontwerpdruk [barg]	80

Tabel 1: Leidingparameters

In de risicoberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

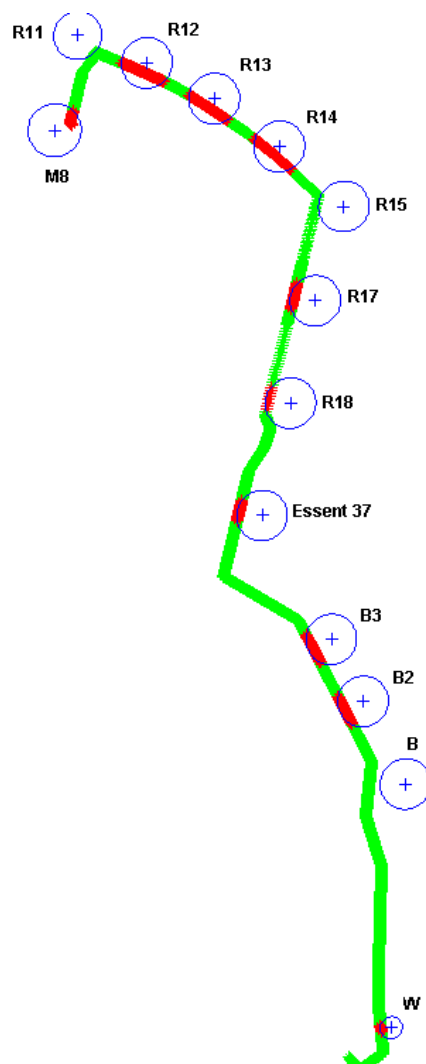
- De faalfrequentie is gebaseerd op schade door derden. Falen door corrosie wordt voldoende ondervangen in het zorgsysteem van Gasunie en de inspectie daarop door de overheid; in overleg met het ministerie van VROM wordt falen door corrosie daarom niet meegenomen bij de bepaling van de faalfrequentie van de leidingen.
- De faalfrequentie als gevolg van schade door derden is gecorrigeerd met een factor 2.5 als gevolg van een wettelijke grondroerdersregeling.
- De faalfrequentie als gevolg van schade door derden is gecorrigeerd voor actief rappel (factor 1.2) en een dalende trend in leidingbreuken (factor 2.8).

Naast deze uitgangspunten zijn er nog een aantal andere factoren waar in deze risicoberekeningen rekening mee is gehouden:

- Het beoogde tracé zal deels parallel lopen met de hoogspanningsleidingen van TenneT, voor de aansluiting van de Nuon Magnum centrale.
- Langs het beoogde tracé staat een serie windturbines opgesteld.

Delen van het beoogde tracé van de A-659 liggen binnen de zogenaamde High Impact Zone (HIZ) van een aantal windturbines. Wanneer de gastransportleiding binnen de HIZ ligt van een windturbine, is de kans aanwezig dat de gastransportleiding faalt ten gevolge van het mechanisch falen van een windturbine.

De straal van de HIZ is gelijk aan de masthoogte plus 1/3 van de wieklengte¹. Het tracé van de A-659, de locaties van de windturbine, de HIZ's en de delen van de leiding die binnen de HIZ van een windturbine liggen (rood gekleurd), zijn weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Tracé A-659 met de locaties van de windturbines en de High Impact Zones (rood is binnen de HIZ van een windturbine, groen ligt buiten de HIZ)

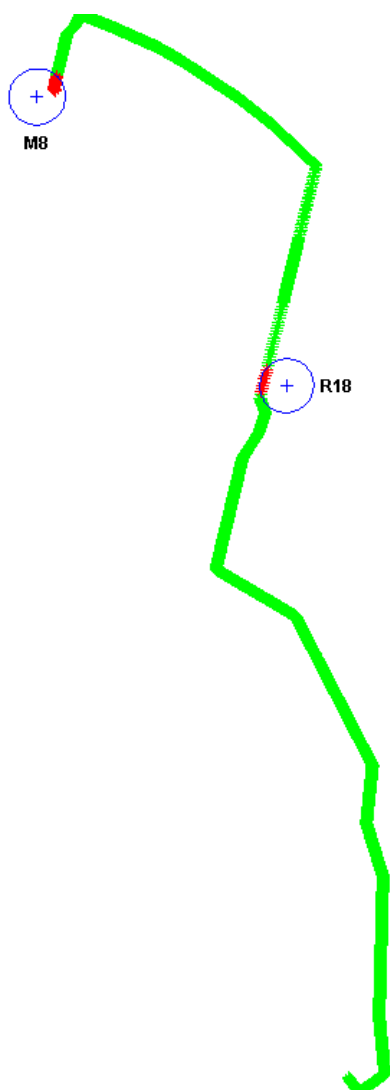
¹ <http://www.windenergie.nl/64/onderwerpen/milieu/risicozonering>

De locaties, ashoogte, wiekdiameter en straal van de High Impact Zones is weergegeven in Tabel 2.

Windturbine	RDC-X	RDC-Y	As hoogte [m]	Wielengte [m]	Straal HIZ [m]
M8	252219	607986	108.1	41.8	122
R11	252325	608422	104.2	38.7	117
R12	252642	608296	104.2	38.7	117
R13	252951	608132	104.2	38.7	117
R14	253250	607912	104.2	38.7	117
R15	253547	607636	103.8	38.5	116
R17	253416	607202	103.8	38.5	116
R18	253302	606732	103.8	38.5	116
Essent37	253171	606215	101.3	45.8	116
B3	253489	605645	101.3	45.8	116
B2	253635	605360	101.3	45.8	116
B1	253830	604980	101.3	45.8	116
W	253765	603860	43.6	23	50

Tabel 2: High impact Zones van de windturbine langs het tracé

Delen van het tracé worden middels een HDD (Horizontal Directional Drilling) aangelegd, daarbij komt de leiding op grotere diepte te liggen (dieptes tussen 10 en 25 meter). Deze HDD boringen lopen o.a. door de HIZ's van de windturbines R12, R13, R14, R17, Essent 37, B3, B2 en W. Door de grote diepte waarop deze leiding zal komen te liggen wordt aangenomen dat de leiding beschermd zal zijn tegen vallende windturbine onderdelen wat erin resulteert dat deze genoemde windturbines niet bijdragen aan een additionele faalfrequentie voor de gastransportleiding. Deze diepteligging zal niet worden toegepast ter hoogte van de HIZ's van windturbines M8 en R18. Voor deze delen van het tracé zal een verhoogde faalfrequentie worden aangenomen (zie Figuur 3).



Figuur 3: Tracé A-659 met de locatie van de windturbines en de High Impact Zones die zorgen voor een additionele faalfrequentie voor de gasleiding. (rood is binnen de HIZ van een windturbine, groen ligt buiten de HIZ)

Voor de delen van de leiding binnen de High Impact Zone moet rekening worden gehouden met een additionele faaloorzaak (naast schade door derden): het falen van de gastransportleiding ten gevolge van het falen van een windturbine. De frequentie waarmee de leiding kan falen door toedoen van een falende windturbine, de zo genaamde kritische raakfrequentie, is berekend met het ECN model zoals beschreven in 'Handboek Risicozonering Windturbines'. Dit model houdt rekening met de ligging van de leiding ten opzichte van de windmolen en geeft de raakfrequentie [jaar^{-1}] waarbij de leiding zal falen ten gevolge van de windmolen.

Om het risico van de windturbines te verdisconteren in de risicoberekeningen van de aardgastransportleidingen moet deze kritische raakfrequentie [jaar^{-1}] worden omgerekend naar een additionele faalfrequentie (naast de faalfrequentie voor falen door schade door derden) voor de leidingsecties binnen de HIZ in de gebruikelijke eenheid [$\text{km}^{-1}\text{jaar}^{-1}$]:

$$F_{\text{additioneel}} [\text{km}^{-1} \text{jaar}^{-1}] = \frac{F_{\text{kritisch}} [\text{jaar}^{-1}]}{\text{Leidinglengte}_{\text{in_HIZ}} [\text{km}]}$$

De kritische raakfrequentie en de voor de gasleiding additionele faalfrequenties zijn per windturbine weergegeven in Tabel 3.

Windturbine	Leiding in HIZ [km]	Kritische raak frequentie [jaar^{-1}] voor leiding in HIZ	Additionele faalfrequentie voor deel binnen HIZ [$\text{km}^{-1}\text{jaar}^{-1}$]	Totale faalfrequentie (EI + windturbine) voor deel in HIZ [$\text{km}^{-1}\text{jaar}^{-1}$]
M8	0.065	4.0E-06	6.15E-05	6.41E-05
R11	0	0	0	-
R12	0.220	0	0	-
R13	0.212	0	0	-
R14	0.214	0	0	-
R15	0	0	0	-
R17	0.119	0	0	-
R18	0.113	1.57E-05	1.39E-04	1.40E-04
Essent37	0.094	0	0	-
B3	0.140	0	0	-
B2	0.144	0	0	-
B1	0	0	0	-
W	0.31	0	0	-

Tabel 3: Faalfrequentie gegevens per windturbine en leidingdeel.

Naast de serie windturbines langs het tracé, loop er ook een bovengrondse hoogspanningsleiding parallel met een groot deel van het tracé. In de risicoberekeningen is de aanname gedaan dat door de aanwezigheid van de hoogspanningsleidingen er altijd sprake zal zijn van directe ontsteking.

Om de bijdrage van de windturbines en hoogspanningsleidingen aan het risico van de aardgastransportleiding inzichtelijk te maken, zijn de risico's (PR en GR) voor een aantal scenario's bepaald.

1) Normale situatie

In dit scenario wordt geen rekening gehouden met de invloed van de windturbines of de bovengrondse hoogspanningsleiding.

2) Inclusief parallelle hoogspanningsleiding

Hier is de aanname gedaan dat door de parallelle bovengrondse hoogspanningsleiding er altijd directe ontsteking zal plaatsvinden.

3) Inclusief windturbines, exclusief bovengrondse hoogspanningsleidingen

Hier is alleen de invloed van falende windturbines in het risico verdisconteerd.

4) Inclusief windturbines en bovengrondse hoogspanningsleiding

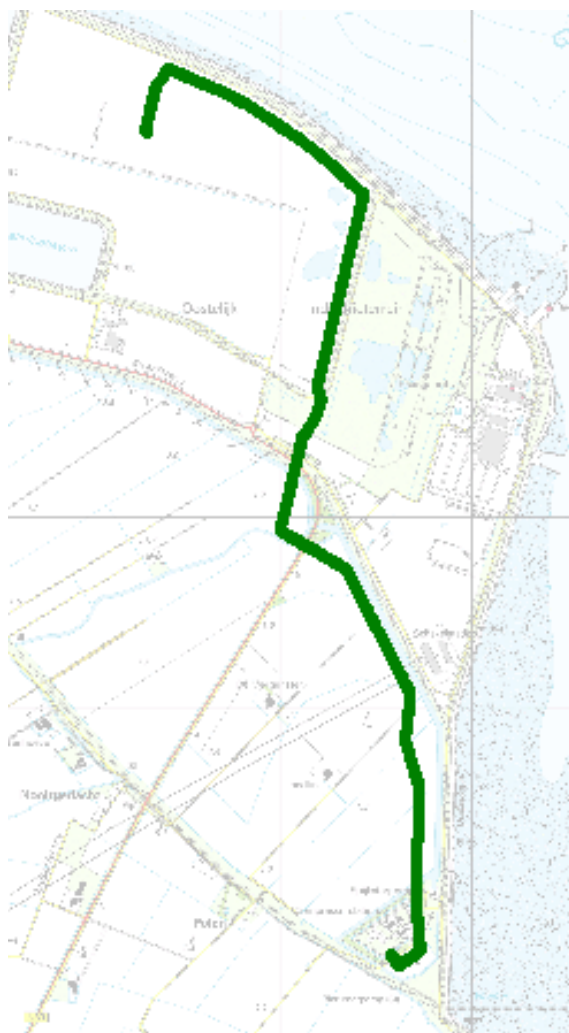
Hier is de invloed van falende windturbines in het risico verdisconteerd. Tevens is de aanname gedaan dat door de parallelle bovengrondse hoogspanningsleiding er altijd directe ontsteking zal plaatsvinden.

3 RESULTATEN

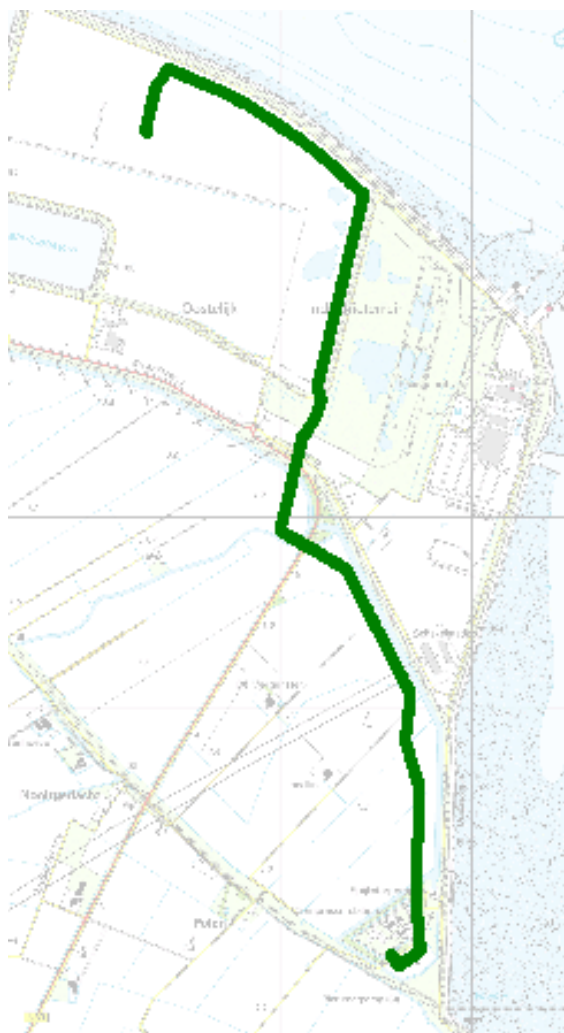
3.1 Resultaten PR berekeningen

In de onderstaande figuren wordt het plaatsgebonden risico voor de verschillende scenario's inzichtelijk gemaakt.

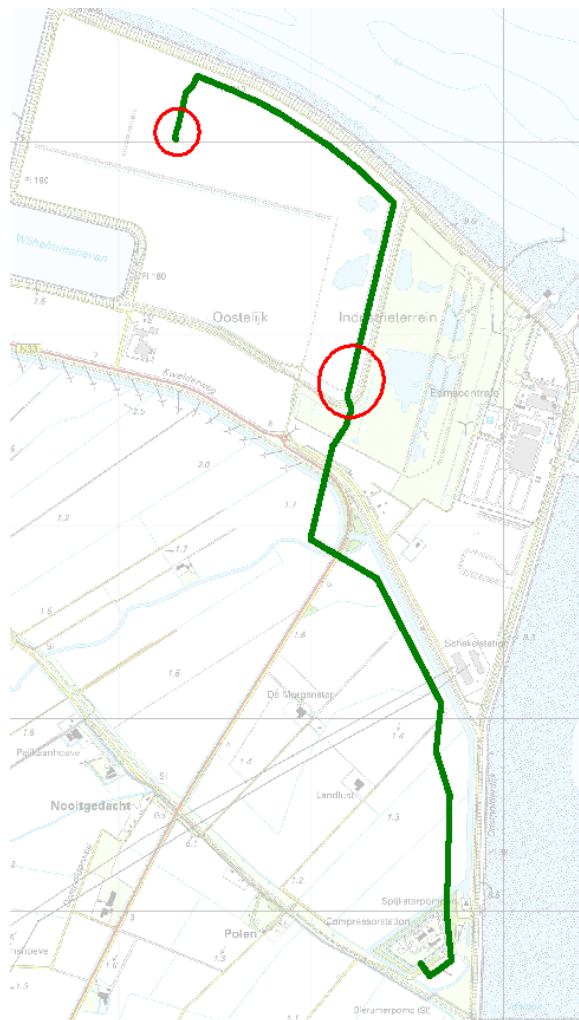
Scenario 1:



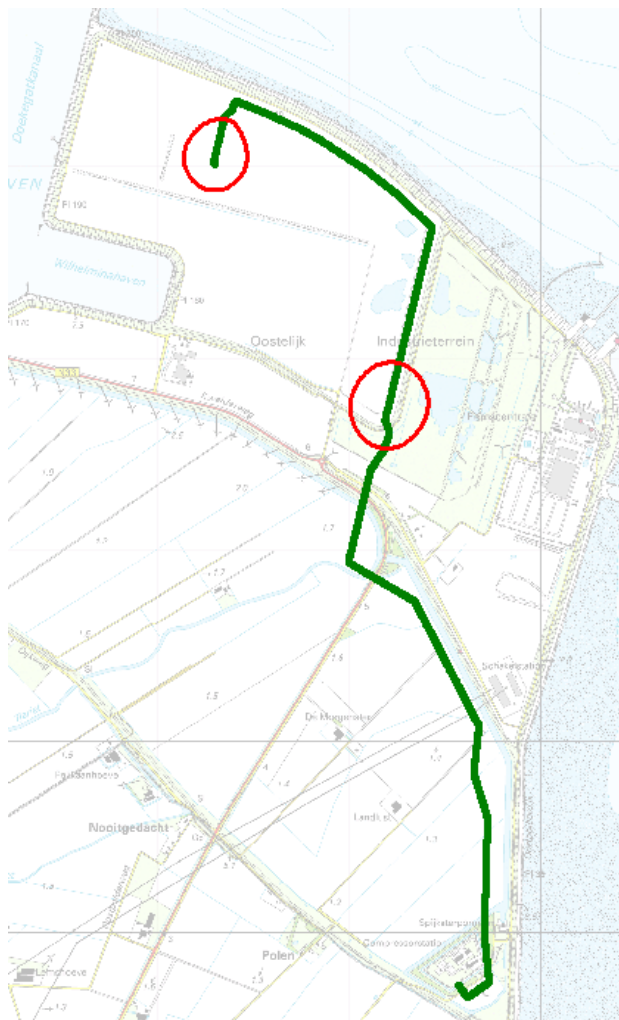
Scenario 2:



Scenario 3:



Scenario 4:



Figuur 4: De plaatsgebonden risico's voor de verschillende scenario's. De leiding is weergegeven in groen, de PR 10^{-6} jaar⁻¹ contouren zijn weergegeven in rood.

3.2 Resultaten GR berekeningen

Voor de leiding is het groepsrisico berekend voor die kilometer die het hoogste groepsrisico oplevert (worst-casesegment).

Om het worst-casesegment van de leiding te vinden is per stationing de overschrijdingsfactor van het groepsrisico weergegeven. Deze is 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 is een FN-curve berekend en van deze FN-curve de overschrijdingsfactor.

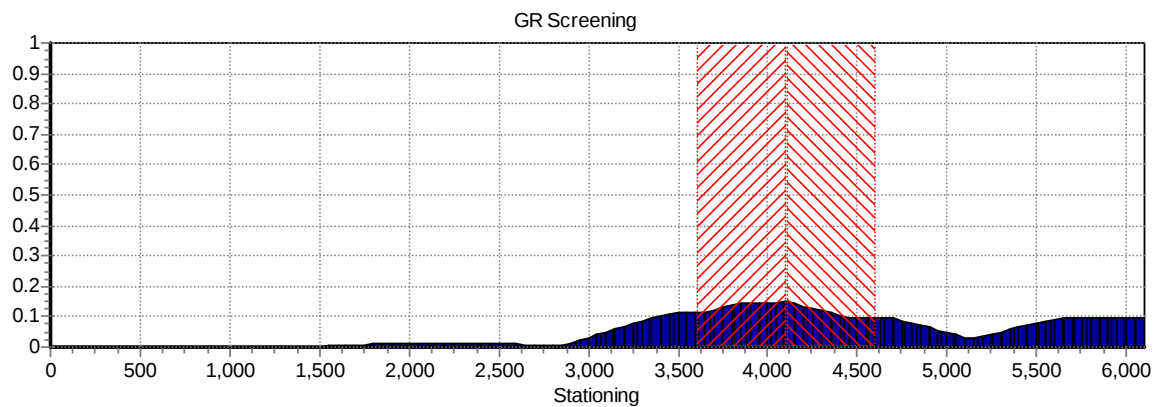
De overschrijdingsfactor is de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan één geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde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

Deze overschrijdingsfactor is vervolgens tegen de stationing uitgezet in een grafiek. In deze grafiek is tevens af te lezen waar het middelpunt van het worst case één kilometer segment ligt. Van het worst-casesegment is de FN-curve weergegeven.

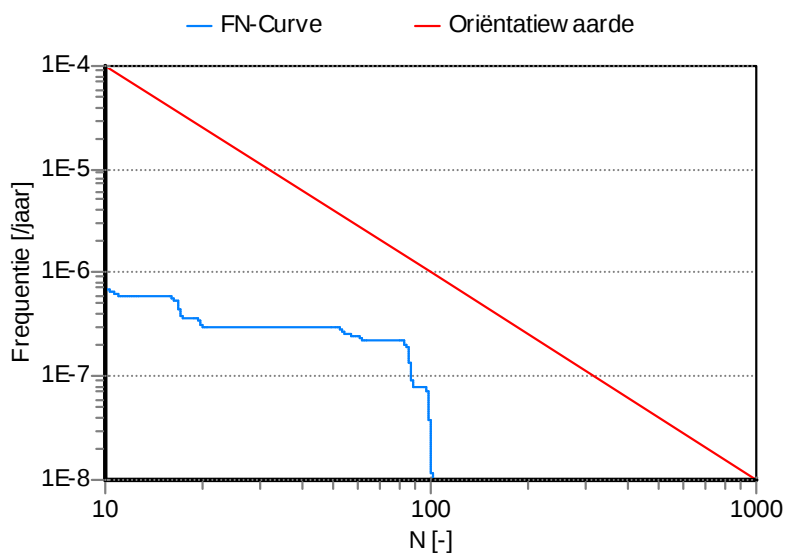
3.2.1 Resultaten GR-berekening scenario 1

De resultaten van de GR-berekening voor dit scenario zijn als volgt weergegeven:

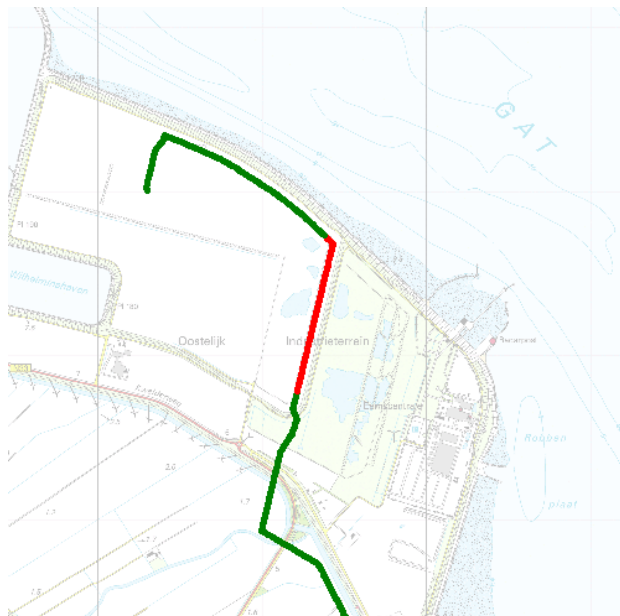
- Figuur 5: Overschrijdingsfactor tegen stationing;
- Figuur 6: FN-curve van het worst-casesegment;
- Figuur 7: Ligging van het worst-casesegment.



Figuur 5: Overschrijdingsfactor van het groepsrisico als functie van de stationing.



Figuur 6: FN-curve worst-casesegment. Overschrijdingsfactor 0.15.

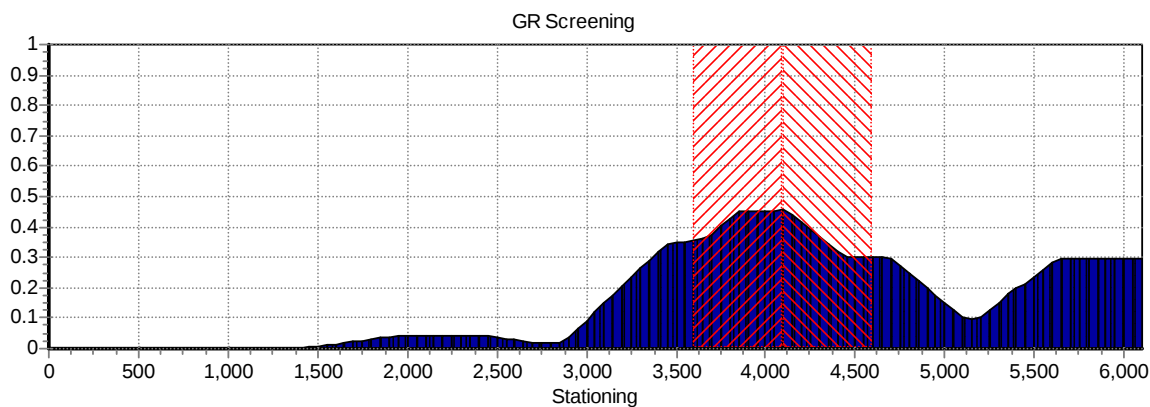


Figuur 7: Worst-casesegment, weergegeven in groen. Dit segment levert het hoogste groepsrisico op.

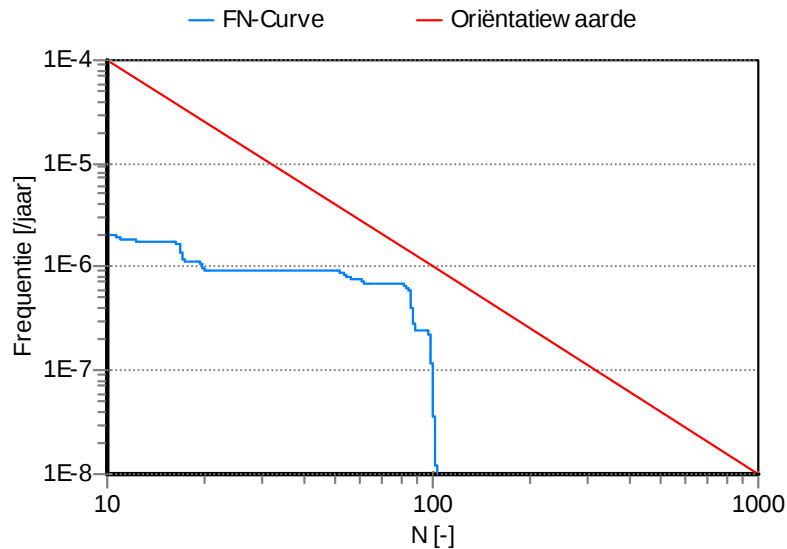
3.2.2 Resultaten GR-berekening scenario 2

De resultaten van de GR-berekening voor dit scenario zijn als volgt weergegeven:

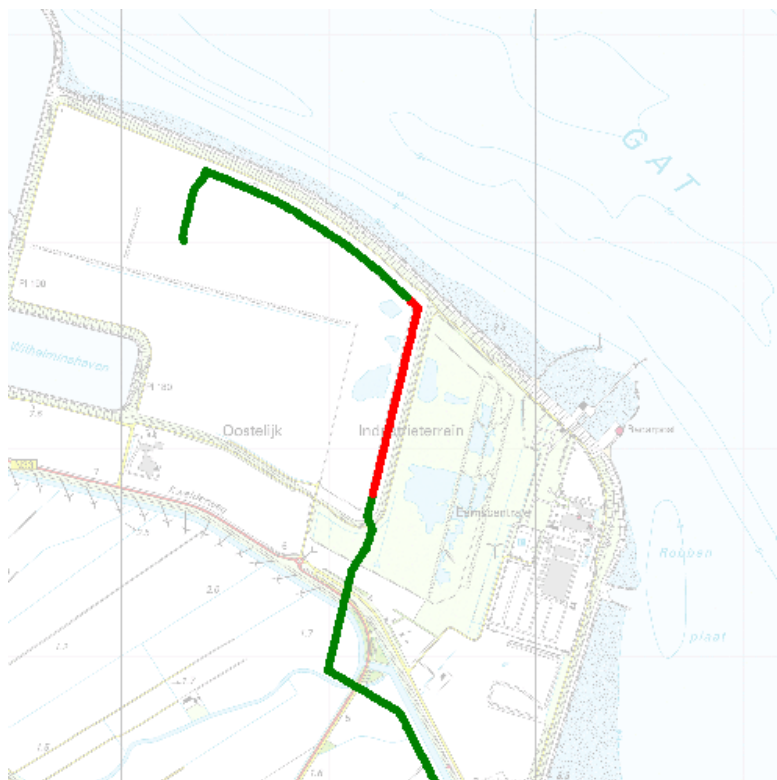
- Figuur 8: Overschrijdingsfactor tegen stationing;
- Figuur 9: FN-curve van het worst-casesegment;
- Figuur 10: Ligging van het worst-casesegment.



Figuur 8: Overschrijdingsfactor van het groepsrisico als functie van de stationing.



Figuur 9: FN-curve worst-casesegment. Overschrijdingsfactor 0.46.

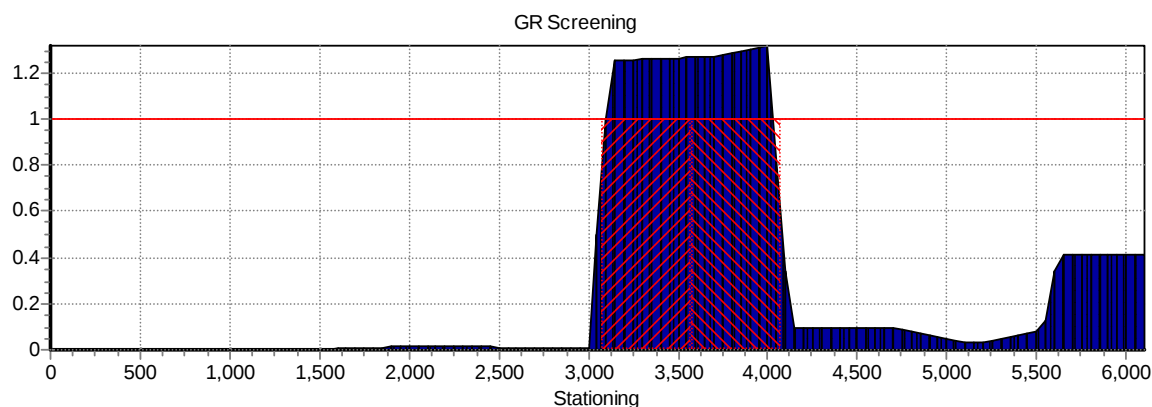


Figuur 10: Worst-casesegment, weergegeven in groen. Dit segment levert het hoogste groepsrisico op.

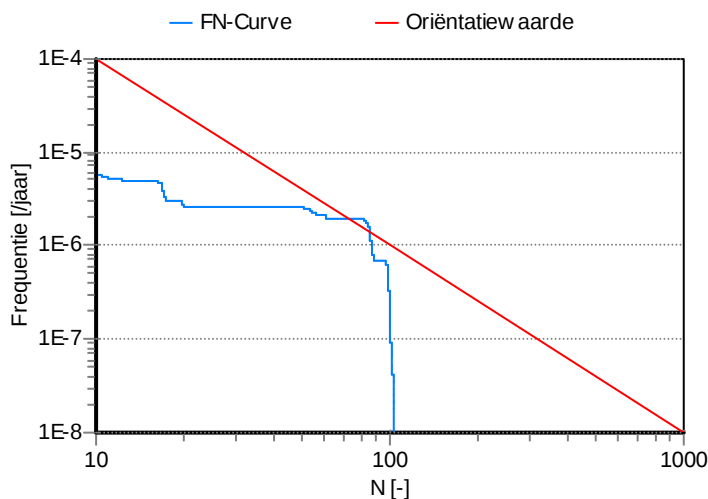
3.2.3 Resultaten GR-berekening scenario 3

De resultaten van de GR-berekening voor dit scenario zijn als volgt weergegeven:

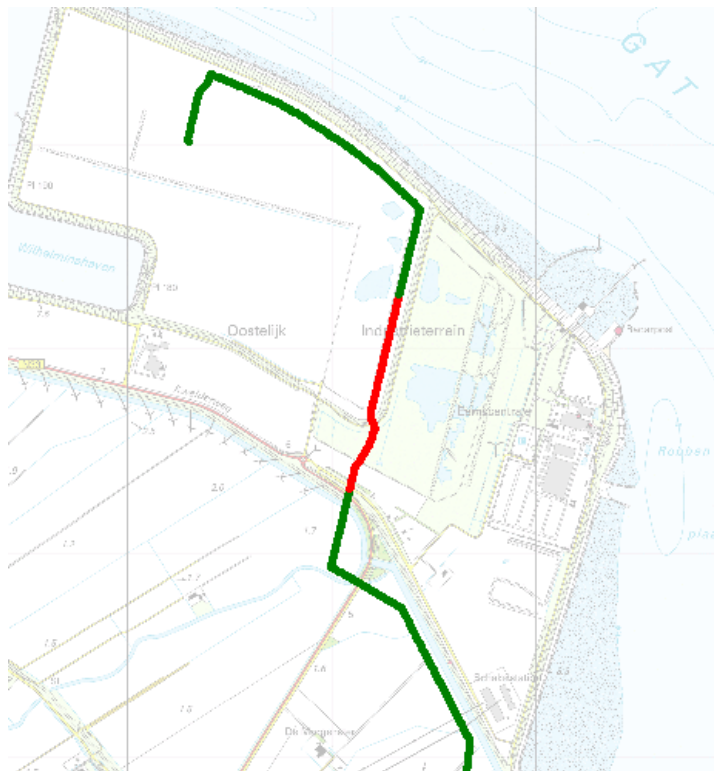
- Figuur 11: Overschrijdingsfactor tegen stationing;
- Figuur 12: FN-curve van het worst-casesegment;
- Figuur 13: Ligging van het worst-casesegment.



Figuur 11: Overschrijdingsfactor van het groepsrisico als functie van de stationing.



Figuur 12: FN-curve worst-casesegment. Overschrijdingsfactor 1.27.

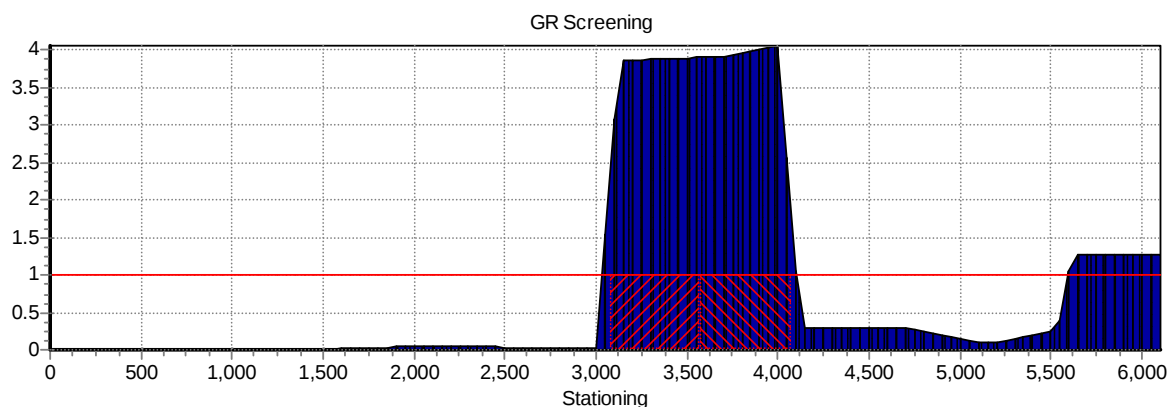


Figuur 13: Worst-casesegment, weergegeven in groen. Dit segment levert het hoogste groepsrisico op.

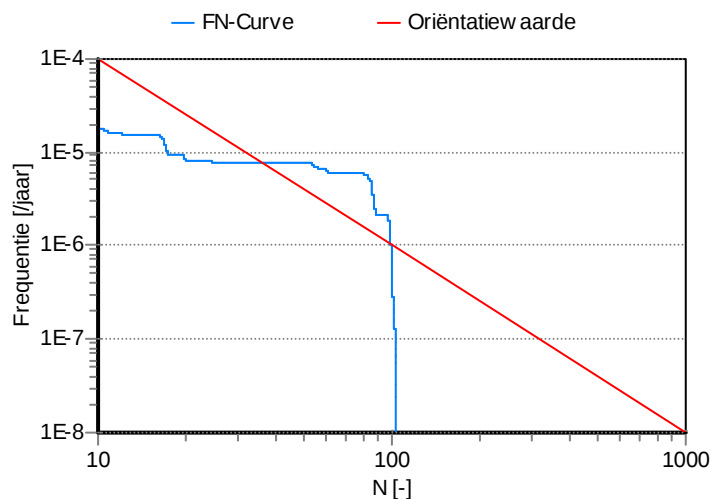
3.2.4 Resultaten GR-berekening scenario 4

De resultaten van de GR-berekening voor dit scenario zijn als volgt weergegeven:

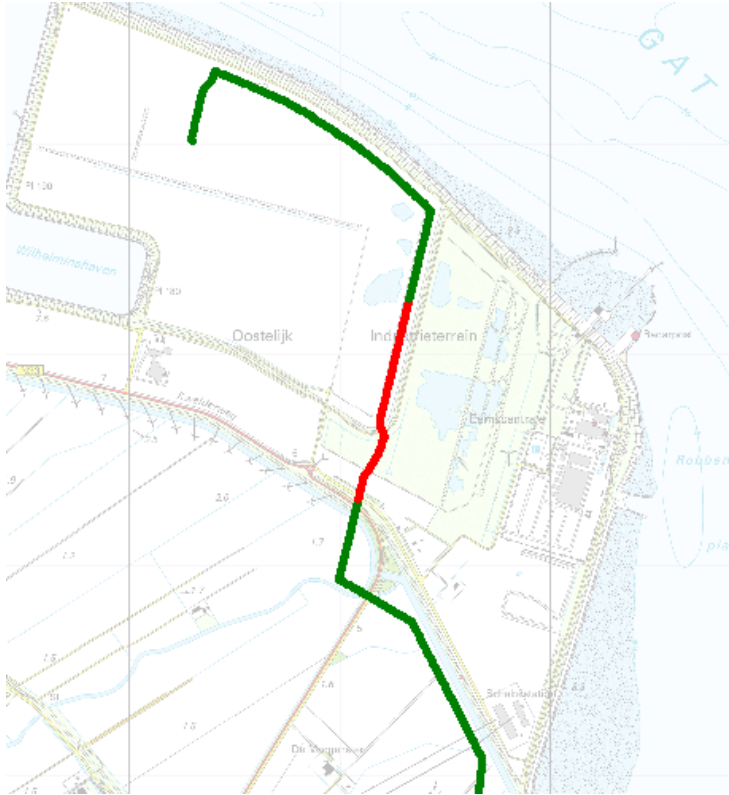
- Figuur 14: Overschrijdingsfactor tegen stationing;
- Figuur 15: FN-curve van het worst-casesegment;
- Figuur 16: Ligging van het worst-casesegment.



Figuur 14: Overschrijdingsfactor van het groepsrisico als functie van de stationing.



Figuur 15: FN-curve worst-casesegment. Overschrijdingsfactor 3.91.

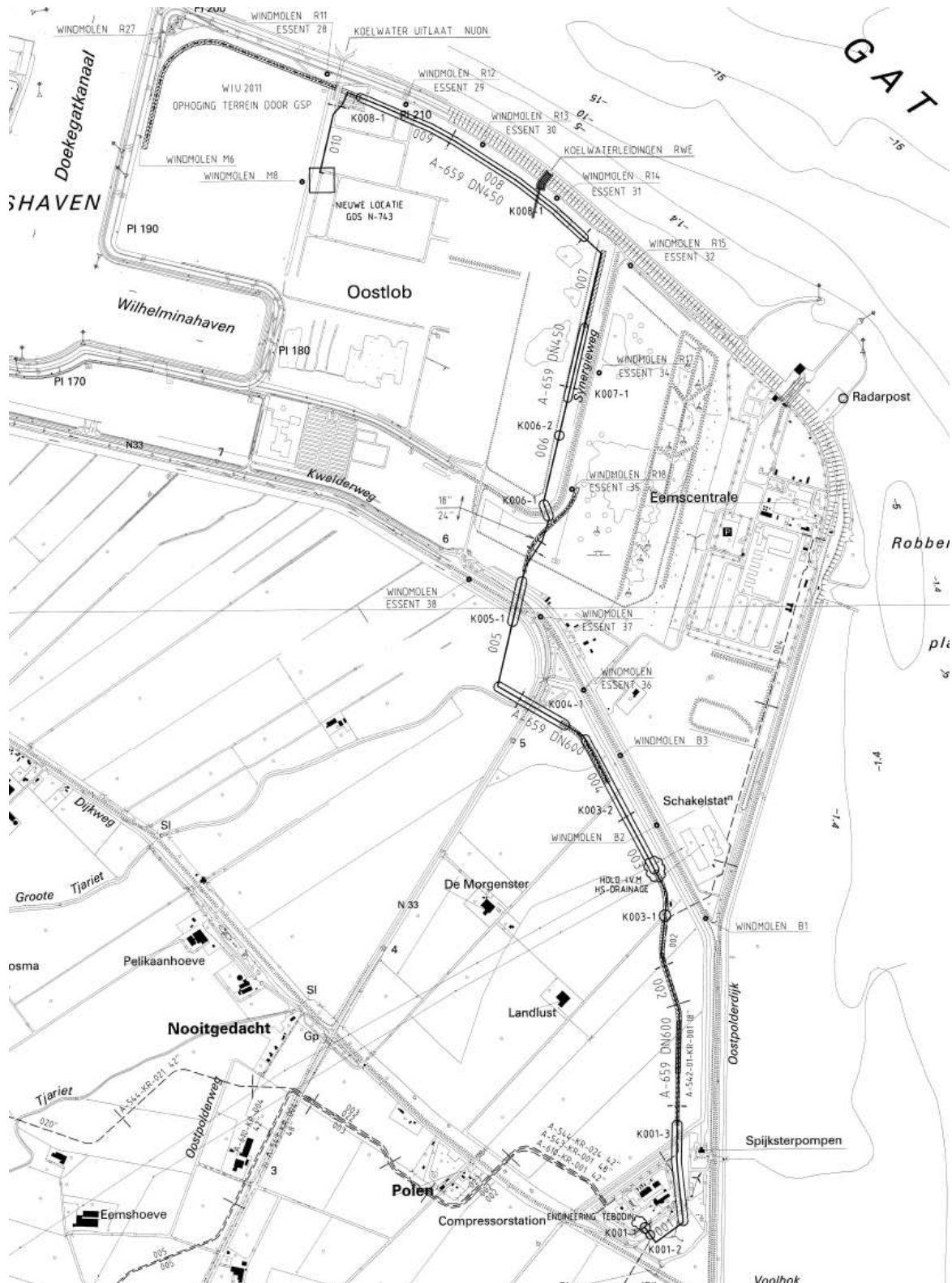


Figuur 16: Worst-casesegment, weergegeven in groen. Dit segment levert het hoogste groepsrisico op.

REFERENTIES

- [1] <http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/modellen/carola.jsp>

BIJLAGE A: TRACE



BIJLAGE 2: BEVOLKINGSDATA

Nieuwe bebouwing:

De data over nieuwe bebouwing en aanwezigen zijn in kaart gebracht door BugelHajema Adviseurs en zijn overgenomen in deze risicoberekening en onderstaand beschreven.



Deel gebied	Omschrijving	Opp in ha	Bestaand/ nieuw	Pers/ ha	Toename personen	Aanwezigheid Dag [%]	Aanwezigheid Nacht [%]
1	BG Delfzijl Noord	11.5	B				
2a	BG Eemsmond	110.9	B en N		44	100	20
2b	BG Eemsmond	30.4	B				
3	Eemshaven Zuidoost fase 1	23.2	N	40	744	100	20
4	Norned +achterliggende gebied	5.9	B en N	40	384	100	20
4	Zone langs Robbenplaatweg 1	4.0	B en N	40	160	100	20
4	Zone langs Robbenplaatweg 2	11.5	B en N	40	460	100	20
5	Voormalig LNG terrein	13.2	N	40	528	100	20
5	Nuon Magnum	22.1	N		1500	100	20
5	RWE	68.5	N	40	2740	100	20
5	Advanced Power	16.3	N	40	652	100	20
5	TCN	0.5	B				
5	Tennet	3.2	B				

Uitgangspunten in dit rapport:

- Leiding geprojecteerd in open agrarisch gebied en in het industriegebied van de Eemshaven. Deze functies hebben een toegesneden bestemming verkregen in de geldende en in ontwerp zijnde planologische regelingen:
 - o Bestemmingsplan Buitengebied Delfzijl-Noord (voorontwerp 2010)
 - o Bestemmingsplan Buitengebied Eemsmond (vastgesteld 2010)
 - o Bestemmingsplan Eemshaven Zuidoost, fase 1 (concept 2010)
 - o Bestemmingsplan Buitengebied-Noord (Eemshaven) (vastgelegd 1993)
- Deelgebieden:
 1. Buitengebied gemeente Delfzijl
 2. Buitengebied gemeente Eemsmond
 3. Ontwikkeling bedrijventerrein Eemshaven Zuidoost, fase 1.
 4. Bedrijventerrein Eemshaven, randgebied langs de Robbenplaatweg
 5. Bedrijventerrein Eemshaven, overig gebied

Bedrijven:

Bij het bepalen van het aantal mogelijk aanwezigen in het invloedsgebied is uitgegaan van de uitgave PGS (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen) van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Op basis hiervan geldt voor de bedrijfstak industrie 40 personen per ha. Dit aantal is gehanteerd voor alle gebieden waar bedrijfsmatige ontwikkelingen mogelijk zijn of zullen worden, zoals de nog niet bebouwde delen van het bedrijventerrein Eemshaven en het nieuw te ontwikkelen gebied Eemshaven Zuidoost fase 1.

Eemscentrale:

Voor openbare nutsbedrijven gaat de PGS uit van zes personen per ha. Voor de Magnumcentrale van Nuon is uitgegaan van gegevens die door Nuon beschikbaar zijn gesteld. Bij het verwerken van deze gegevens is uitgegaan van het maximum aantal personen dat door bouwwerkzaamheden of intensief onderhoud op het terrein aanwezig kan zijn. In deze inventarisatie is voor de nieuwe ontwikkelingen op het terrein van de nieuw te bouwen elektriciteitscentrales van Advanced Power/Eemsmond Energie en RWE uitgegaan van 40 personen per ha. De redenen daarvoor zijn enerzijds het gegeven dat de ontwikkelingen in de energiesector in het algemeen en rond de bouw van nieuwe energiecentrales in het bijzonder - met onder meer 12.000 m² kantoor- en laboratoriumfuncties, controleruimtes en een restaurant - niet geschaard kunnen worden onder de noemer nutsbedrijven met een dichtheid van zes personen per ha. Mogelijk is het uitgangspunt van 40 personen per ha aan de hoge kant. Zolang meer gedetailleerde gegevens niet voorhanden zijn, is in het kader van het inventariseren van het veiligheidsrisico gekozen om aan de veilige kant te gaan zitten.

Bron: *Inventarisatie planologische ontwikkeling ten behoeve van QRA hoofdaardgastransportleiding CS Spijk – Eemshaven, BugelHajema Adviseurs bv, Bureau voor Ruimtelijke Ordening en Milieu, 3 februari 2011, projectnummer 090.13.50.01.00*

Bestaande bevolking:

De populatie rond de A-659 is geïnventariseerd binnen het invloedsgebied van de leiding. De bevolkingsdata is opgevraagd bij Bridgis in maart 2011 (meer informatie over de bevolkingsdatabase van Bridgis is terug te vinden op www.bridgis.nl). Onderstaand is de bevolkingsdata weergegeven zoals deze uit de bridgis populatie database komt en de aanname die is gedaan voor de aanwezigheid.

RDC-X [m]	RDC-Y [m]	Functie	Aanwezig	Aanwezig dag [%]	Aanwezig nacht [%]
253687.5	605033.7	Werken	1.2	100	0
253689.2	605032.1	Werken	1.2	100	0
253200.6	606284.2	Onbekend	4	100	100