

Bijlage 15 – Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) en bijbehorende literatuur

Kwantitatieve Risicoanalyse Gastransportleiding A-803 Beverwijk - Wijngaarden



Groningen, 17 april 2012





74101452 GCS 12.R.52738

**Kwantitatieve Risicoanalyse
Gastransportleiding A-803
Beverwijk - Wijngaarden**

Groningen, 17 april 2012

Auteurs: M.H. Plieger
P. Visser

In opdracht van: N.V. Nederlandse Gasunie
Postbus 19
9700 MA Groningen

auteur : M.H.Plieger, P. Visser	17-04-2012	beoordeeld : M.T. Middel	17-04-2012
61 blz.	0 bijl.	goedgekeurd : R. van Elteren	17-04-2012



© 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.

SAMENVATTING

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie is een risicoanalyse uitgevoerd voor de gastransportleiding A-803 die tussen Beverwijk en Wijngaarden is geprojecteerd. De analyse bevat een plaatsgebonden- (PR) en een groepsrisicoberekening (GR).

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyses aan ondergronds gelegen hogedruk aardgas-transportleidingen [1, 2, 3]. De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA. Doordat het standaard rekenpakket CAROLA niet met additionele faalfrequenties kan rekenen, zijn de berekeningen in de omgeving van Schiphol uitgevoerd met het rekenpakket PIPESAFE. Voor de bevolkingsgegevens is gebruik gemaakt van Bridgis, aangevuld met (geprojecteerde) data van de desbetreffende gemeenten.

Uit de berekeningen kan het volgende worden geconcludeerd:

Plaatsgebonden risico:

Het PR van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 voldoet, onder aanname van het voorziene ontwerp, overall aan de Nederlandse overheid in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen gestelde voorwaarde dat het PR van de leiding op een afstand van vijf meter aan weerszijden, gemeten uit het hart van de leiding niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. Doordat er geen 10^{-6} per jaar risicocontour ontstaat, wordt tevens voldaan aan de eis dat er zich geen kwetsbare objecten binnen deze contour bevinden.

Groepsrisico:

De hoogste overschrijdingsfactor van de aardgastransportleiding A-803 ligt in de gemeente Zuidplas en betreft de waarde 0.6 ten aanzien van de geprojecteerde bevolking. Ten aanzien van huidige bevolking is de hoogste overschrijdingsfactor 0.04 (meerder plaatsen). Een overschrijdingsfactor kleiner dan één geeft aan dat het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde blijft.

Het groepsrisico van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 is, rekening houdend met de toekomstige bevolkingssituatie, lager dan de GR 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.

INHOUD

	blz.
1 INLEIDING.....	6
2 BESCHRIJVING VAN DE LEIDING EN OMGEVING.....	7
2.1 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN VOOR HET ONTWERP VAN DE BUISLEIDING.....	7
2.2 ONDERVERDELING LEIDING.....	7
2.3 BEVOLKINGSGEGEVENS	8
2.4 RISICO VERHOGENDE OBJECTEN LANGS DE LEIDING	13
2.4.1 Invloed van hoogspanningsmasten.....	13
2.4.2 Invloed van windturbines	17
2.4.3 Invloed van vliegroutes	17
3 RISICOBEREKENINGEN	22
3.1 PLAATSGEBONDEN RISICO	22
3.1.1 Segment 1	23
3.1.2 Segment 2	24
3.1.3 Segment 3	25
3.1.4 Segment 4	26
3.1.5 Segment 5	27
3.1.6 Segment 6	28
3.1.7 Segment 7	29
3.1.8 Segment 8	30
3.1.9 Segment 9	31
3.2 GROEPSRISICO.....	32
3.2.1 Segment 1	33
3.2.2 Segment 2	35
3.2.3 Segment 3	37
3.2.4 Segment 4	39
3.2.5 Segment 5	41
3.2.6 Segment 6	43
3.2.7 Segment 7	45
3.2.8 Segment 8	47
3.2.9 Segment 9	48
4 CONCLUSIES.....	49
APPENDIX A.....	52

1 INLEIDING

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden- (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor de gastransportleiding A-803 die Gasunie voornemens is aan te leggen tussen Beverwijk en Wijngaarden.

Een verkennende analyse van het traject is in 2010 [4] op basis van het rekenpakket PIPESAFE uitgevoerd. Met de invoering van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen [1] is de analyse opnieuw uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van dergelijke risicoanalyses aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen [1, 2, 3]. De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA, zoals dit via het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen [1] is vastgelegd in de bijbehorende Regeling Externe Veiligheid Buisleidingen. CAROLA is een softwarepakket dat in opdracht van de Nederlandse overheid is ontwikkeld, specifiek ter bepaling van het plaatsgebonden risico en groepsrisico van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met versie 1.0.0.51 van CAROLA. Het hierbij gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.2.

Doordat het rekenpakket CAROLA niet met additionele faalfrequenties kan rekenen, zijn de berekeningen lokaal, in de omgeving van Schiphol, uitgevoerd met het rekenpakket PIPESAFE. Het CAROLA rekenpakket is afgeleid van het niet-openbare pakket PIPESAFE en heeft niet dezelfde volledige functionaliteit als dit pakket. RIVM heeft aangetoond dat risicoberekeningen met CAROLA en PIPESAFE vergelijkbaar zijn [5]. Dientengevolge is lokaal PIPESAFE toegepast om het falen door vliegtuigimpact mee te nemen in het risico van de aardgastransportleiding.

2 BESCHRIJVING VAN DE LEIDING EN OMGEVING

In dit hoofdstuk worden het ontwerp van de buisleiding en de omgeving rondom de buisleiding beschreven. Deze gegevens dienen als input voor de risicoberekening.

2.1 Algemene uitgangspunten voor het ontwerp van de buisleiding

Voor de buisleiding wordt een basisontwerp toegepast welke doorgaans tot een acceptabel risiconiveau zal leiden. Er zijn echter enkele uitzonderingen, door bijvoorbeeld invloed van buiten, waardoor het ontwerp lokaal wordt aangepast. Dit wordt in de navolgende paragrafen in hoofdstuk 2 beschreven.

In deze risicoanalyse is de geprojecteerde gastransportleiding A-803 van Gasunie bestudeerd. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de door Gasunie verschaftte ontwerpgegevens. De leidingparameters die voor de berekening van belang zijn, zijn weergegeven in Tabel 1. Hierbij wordt opgemerkt dat deze leidingparameters een minimum specificatie betreft en na aanleg kunnen verschillen met de aangegeven parameters. De verschillen zullen echter zodanig zijn dat de risico's na aanleg alleen lager kunnen uitvallen dan op basis van onderstaande gegevens berekende risico's.

Tabel 1: Minimum leidingparameters van de geprojecteerde gastransportleiding A-803.

Parameter	A-803
Diameter [mm]	1219
Wanddikte [mm]	15,9 (ontwerpfactor 0.65 (B-pijp))
Staalsoort [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]	485
Ontwerpdruk [barg]	79,9
Minimale dekking [m]	1,25

In de omgeving van Schiphol betreft de minimale dekking 1,6 meter. Het betreffende gebied wordt in de berekening gekenmerkt, doordat het in de onderverdeling met PIPESAFE is berekend (segment 2, zie volgende paragraaf).

2.2 Onderverdeling leiding

De beschouwde leiding heeft een lengte van circa 88 kilometer. CAROLA is beperkt tot het rekenen in een gebied van maximaal 10 x 10 kilometer, daarom is het noodzakelijk de leiding op te delen in segmenten passend in een 10 x 10 kilometer gebied (voor PIPESAFE geldt deze voorwaarde niet). Bij de verdeling is rekening gehouden met een noodzakelijke overlap

in de stationing (in verband met de groepsrisico berekening) met een lengte van minimaal 1 kilometer plus de lengte van het invloedsgebied. In Tabel 2 wordt per segment waarvoor het PR en GR is berekend, de stationing van de A-803 weergegeven.

Tabel 2: Geprojecteerde gastransportleiding A-803 opgedeeld in 9 segmenten.

Segment	Stationing [km]	Rekenpakket
1	0.0 - 10.7	CAROLA
2	9.8 – 34.3	PIPESAFE
3	32.1 - 41.3	CAROLA
4	39.6 – 50.7	CAROLA
5	48.9 - 58.4	CAROLA
6	56.7 - 67.9	CAROLA
7	66.2 - 78.1	CAROLA
8	76.5 - 85.9	CAROLA
9	84.0 - 88.2	CAROLA

Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met verschillende windrichtingen en windsnelheden. De te gebruiken windroos wordt bepaald op basis van het dichtstbijzijnde weerstation. Het in de berekeningen gebruikte weerstation is per leidingsegment weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Het in de berekeningen gebruikte weerstation per leidingsegment.

Leidingsegment	Weerstation
1,2,	Schiphol
3,4,5	Valkenburg
6,7	Ypenburg
8,9	Rotterdam

2.3 Bevolkingsgegevens

Bevolkingsgegevens zijn verzameld conform de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [3]. Hierbij is gekeken naar de bevolking binnen de 1% letaliteitsgrens ($10\text{kW}/\text{m}^2$), zijnde 580 m aan weerszijde van de 48" aardgastransportleiding met een ontwerpdruk van 80 bar. Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van bestaande bevolking en indien plannen bekend zijn is tevens een berekening uitgevoerd op basis van de toekomstige bevolkingssituatie.

Voor de toekomstige bevolkingssituatie zijn gegevens aangeleverd door verschillende gemeenten. Enkele mogelijk toekomstige ontwikkelingen zijn door de desbetreffende gemeenten aangemerkt als niet concreet genoeg om mee te nemen in de kwantitatieve analyse. Daarnaast is voor de gemeente Amsterdam een bedrijventerrein beschouwd. Hoewel de leiding zelf niet door de gemeente Amsterdam loopt, overlapt het invloedsgebied wel gedeeltelijk deze gemeente (ter hoogte van Lutkemeer). Eventuele ontwikkelingen van dit bedrijventerrein vallen echter net buiten het invloedsgebied en worden derhalve niet meegenomen in de berekening.

De gemeenten Zuidplas, Haarlemmermeer, Rijnwoude en Velsen hebben toekomstige bevolkingsdata aangeleverd. Naast deze bevolkingsdata zijn nieuwbouwplannen onttrokken uit de eerder uitgevoerde verkennende analyse [4]. De onttrokken plannen zijn nieuwbouwplannen voor golfbaan Bentwoud te Benthuizen en voor Schiphol West. Alle nieuwbouwplannen zijn geprojecteerd in de segmenten 1 t/m 7. In deze segmenten is het GR voor zowel de toekomstige als de bestaande situatie doorgerekend. De bevolkingsdata voor de nieuwbouwplannen van golfbaan Bentwoud zijn destijds aangeleverd door de gemeente Rijnwoude. De bevolkingsdata voor de nieuwbouwplannen van Schiphol West zijn destijds voor de verkennende analyse aangeleverd door DHV B.V.

In Tabel 4 is een overzichtstabel toegevoegd die per gemeente weergeeft welke bevolkingsdata in de betreffende gemeente gebruikt is voor de GR berekeningen. In Appendix A zijn verschillende (topografische) kaarten weergegeven gekoppeld aan tabellen. Deze kaarten en tabellen geven de bevolkingsgegevens weer zoals gebruikt in de GR berekeningen.

Voor de GR berekeningen van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 is voor bestaande bevolking gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van Bridgis (www.bridgis.nl). Deze middels een shapefile opgevraagde data dateert van 18 juli 2011. De gegevens bevatten per adres onder meer de Rijksdriehoekcoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres. Deze hoofdfuncties zijn wonen, werken, gemengd of onbekend. De opgevraagde gegevens bevatten 7677 adressen met 15474 bewoners, 7886 werknemers en 4030 personen met functie gemengd. Daarnaast bevatten de gegevens 164 adressen met functie onbekend, voor deze adressen neemt Bridgis aan dat er geen personen aanwezig zijn. In Figuur 6 t/m Figuur 14 (paragraaf 3.1) zijn de verschillende adressen rond de in segmenten opgedeelde A-803 weergegeven als gekleurde punten. Groen gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie wonen en blauw gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie werken of gemengd.

In de risicoberekeningen is uitgegaan van (conform [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
- Functie gemengd:
 - aanwezigheid van 100% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 100% tijdens de nacht

De verdeling tussen dag en nacht is in CAROLA standaard ingesteld op:

- Dag: 10.5 uur
- Nacht: 13.5 uur

Naast de hoofdfuncties maakt Bridgis onderscheid tussen adressen door ze te classificeren in deelfuncties. Uit de deelfuncties is geïnterpreteerd of een adres een recreatie, zorg of onderwijs (RZO) object is. Over elk van de RZO objecten wordt een correctiefactor toegepast zoals hieronder weergegeven. Op basis van een afspraak tussen Gasunie en het RIVM worden deze factoren toegepast omdat Bridgis bij RZO objecten alleen rekening houdt met werkzame personen en niet met extra aanwezigen. Voorbeelden van extra aanwezigen zijn leerlingen op een basisschool (onderwijs), bewoners van een bejaardentehuis (zorg) en gasten in een hotel (recreatie).

- Deelfunctie recreatie:
 - Correctiefactor overdag 0.5
 - Correctiefactor 's nachts 4.4
- Deelfunctie zorg:
 - Correctiefactor overdag 1.33
 - Correctiefactor 's nachts 0.53
- Deelfunctie onderwijs:
 - Correctiefactor overdag 10.0
 - Correctiefactor 's nachts 0.0

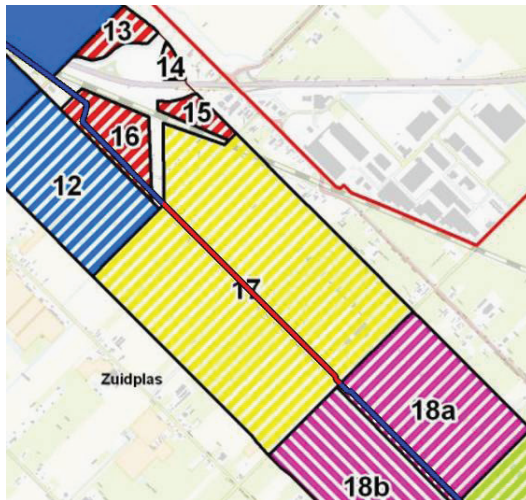
In de gemeenten Haarlemmermeer en Zuidplas zijn bestaande bevolkingsgegevens beschikbaar uit data van de gemeenten zelf en uit de Bridgis database. In dat geval zijn de bevolkingsgegevens zoals aangeleverd door de gemeenten leidend en zijn deze gebruikt voor de GR berekeningen.

Tabel 4: Overzichtstabel bevolkingsdata per gemeente zoals gebruikt voor de GR berekening.

Gemeente	Bevolkingsgegevens	Kenmerk data en ontvangstdatum
Amsterdam	Bridgis	-
Bergambacht	Bridgis	-
Beverwijk	Bridgis	-
Graafstroom	Bridgis	-
Haarlemmerliede en Spaarnwoude	Bridgis	-
Haarlemmermeer	Bridgis en aangeleverde data	"Gasleiding 48inch Hm 050411.xlsx" (2-5-2011), "Gasleiding vlakken.dxf" (2-5-2011), "S1_detail2toekomstig.bmp" (12-11-08) en "S1_populatie_toekomstig.xls" (12-11-08)
Heemskerk	Bridgis	-
Kaag en Braassem	Bridgis	-
Lansingerland	Bridgis	-
Nederlek	Bridgis	-
Nieuw-Lekkerland	Bridgis	-
Ouderkerk	Bridgis	-
Rijnwoude	Bridgis en aangeleverde data	"Golfbaan_Bentwoud.pdf" (6-3-09) en "Omgevingsdata groepsrisicoberekening.doc" (6-3-09) "Gasleiding-tracestrook.dxf" (12-08)
Velsen	Bridgis en aangeleverde data	"Inventarisatie_bevolkingsdata_gasunie_Velsen.pdf" (14-7-2011)
Vlist	Bridgis	-
Zaanstad	Bridgis	-
Zuidplas	Bridgis en aangeleverde data	"110322 Kaart Letaliteit en Functies Zuidplas.jpg" (24-3-11) en "110322 Bevolkingsgebieden aardgasleiding A803 Zuidplas.xls" (24-3-11)

Op basis van deze bevolkingsgegevens zijn in de risicostudie twee uitzonderingen toegepast op de in paragraaf 2.1 genoemde ontwerpgegevens. Hoewel het plaatsgebonden risico voldoet aan de eisen uit het Bevb, is de bevolkingsdichtheid zodanig hoog, dat een aanpassing van het ontwerp wenselijk is geworden op basis van de GR-berekening.

Een van deze locaties is in de gemeente Zuidplas waar plaatselijk gebruik gemaakt wordt van pijpleidingen met een wanddikte van 22.7 mm. Dit deel is weergegeven in Figuur 1 en loopt van stationing 66440 t/m 67900.

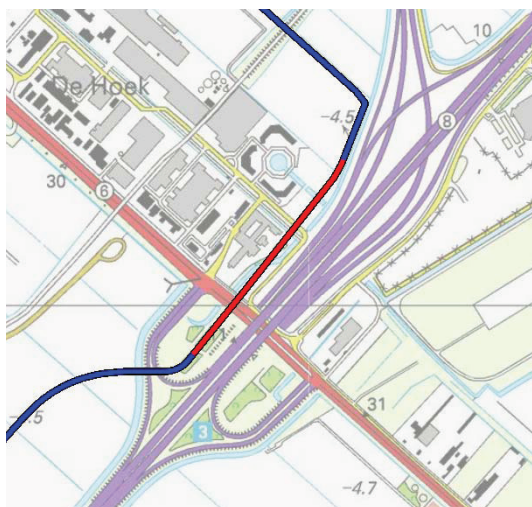


Figuur 1: Geprojecteerde gastransportleiding A-803 (blauw) in gemeente Zuidplas waarbij het rood gekleurde deel een wanddikte van 22.7 mm heeft (ontwerpfactor 0.45 (D-pijp)). Dit deel loopt van stationing 66440 t/m 67900. (Dit figuur is een detailopname van Figuur 47 uit Appendix A).

De extra wanddikte heeft een mitigerende werking op het risico en hiermee is in de PR en GR berekeningen rekening gehouden. Zonder deze aanpassing zou in Zuidplas het plaatgebonden risico aan de norm voldoen, maar zou de oriëntatiewaarde van het groepsrisico worden overschreden (overschrijdingsfactor >10).

Een tweede uitzondering op de leidingparameters uit Tabel 1 betreft het gebied "de Hoek" in de gemeente Haarlemmermeer. Hier wordt gebruik gemaakt van een boring. Ter hoogte van de boring heeft de leiding een wanddikte van 22.7 mm (ontwerpfactor 0.45 (D-pijp)) en ligt minimaal 2 meter diep (vanaf een diepte groter dan 2 meter vermindert het risico niet meer). Dit deel is weergegeven in Figuur 2 en loopt van stationing 28048 t/m 28663.

Hoewel op basis van de ontvangen bevolkingsgegevens geen directe overschrijding van het groepsrisico zou plaatsvinden, is bij volledige bezetting van een nabij gelegen hotel toch een mogelijke overschrijding van het groepsrisico te vinden. Aangezien vanwege constructietechnische redenen een boring is voorzien, is hier met het actuele ontwerp (22.7 mm wanddikte en minimaal 2 m diepteligging) gerekend. Hierdoor is er zelfs bij continue, volledige bezetting van het hotel geen overschrijding van de oriëntatiewaarde.



Figuur 2: Geprojecteerde gastransportleiding A-803 (blauw) in gemeente Haarlemmermeer waarbij het rood gekleurde deel een wanddikte van 22.7 mm (ontwerpfactor 0.45 (D-pijp)) en een dekking van minimaal 2 meter heeft. Dit deel loopt van stationing 28048 t/m 28663.

2.4 Risico verhogende objecten langs de leiding

Wanneer risicoverhogende objecten (gevaren van buiten de leiding die effect kunnen hebben op de leiding) meer dan 10% bijdragen aan het risico, dienen deze te worden meegenomen in de analyse van de leiding.

Om deze reden zijn hoogspanningsmasten, windturbines en vliegroutes in de nabijheid van de leiding geanalyseerd.

2.4.1 Invloed van hoogspanningsmasten

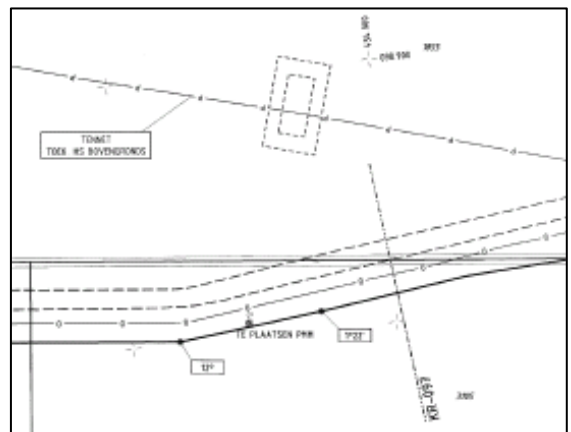
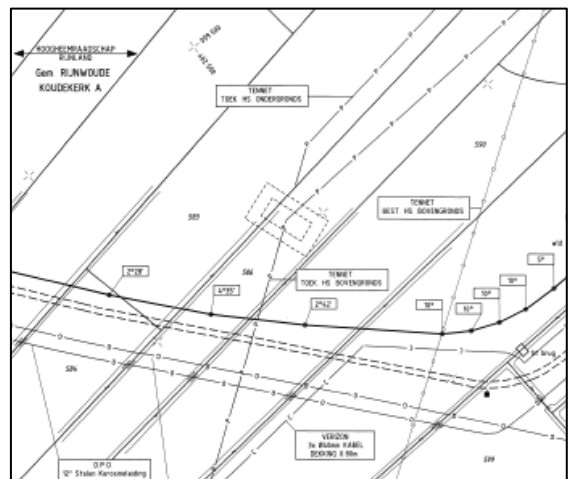
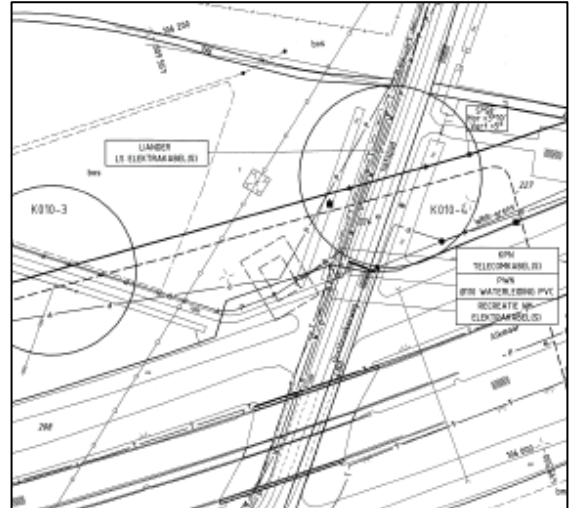
Nieuwe Randstad 380 kV Noordring

De verwachting is dat op korte termijn een besluit over het tracé van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring wordt genomen. Onderdeel van de realisatie van de Randstad 380 kV Noordring is, naast het realiseren van een nieuwe hoogspanningsverbinding, het verwijderen van enkele (delen van) bestaande hoogspanningsverbindingen.

Hoogspanningsmasten in de directe nabijheid van een gasleiding kunnen invloed hebben op de externe veiligheid van de gasleiding. Het geplande tracé van de aardgastransportleiding Beverwijk – Wijngaarden ligt op drie plaatsen binnen de invloedssfeer van de masten van de geplande Randstad 380 kV Noordring hoogspanningsverbinding.

Deze plaatsen zijn:

- ten noorden van rijksweg A9, nabij de Oosterbroekerweg in de gemeente Velsen (mastnummer 8 van de hoogspanningsverbinding). De mastlocatie bevindt zich 17 meter vanaf het leidingtracé. Op deze mastpositie worden twee buismasten met een hoogte van ca 62 meter geplaatst, welke onafhankelijk van elkaar invloed kunnen hebben op de externe veiligheid van de gasleiding. Het leidingtracé valt hier over een lengte van ca 100 meter binnen het valgebied van de buismasten. Dit betekent dat bij val van een de buismasten de leiding getroffen kan worden.
- de Hondsdijkse Polder in de gemeente Rijnwoude en vanaf daar tot net ten noorden van Moerkapelle (mast 74 van de hoogspanningsverbinding). Deze mastlocatie bevindt zich 46 meter vanaf het leidingtracé. De uitvoering (twee buismasten op een fundatie) is verder identiek aan die van mastlocatie 8. Hier wordt de leiding over een afstand van ca 60 meter beïnvloed door de aanwezigheid van deze masten van de 380 kV hoogspanningsverbinding.
- nabij de golfbaan Bentwoud, zuidelijk van de Hoogeveense Weg in de gemeente Rijnwoude (nabij mast 97 van de hoogspanningsverbinding). Deze mastlocatie bevindt zich ca 50 meter vanaf het leidingtracé. Omdat de gasleiding hier op grote diepte wordt aangelegd met behulp van een gestuurde boring is geen sprake van invloed op de veiligheid van de nieuwe aardgastransportleiding. De leiding ligt ver beneden de diepte waarop een vallende

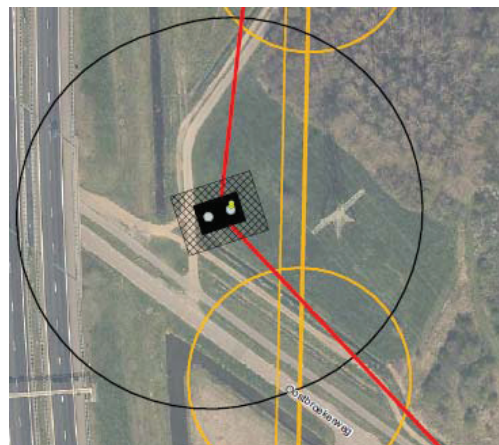


mast in de grond kan dringen. Ook een eventuele schokgolf als gevolg van een vallende hoogspanningsmast heeft met deze diepteligging geen leidingfalen tot gevolg.

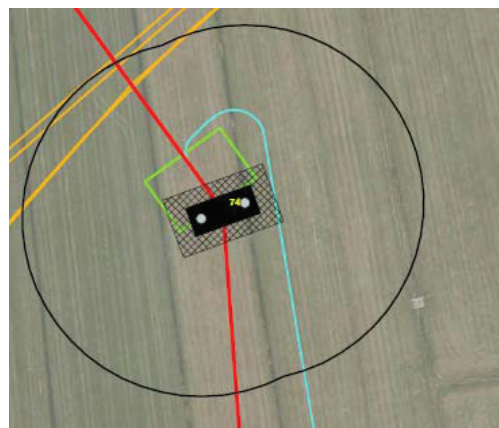
Het ontwerp van de overige mastlocaties van de Randstad 380 kV Noordring hoogspanningsverbinding van TenneT gaat uit van plaatsing op een afstand van de nieuwe aardgastransportleiding die groter is dan de hoogte van de buismasten. De overige mastlocaties vormen dus geen risico voor de aardgastransportleiding.

Uit onderzoeken uitgevoerd door Deltares [6] blijkt dat, rekening houdend met de ter plaatse aanwezige bodemsamenstelling/bodemopbouw:

- Op de mastlocatie nabij de Oostbroekerweg (mast 8) bij een diepteligging van de leiding op 150 cm beneden maaiveld geen effecten (ook niet t.g.v. schokgolven) optreden die tot leidingfalen leiden. De indringdiepte van de mast blijft beperkt tot maximaal 130 cm. Dit betreft het leidingdeel in de gemeente Spaarndam tussen de stationing met RD coördinaten 106122/ 495638 en de stationing met RD coördinaten 106119/495523.



- Op de mastlocatie de Hondsdijkse Polder in de gemeente Rijnwoude (mast 74) blijkt dat bij een diepteligging van 250 cm beneden het maaiveld geen effecten (ook niet t.g.v. schokgolven) optreden. De indringdiepte van de mast blijft beperkt tot maximaal 240 cm. Dit betreft het gedeelte in de gemeente Bentwoude tussen de stationing met RD coördinaten 99395/462573 en de stationing met RD coördinaten 99343/462517. De leiding op dit gedeelte wordt i.v.m. de ligging onder twee sloten op een diepte van 250 cm beneden het maaiveld aangelegd.



Met de genoemde diepere ligging (dan de standaard diepteligging) van de leiding op deze twee plaatsen heeft de 380kV geen gevolgen voor de externe veiligheid van de leiding.

Bestaande hoogspanningsverbindingen die als gevolg van de aanleg van de Randstad 380 kV Noordring hoogspanningsverbinding zullen verdwijnen.

Als gevolg van de aanleg van de Randstad 380 kV Noordring hoogspanningsverbinding zullen een aantal hoogspanningsverbindingen verdwijnen. De locaties waar, ingeval Randstad 380 kV Noordring geen doorgang vindt, rekening moet worden gehouden met invloed van de bestaande hoogspanningsverbinding op externe veiligheid van de aardgastransportleiding zijn de volgende:

- Bestaande hoogspanningsleiding ten noorden van rijksweg A9, nabij de Oosterbroekerweg in de gemeente Velsen. Deze mast staat ca 15 meter van de aardgasleiding, juist aan de andere zijde dan de genoemde geplande mast 8 van de nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding. Indien deze hoogspanningsverbinding niet zal worden verwijderd wordt nader onderzoek verricht naar de invloed van deze mast op de aardgastransportleiding. Indien uit dit onderzoek blijkt dat er sprake is van risico's voor de leiding zullen passende maatregelen genomen worden om aan de externe veiligheidseisen te kunnen voldoen. Een mogelijke maatregel kan dan zijn om deze hoogspanningsmast van het type 'vakwerkmast' te vervangen door een mast van het type 'wintrack'. Voor de wintrackmast is uit onderzoek gebleken dat evt. omvallen daarvan geen effecten heeft op de veiligheid van de leiding.
- Ter hoogte van rijksweg A9 en Spaarndammerdijk in de gemeente Haarlemmerliede. De gasleiding wordt hier als gestuurde boring aangelegd. De diepteligging van de leiding is ca -25 m t.o.v. het maaiveld, De masten van de 150 kV verbinding die het dichtst bij de leiding staan (op een afstand van ca 20 meter) kunnen bij omvallen de leiding niet beschadigen. De indringdiepte van een mast blijft ruim boven de diepteligging van de leiding. Ook een eventuele schokgolf als gevolg van een vallende hoogspanningsmast heeft met deze diepteligging geen leidingfalen tot gevolg.

Op andere locaties staan de hoogspanningsmasten ver genoeg van de aardgastransportleiding af zodat er geen sprake is van mogelijke risico's voor de aardgastransportleiding.

Dit betekent dat ook indien de Randstad 380 kV Noordring hoogspanningsverbinding geen doorgang vindt, de bestaande hoogspanningsverbinding die gehandhaafd blijft geen risico vormt voor de veiligheid van de aardgastransportleiding.

Overige hoogspanningsverbindingen

Voor de overige hoogspanningsverbindingen die in dezelfde gebieden liggen als het tracé voor de aardgastransportleiding geldt dat de afstanden van de hoogspanningsmasten tot de leiding voldoende zijn om risico's voor de aardgastransportleiding uit te sluiten.

2.4.2 Invloed van windturbines

In de directe omgeving van de geprojecteerde leiding zijn geen windturbines opgesteld die bijdragen het risico op falen van de gasleiding.

2.4.3 Invloed van vliegroutes

De geprojecteerde buisleiding doorkruist de Polderbaan van Schiphol en twee aanliggende taxiroutes voor de vliegtuigen. Op die locatie is een buisleidingenstrook aanwezig met meerdere leidingen. Het effect van de gasleiding op de Polderbaan Schiphol is beperkt, omdat ter plaatse van de kruising de gasleiding 23 meter onder het maaiveld ligt en eventueel van de landingsbaan afrakende landende of taxiënde vliegtuigen een geringe snelheid en een beperkte neerwaartse druk hebben. In de risicoberekening is echter conservatief uitgegaan van de generieke gegevens zoals deze voor het gehele gebied rondom Schiphol gelden: aangenomen is een diepteligging van 1,6 m en voor de overige parameters de standaard waarden uit *Tabel 1*. Hierdoor wordt het risico van de leiding ter plaatse van de landingsbaan overschat ten opzichte van de specifieke, geprojecteerde ligging van de leiding.

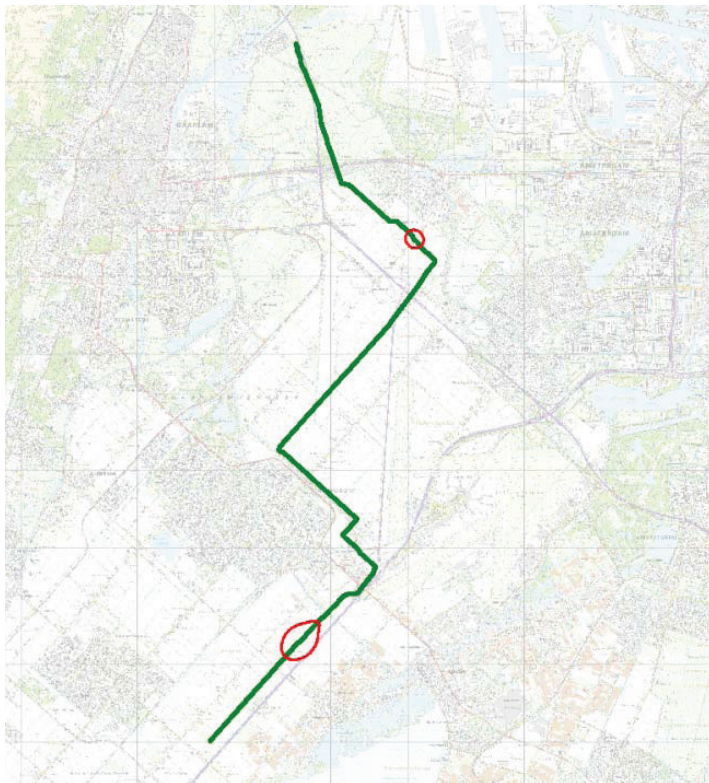
De kans dat een vliegtuig neerstort in de directe nabijheid van de leiding (in trefkans per km per jaar) is door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) berekend [7]. In combinatie met berekeningen [8] van Deltares (het indringen in de grond) is bepaald welke fractie van neerstortende vliegtuigen bijdraagt aan de faalfrequentie van de leiding. Hierbij is aangenomen dat indien een vliegtuig de leiding treft de leiding faalt en altijd directe ontsteking zal optreden.

In de berekeningen van het NLR zijn verschillende categorieën vliegtuigen opgenomen, namelijk de "large airplanes", "wide body jets" en "medium airplanes". Op schiphol is het percentage van deze vliegtuigen dat opstijgt of landt volgens het NLR-rapport respectievelijk 10%, 20% en 70%. Het blijkt uit berekeningen van Deltares dat niet elke categorie vliegtuig voldoende kinetische energie heeft om leiding A-803 te laten falen indien het vliegtuig op de leiding terecht komt. Hierbij spelen de hoek van inval van het vliegtuig, grondsoort, diepteligging en de wanddikte van de leiding een rol.

Zo blijkt uit de analyse dat de berekende indringdiepte van "medium airplanes" niet dieper is dan 90 cm bij een ongeval met de hoogste vliegsnelheid, het hoogste gewicht van het vliegtuig en de meest ongunstige hoek van neerkomen. Ook bleek dat de rekgrens van het pijpleiding materiaal minder dan 4% is, ver beneden de veilig toelaatbare waarde van 8%. Hieruit volgt dat ongevallen met "medium airplanes" niet leiden tot schade aan de leiding, en dus de faalfrequentie van de leiding door neerstortende "medium airplanes" met 70% afneemt.

Daarnaast kan uit de analyses van de ongevallen met de diverse vliegtuigen geconcludeerd worden dan minimaal 97% van de ongevallen niet tot schade aan de leiding leidt mits deze een wanddikte heeft van 22,7 mm.

Een analyse is gemaakt waar toepassing van deze verhoogde wanddikte noodzakelijk is. Onderstaand plaatsgebonden risico volgt uit toepassing van de standaard wanddikte van 15.9 mm (conform paragraaf 2.1) en met inbegrip van alle vliegtuig categorieën.



Figuur 3: Plaatsgebonden risico van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 2 (paragraaf 2.2) stationing 9.8 – 34.3 km. Het PR is op twee locaties hoger dan 10^{-6} per jaar, wanneer de volledige, door het NLR berekende raakfrequentie [7] van vliegtuigen, wordt verrekend. Hierbij wordt nog geen rekening gehouden met verzachtende omstandigheden, zoals grondsoort of massa van het vliegtuig.

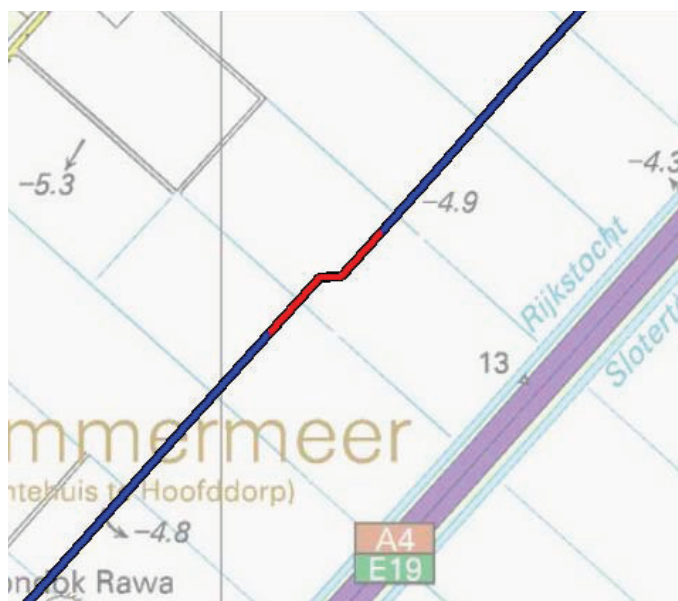
Detailanalyse van de noordelijke locatie met overschrijding van het PR

Bij het uitvoeren van de PR berekeningen is geen rekening gehouden met het feit dat alle vliegtuigen uit de categorie "medium airplanes" kunnen worden uitgesloten als faaloorzaak van de leiding zoals hierboven is beschreven. Dit betekent dat de door de NLR berekende kans dat een vliegtuig de leiding treft vermenigvuldigd kan worden met een factor 0.3. Dit heeft tot gevolg dat er geen 10^{-6} per jaar PR contouren meer ontstaan bij deze locatie.

Detailanalyse van de zuidelijke locatie met overschrijding van het PR

Bij deze zuidelijke locatie uit Figuur 3 blijkt het uitsluiten van alleen "medium airplanes" niet voldoende om het PR beneden de 10^{-6} per jaar te krijgen. Aanvullende mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om het PR te reduceren en daarmee aan de wettelijke grenswaarde te voldoen. Een van deze maatregelen is het verhogen van de wanddikte van de leiding ter hoogte van de zuidelijke locatie uit Figuur 3. Zoals eerder vermeldt blijkt uit de berekeningen van Deltares [8] blijkt dat bij een verhoogde wanddikte van 22.7 mm niet alleen vliegtuigen uit de categorie medium airplanes maar ook een gedeelte van de categorieën large airplanes en wide body jets kunnen worden uitgesloten als faaloorzaak van de leiding. Het totale gedeelte van de vliegtuigen wat kan worden uitgesloten blijkt hierdoor minimaal 97% te zijn. Dit betekent dat de door de NLR berekende kans dat een vliegtuig de leiding treft vermenigvuldigd kan worden met een factor 0.03 daar waar de wanddikte minimaal 22.7 mm betreft.

Het toepassen van een verhoogde wanddikte wordt ter hoogte van de zuidelijke locatie toegepast als mitigerende maatregel voor het PR. Dit is inclusief de aanname van Deltares dat 97% van de vliegtuigen kan worden uitgesloten. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor deze locatie om te bepalen over welke lengte van het leidingtracé de wanddikte dient te worden verhoogd tot 22.7 mm. In Figuur 4 is het resultaat van deze gevoeligheidsanalyse weergegeven. Het rode gedeelte van de leiding in deze figuur moet worden uitgerust met een wanddikte van minimaal 22.7 mm zodanig dat het PR de waarde 10^{-6} per jaar niet overschrijdt.



Figuur 4 Het rode deel van de leiding dient te worden met een wanddikte van 22.7 mm om het PR te reduceren tot onder het wettelijke niveau. Dit deel van de leiding loopt van Rijksdriehoekcoördinaten (RD) X:108250 Y: 476650 t/m X: 108075 Y: 476493 dit komt overeen met stationing 30865 t/m 30632 van het tracé Beverwijk - Wijngaarden

Uit Figuur 4 blijkt dat over een lengte van 233 meter (van stationing 30632 tot 30865) een wanddikte van 22.7 mm moet worden toegepast zodanig dat het PR de waarde 10^{-6} per jaar niet overschrijdt.

Diepteligging nabij Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder

Ten noorden van de Ringvaart van de Haarlemmermeer zijn slappe grondlagen aanwezig. De analyse van Deltares toont aan dat over een beperkte strook ter hoogte van de noordelijke Ringvaart een maximale indringdiepte van 4,5 m geldt. Wanneer de leiding op minimaal 5,0 m diepte ligt, kan een bijdrage aan de faalfrequentie van de leiding worden uitgesloten. Daar waar de leiding de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder kruist is de bodem echter van een dergelijke kwaliteit dat pas vanaf 7,0 m diepteligging van de leiding een beïnvloeding van de leiding kan worden uitgesloten. Het rode deel van de leiding in Figuur 5 geeft het gedeelte weer waar dit van toepassing is.



Figuur 5 Het gedeelte van leiding A-803 (rood) met een gronddekking van meer dan 7 meter, vanaf waar bij de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder vliegtuigen als faaloorzaak van de leiding worden uitgesloten. Dit deel van de leiding loopt van Rijksdriehoekcoördinaten (RD) X:109058 Y: 489017 t/m X: 109251 Y: 488442. Dit komt overeen met stationing 13210 t/m 13840 van het tracé Beverwijk- Wijngaarden.

Vanwege de invloed van vliegtuigen behoort dit deel van de leiding tot het deel waarvoor met PIPESAFE is gerekend. Deze locatie bevindt zich derhalve in de onderverdeling in segment 2, in het bovenste gedeelte van Figuur 7 uit paragraaf 3.1.2. De generieke diepteligging in de omgeving is 1,6 meter en loopt lokaal op vanwege de boring. De boring zelf betreft een leiding met een wanddikte van 19,1 mm. In de risicoberekening is echter conservatief uitgegaan van de standaard waarde van 15,9 mm. Afgezien van de diepteligging zijn ook de overige parameters (diameter, staalsoort en ontwerpdruk) conform Tabel 1 toegepast.

3 RISICOBEREKENINGEN

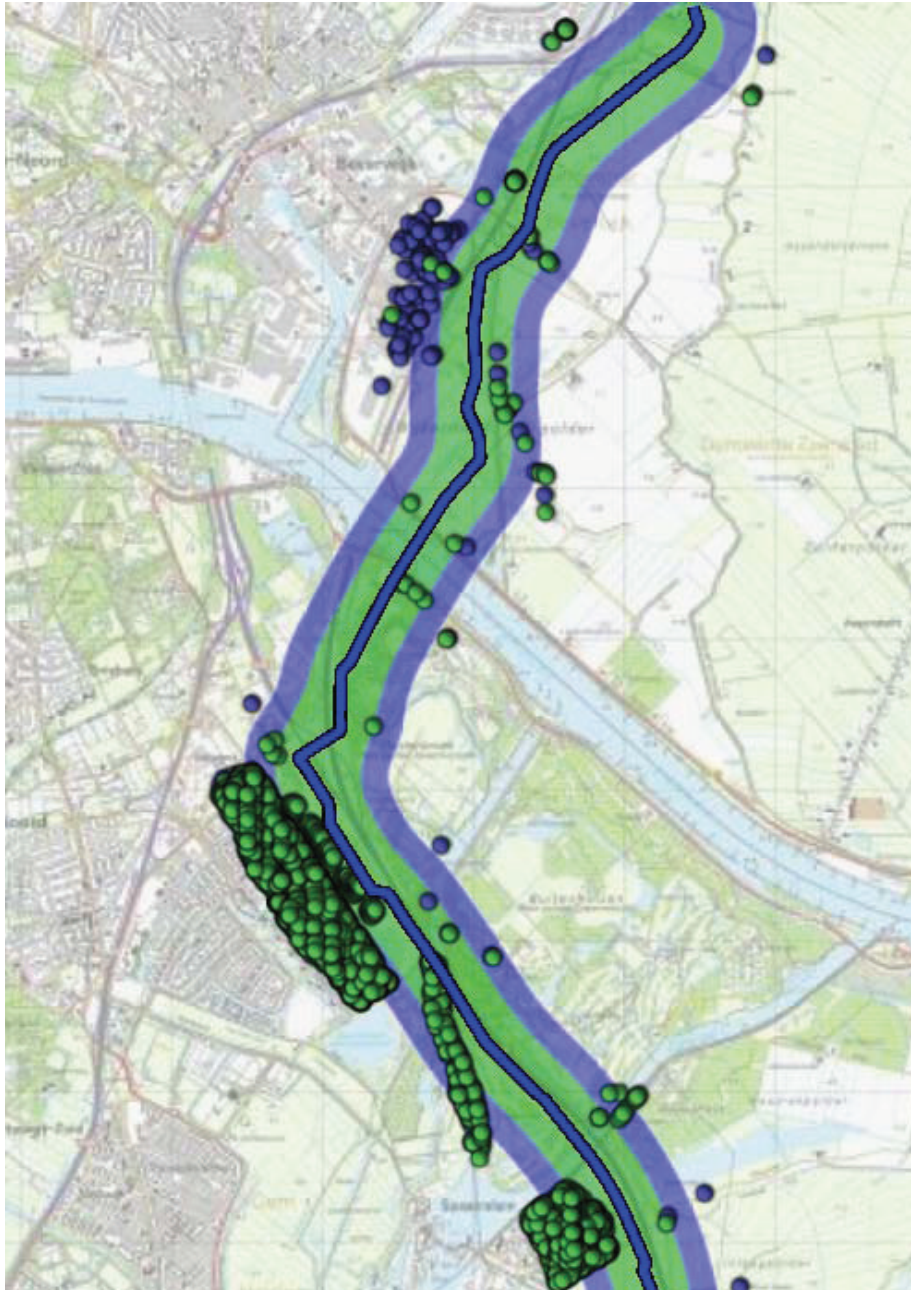
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de verschillende PR en GR berekeningen weergegeven.

3.1 Plaatsgebonden risico

Voor de geprojecteerde gastransportleiding A-803 is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd. In Figuur 6 t/m Figuur 14 is de geografische ligging van de gastransportleiding per in paragraaf 2.2 beschreven segmenten weergegeven. Hierbij worden ook de eventuele 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar plaatsgebonden risicocontouren weergegeven. Uit de berekening blijkt dat voor de beschouwde situatie het PR overal kleiner is dan 10^{-6} per jaar. Om die reden worden geen 10^{-6} per jaar PR contouren weergegeven. Wel worden 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren weergegeven respectievelijk als blauw en groen gekleurde gebieden.

De bevolkingsgegevens worden in Figuur 6 t/m Figuur 14 per adres als gekleurd punt weergegeven, het betreft de adressen in de toekomstige situatie. Groen gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie wonen en blauw gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie werken of gemengd. Grote hoeveelheden gekleurde punten kunnen in Figuur 6 t/m Figuur 14 door het zoomniveau lijken op zwarte vlakken. Deze vlakken zijn bevolkingsvlakken waarbinnen bevolkingspunten in een 15 meter bij 15 meter raster zijn verdeeld. Binnen deze vlakken komen gekleurde punten niet overeen met adressen, maar met een regelmatige verdeling van mensen over een bepaald oppervlak. Veelal is dit toegepast voor toekomstige bebouwing, waarbij wel het oppervlak, maar nog niet de adressen bekend zijn.

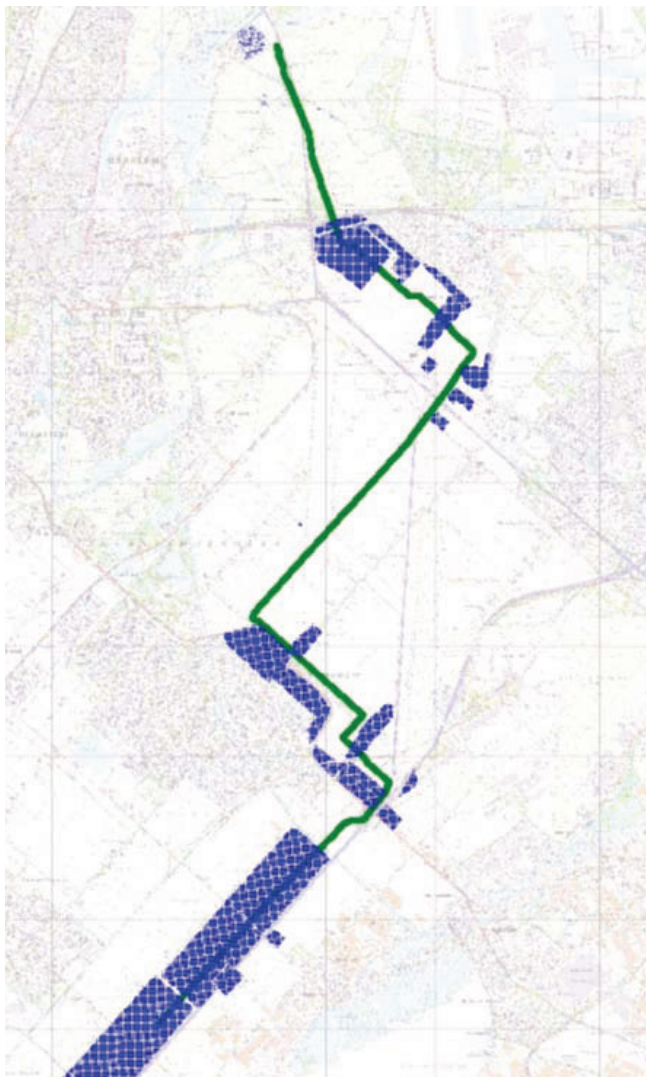
3.1.1 Segment 1



Figuur 6: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 1 (paragraaf 2.2) stationing 0.0 – 10.7 km. Het PR is overall rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers.

3.1.2 Segment 2

Conform hetgeen is aangegeven in de inleiding van dit rapport, is het voorgeschreven rekenpakket CAROLA niet in staat om additionele faalfrequenties (invloeden van buiten) mee te nemen in de berekening. Hierdoor is voor de berekening in de omgeving van Schiphol teruggegrepen op het rekenpakket PIPESAFE (het pakket wat ten grondslag ligt aan CAROLA, zie de brief van het RIVM [5]), waarmee de invloed van vliegtuigen op het risico van de aardgastransportleiding is meegenomen.



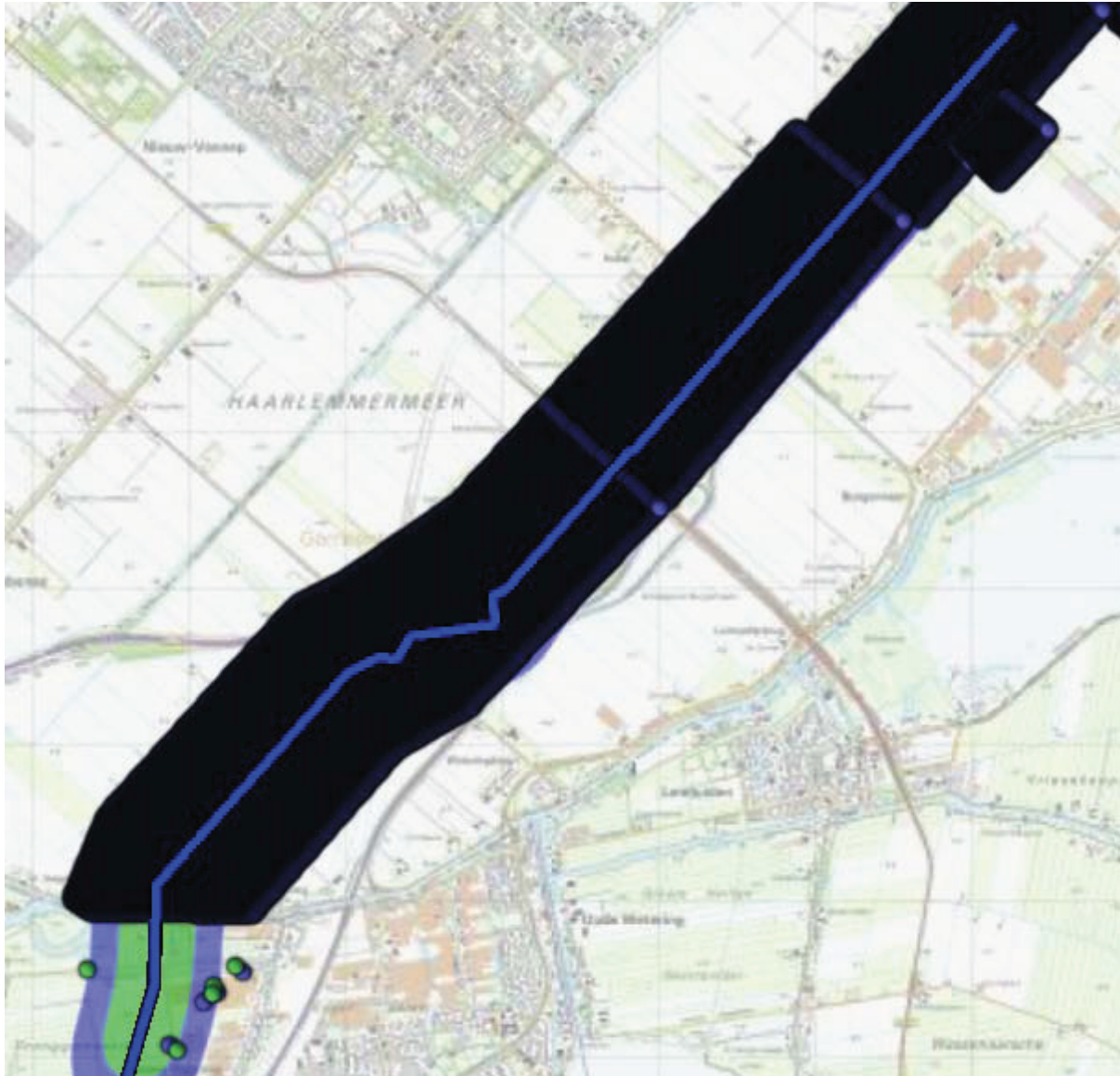
In hoofdstuk 2 is beschreven hoe de invloed van de vliegtuigen is meegenomen in de berekening van het risico. De diepteligging van het hier getoonde tracé is minimaal 1,6m onder het maaiveld, wat afwijkt van de standaard van 1,25 m voor de overige segmenten.

Ter hoogte van de Geniedijk en "de Hoek" in Hoofddorp, wordt gebruik gemaakt van een boring. De aangepaste diepteligging (en wanddikte) is verwerkt in de risicoberekening. De details zijn beschreven in paragraaf 2.4.3 (Geniedijk) en paragraaf 2.3 ("de Hoek").

In het zuidelijk deel van segment 2 is tevens lokaal een grotere wanddikte toegepast om een groter deel van de vliegtuigen (bij 1,6 m diepteligging) te kunnen uitsluiten als faaloorzaak. Deze details zijn beschreven in paragraaf 2.4.3.

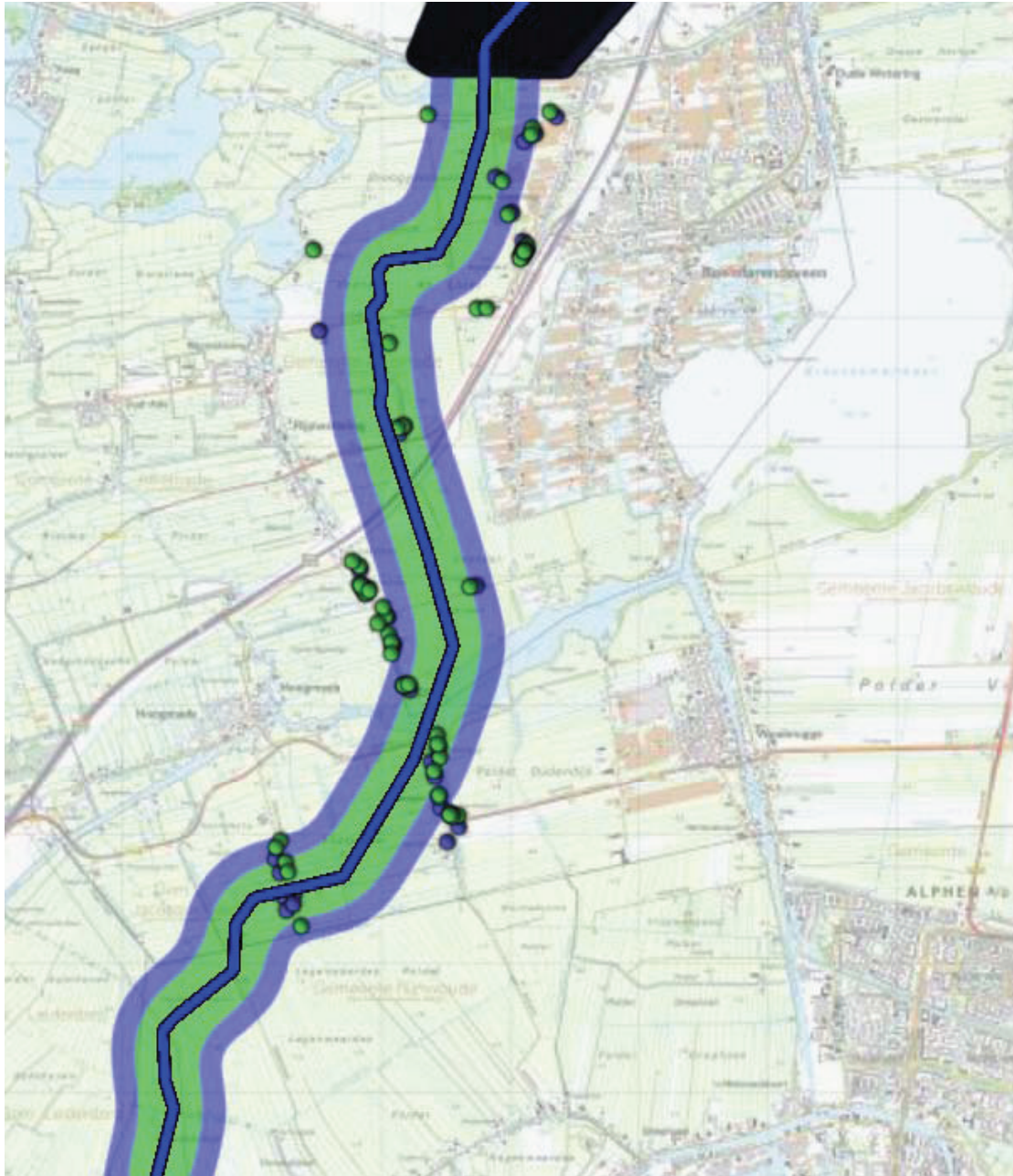
Figuur 7: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803, segment 2 (PIPESAFE) stationing 9.8 – 34.3 km. Het PR is overal rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De leiding is weergegeven in groen. De bevolking is weergegeven in blauw.

3.1.3 Segment 3



Figuur 8: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 3 (paragraaf 2.2) stationing 32.1 – 41.3 km. Het PR is overall rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers. NB: door de plaatselijk hoge dichtheid van blauwe punten lijkt dit één zwart vlak te worden.

3.1.4 Segment 4



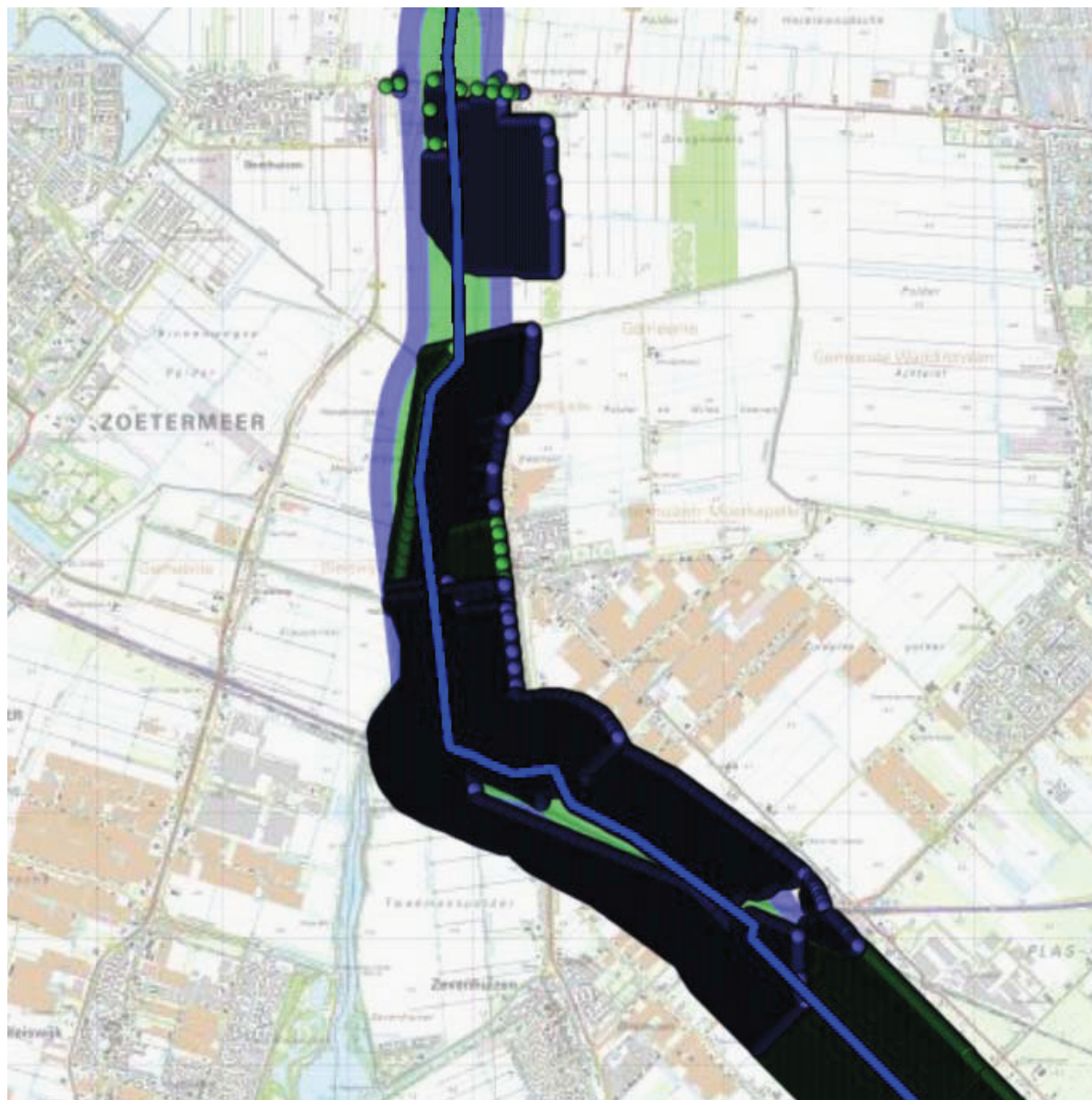
Figuur 9: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 4 (paragraaf 2.2) stationing 39.6 – 50.7 km. Het PR is overall rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers.

3.1.5 Segment 5



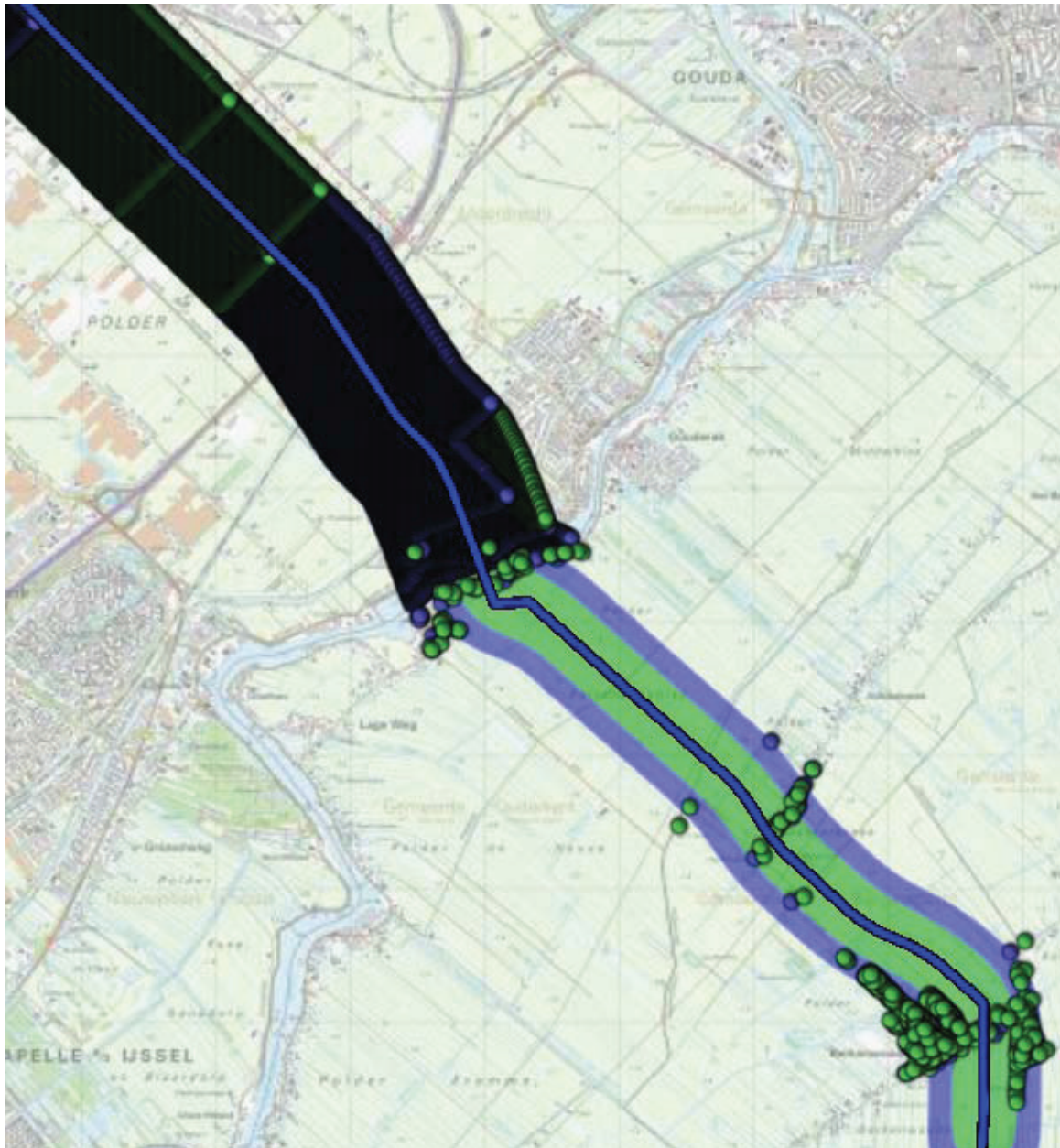
Figuur 10: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 5 (paragraaf 2.2) stationing 48.9 – 58.4 km. Het PR is overal rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers.

3.1.6 Segment 6



Figuur 11: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 6 (paragraaf 2.2) stationing 56.7 – 67.9 km. Het PR is overall rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers. NB: door de plaatselijk hoge dichtheid van blauwe punten lijken dit zwarte vlakken te worden.

3.1.7 Segment 7



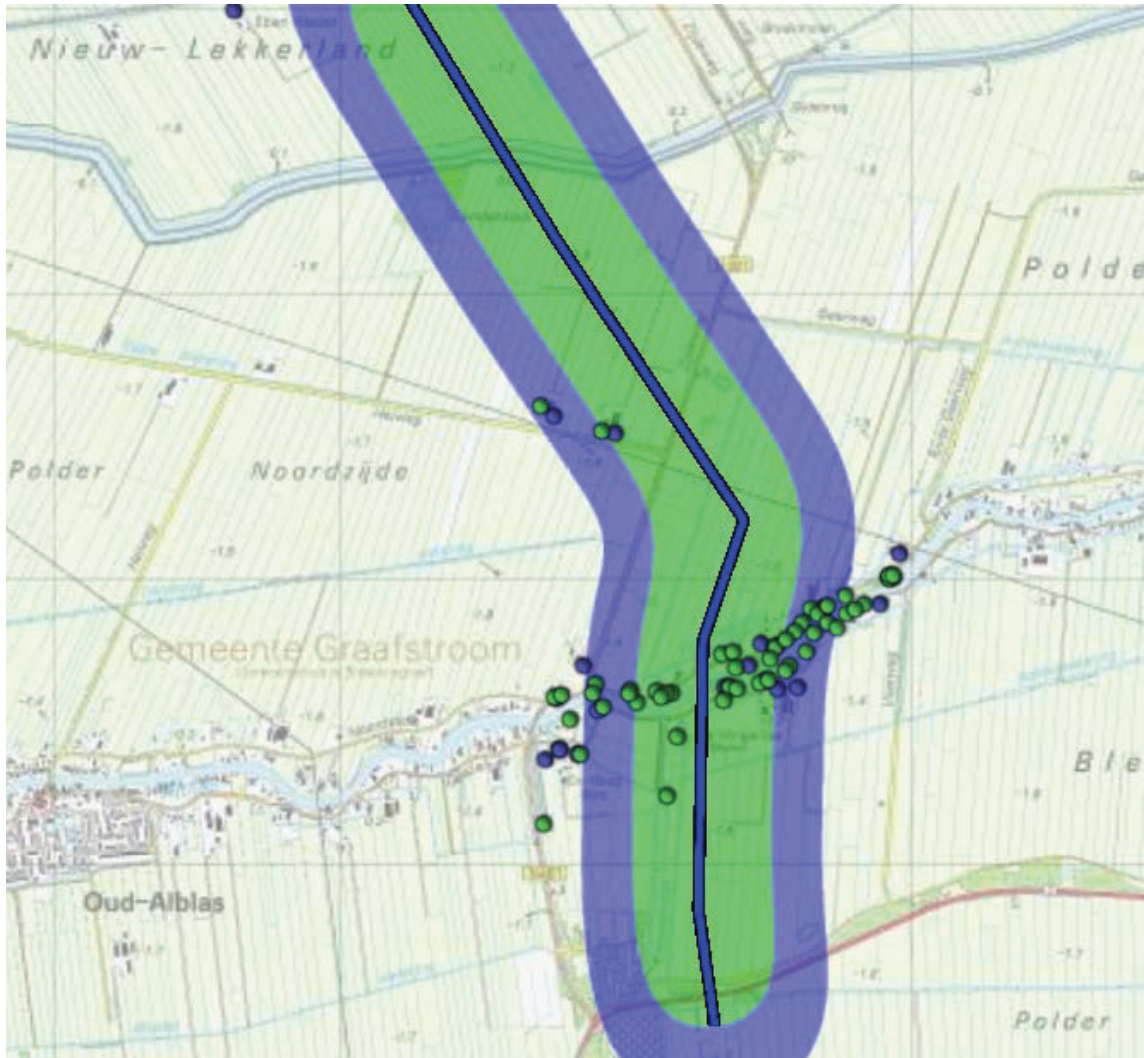
Figuur 12: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 7 (paragraaf 2.2) stationing 66.2 – 78.1 km. Het PR is overal rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers. NB: door de plaatselijk hoge dichtheid van blauwe punten lijkt dit één zwart vlak te worden.

3.1.8 Segment 8



Figuur 13: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 8 (paragraaf 2.2) stationing 76.5 – 85.9 km. Het PR is overall rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers.

3.1.9 Segment 9



Figuur 14: Ligging van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 segment 9 (paragraaf 2.2) stationing 84.0 – 88.2 km. Het PR is overal rond dit segment kleiner dan 10^{-6} per jaar. De blauw en groen gekleurde gebieden markeren respectievelijk de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR contouren. De gekleurde punten zijn de adressen binnen het invloedsgebied van de leiding, waarbij groen staat voor bewoners en blauw voor werknemers.

3.2 Groepsrisico

Voor elk van de 9 segmenten (paragraaf 2.2) waarin de geprojecteerde gastransportleiding A-803 is opgedeeld, is het groepsrisico berekend voor die kilometer die het hoogste groepsrisico oplevert (worst-casesegment).

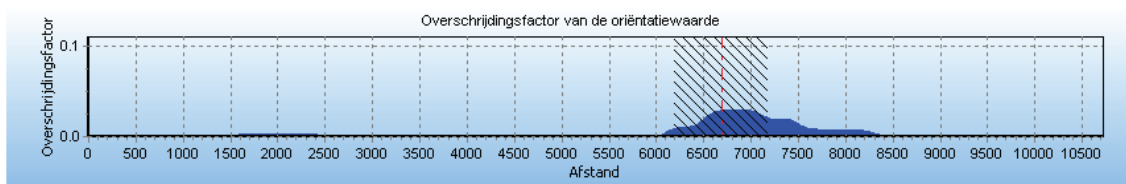
Het groepsrisico dient middels een zogenaamde FN-curve te worden vergeleken met de oriëntatiewaarde. De overschrijdingsfactor is de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of 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.

Om de maximale overschrijdingsfactor van de leiding te vinden is per stationing de overschrijdingsfactor berekend. Deze is bepaald door rondom elk punt op de leiding een segment van een kilometer te selecteren, dat gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve berekend en van deze FN-curve de overschrijdingsfactor. Deze resultaten zijn uitgezet in een grafiek per segment. Voor het maximum van de overschrijdingsfactor op een segment is de gehele FN-curve tevens weergegeven. Daarnaast wordt de ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor weergegeven op een topografische kaart, waarop ook adressen worden weergegeven als blauwe en groene punten.

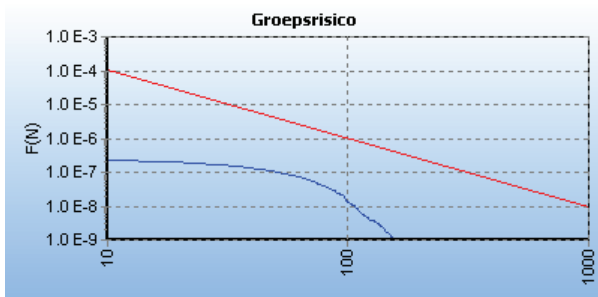
In Figuur 15 t/m Figuur 46 zijn de overschrijdingswaarden en FN-curven weergegeven van de in segmenten opgedeelde A-803 voor de bestaande situatie en indien van toepassing ook voor de toekomstige bevolkingssituatie.

3.2.1 Segment 1

Toekomstige bevolkingssituatie:



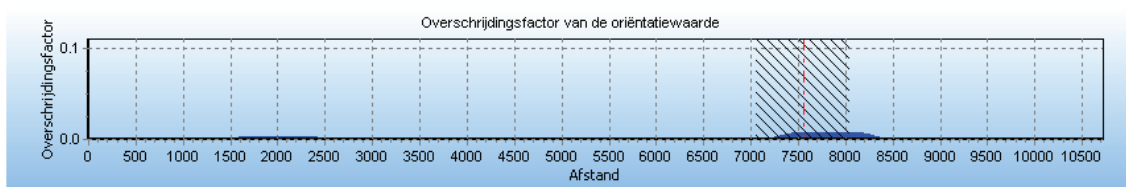
Figuur 15: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 1 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.



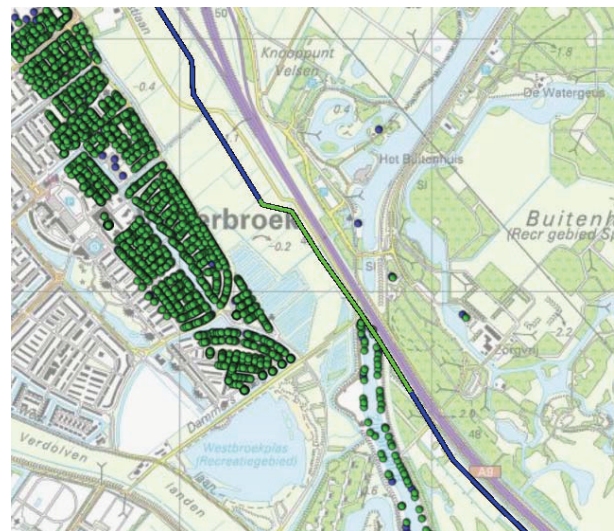
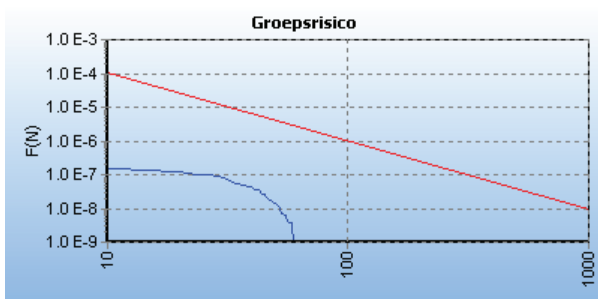
Figuur 16: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.03) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 1 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 17: Overschijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 1 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.



Figuur 18: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.01) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 1 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

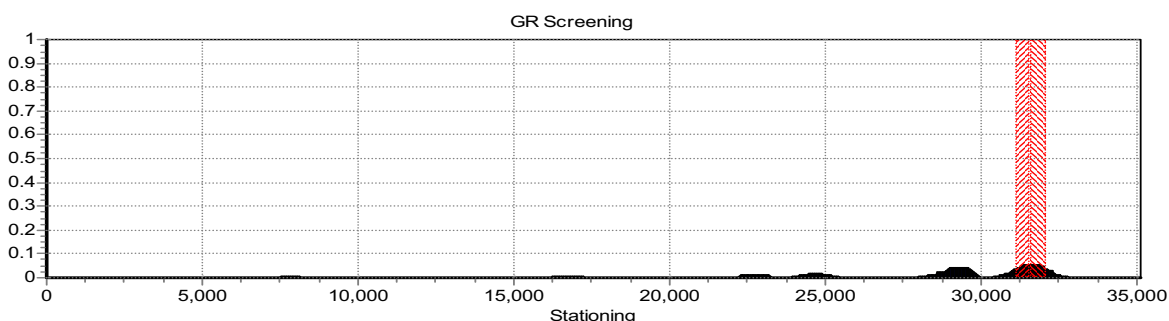
3.2.2 Segment 2

Ten behoeve van de GR van segment 2 zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

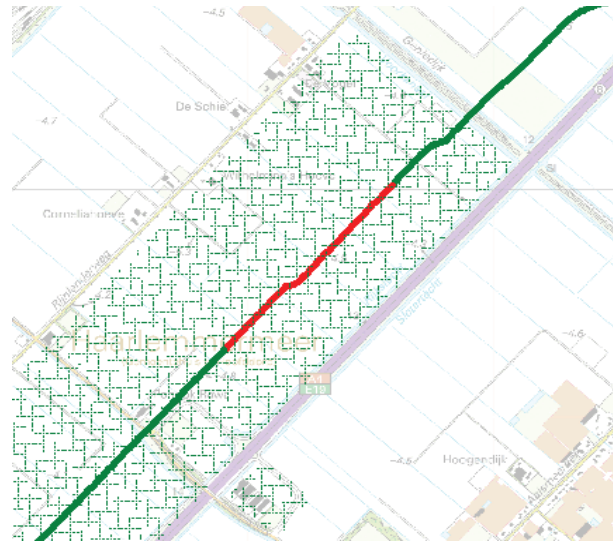
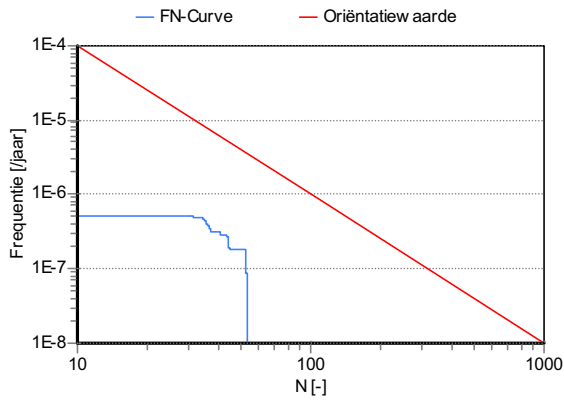
1. De minimale diepteligging voor segment 2 bedraagt 1,6m beneden het maaiveld (bij de andere segmenten geldt een minimale diepteligging van 1,25m conform Tabel 1).
2. Ten noorden van de Haarlemmerringvaart leidt ieder vliegongeval op de leiding tot falen van de leiding.
3. Voor de gestuurde boring onder de ringvaart geldt als uitgangspunt dat een effect van een vliegtuigongeval geen effect heeft op de leiding bij een diepteligging van 7 meter onder het maaiveld.
4. In de omgeving Haarlemmermeer (zuidelijk vanaf de Haarlemmerringvaart tot het einde van segment 2) leiden 70 % van de vliegtuigongevallen bij een toepassing van de standaard pijp (met een wanddikte van 15,9 mm) niet tot falen van de leiding.
5. Bij de diepteligging in de Haarlemmermeer geldt als uitgangspunt dat een vliegtuigongeval geen effect heeft op de leiding bij een diepteligging vanaf 5m onder het maaiveld.
6. Bij toepassing van leidinggedeeltes met een wanddikte van de pijp van 22,7 mm leiden slechts 3 % van de vliegtuigongevallen tot leidingfalen. Dit wordt toegepast bij de knelpunten de hoek en Geniedijk, welke worden veroorzaakt door het effect van neerstortende vliegtuigen (zie Figuur 3 op bladzijde 18).
7. Vanwege de additionele faalfactor van vliegbewegingen zijn de berekeningen voor dit segment met PIPESAFE uitgevoerd.

De resultaten van de groepsrisicoberekeningen zijn voor de toekomstige en huidige bevolkingssituatie uitgezet tegen de stationing van de A-803. Bij de hoogste gevonden overschrijdingsfactor van elke kilometer wordt tevens de FN-curve getoond en wordt de locatie van deze worst-case kilometer gegeven.

De GR berekeningen voor de toekomstige bevolkingssituatie:

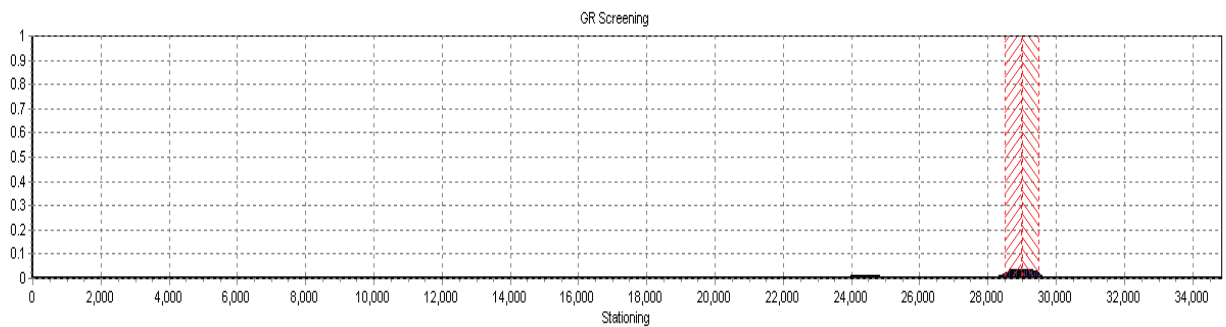


Figuur 19: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803 in de toekomstige situatie.

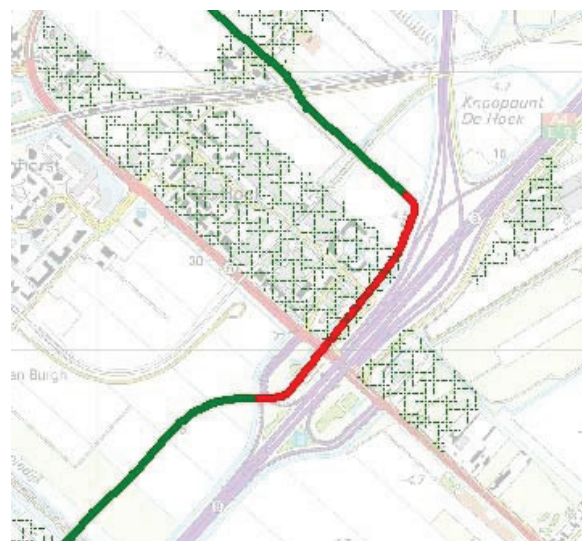
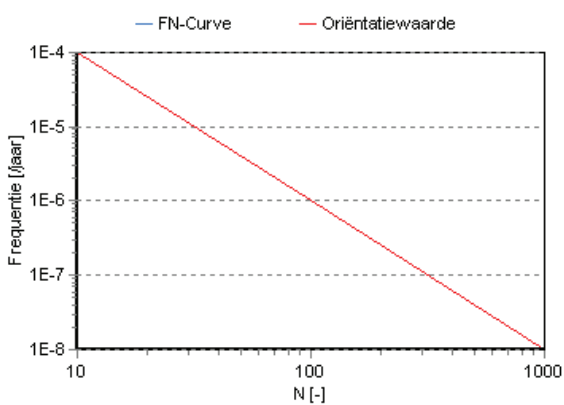


Figuur 20: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.06) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 2 (paragraaf 2.2).

De GR berekeningen voor de bestaande bevolkingssituatie:



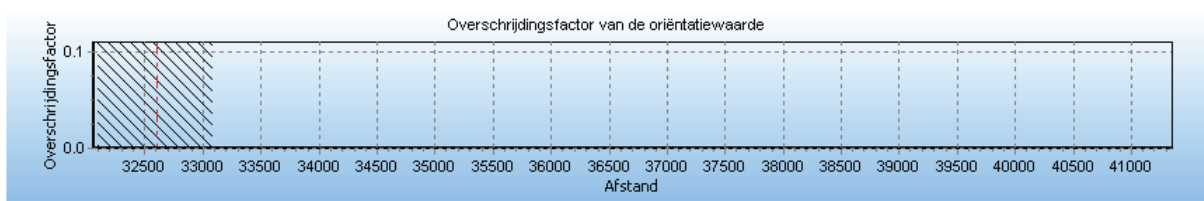
Figuur 21: Overschrijding van het GR als functie van de stationing in de bestaande situatie.



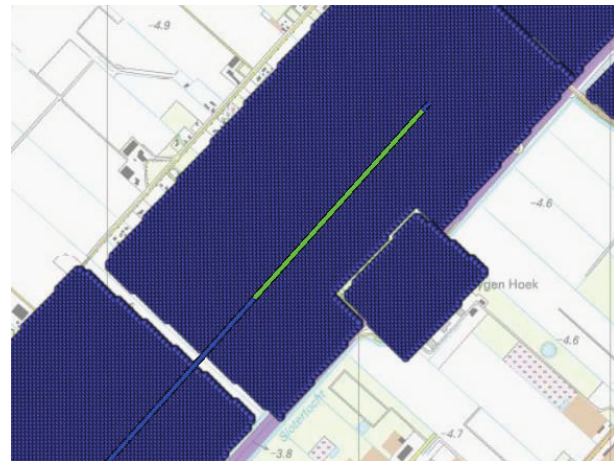
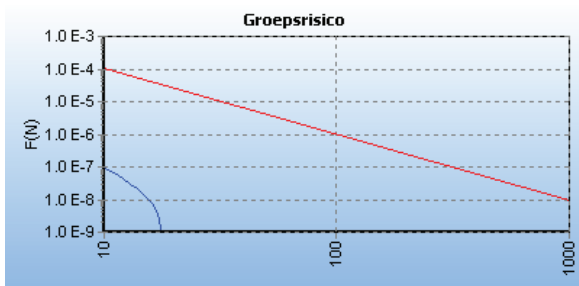
Figuur 22: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 2 (paragraaf 2.2).

3.2.3 Segment 3

Toekomstige bevolkingssituatie:

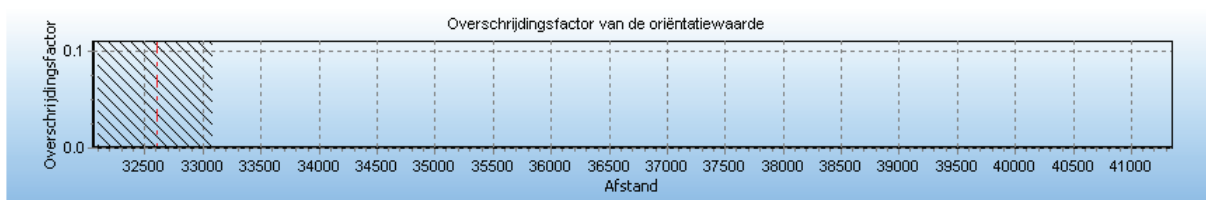


Figuur 23: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 3 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.

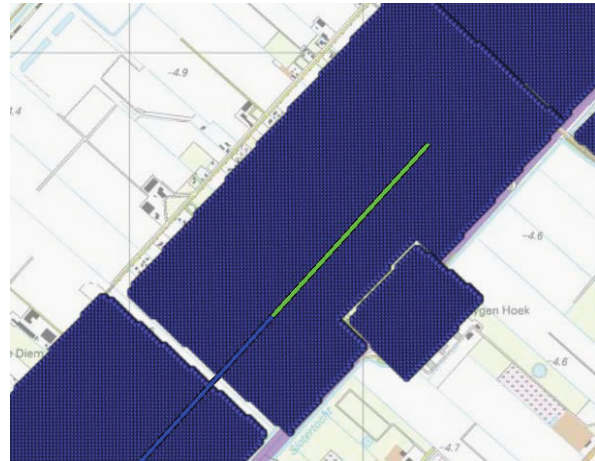
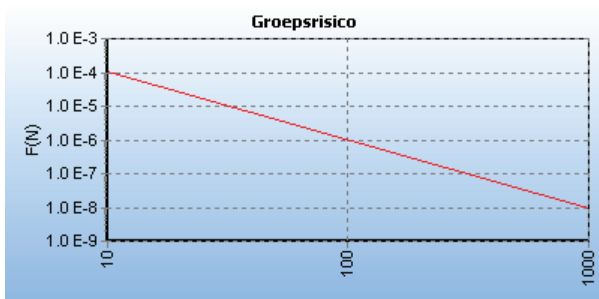


Figuur 24: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 3 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

Bestaande bevolkingssituatie:



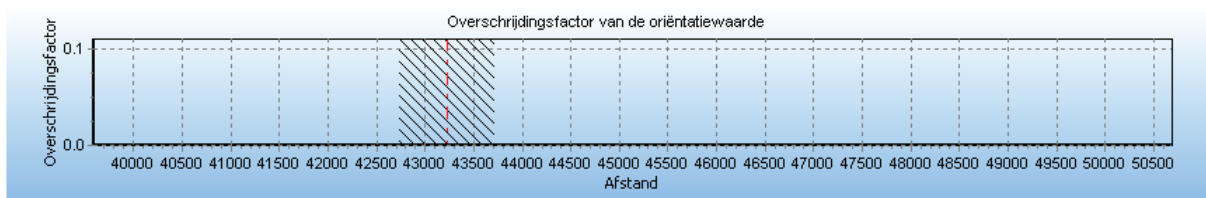
Figuur 25: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 3 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.



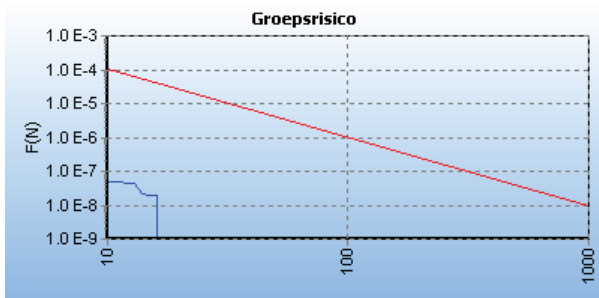
Figuur 26: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 3 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

3.2.4 Segment 4

Toekomstige bevolkingssituatie:



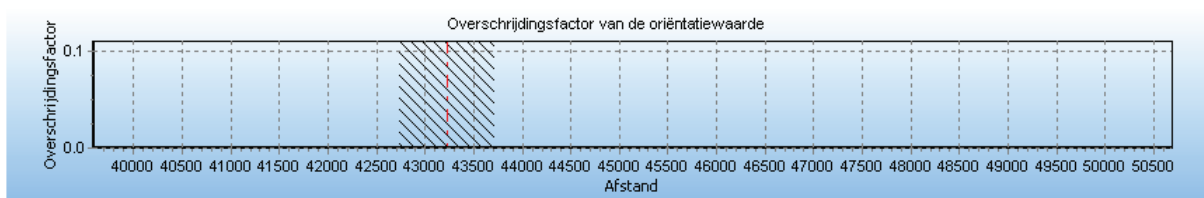
Figuur 27: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 4 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.



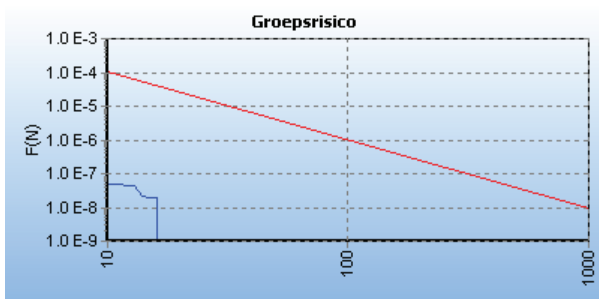
Figuur 28: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 4 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 29: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 4 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.

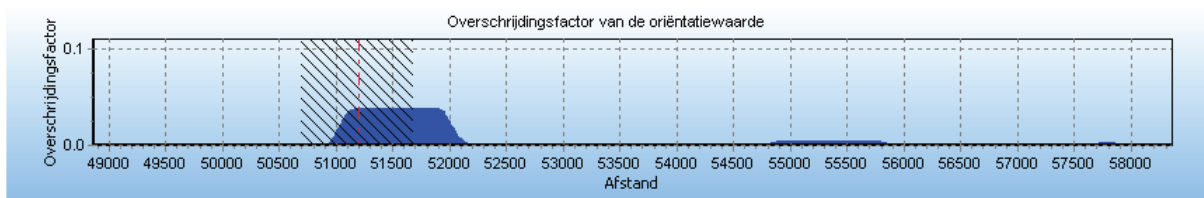


Figuur 30: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 4 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

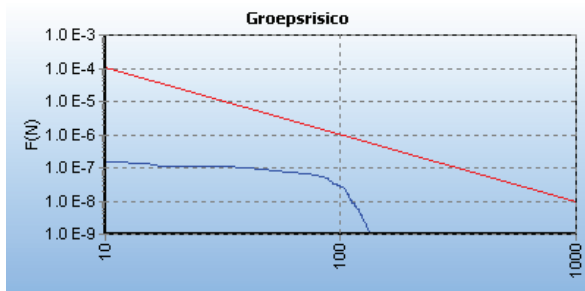


3.2.5 Segment 5

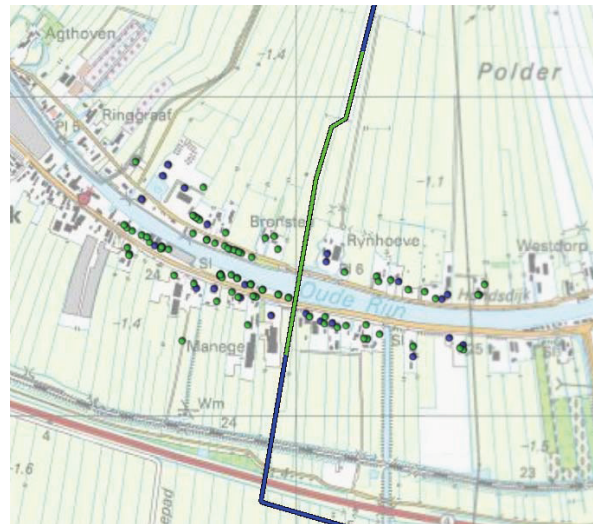
Toekomstige bevolkingssituatie:



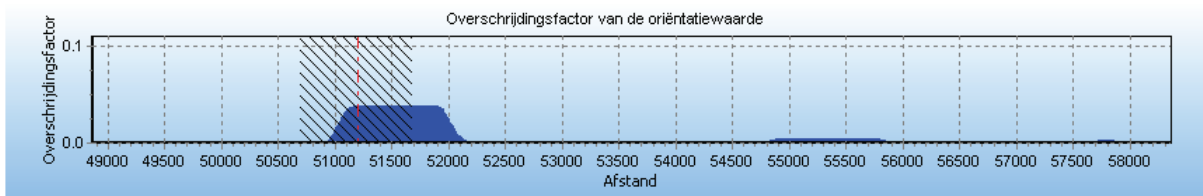
Figuur 31: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 5 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.



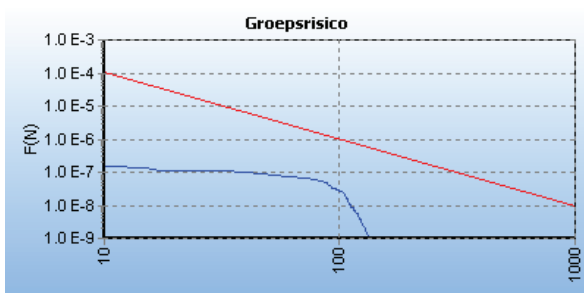
Figuur 32: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.04) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 5 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



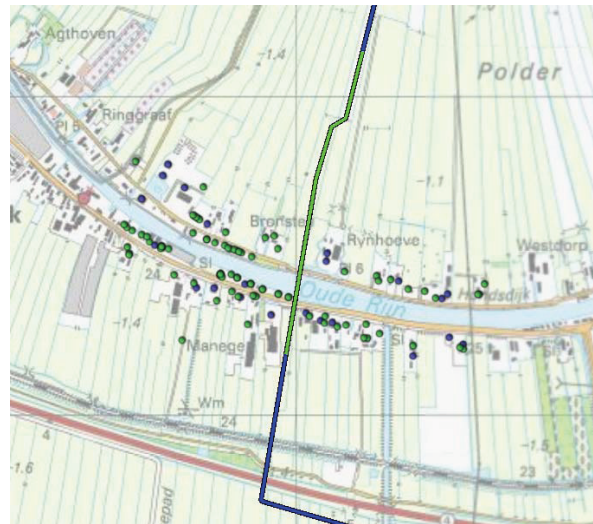
Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 33: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 5 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.

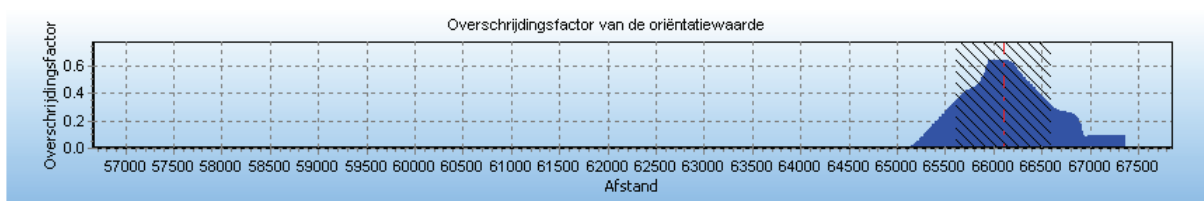


Figuur 34: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.04) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 5 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

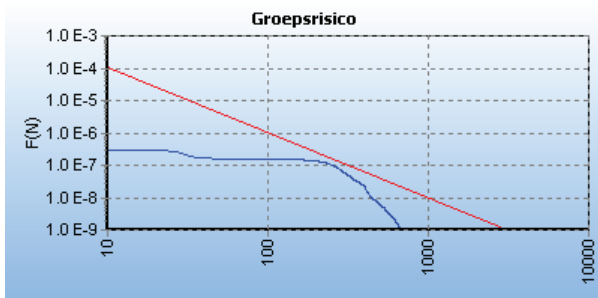


3.2.6 Segment 6

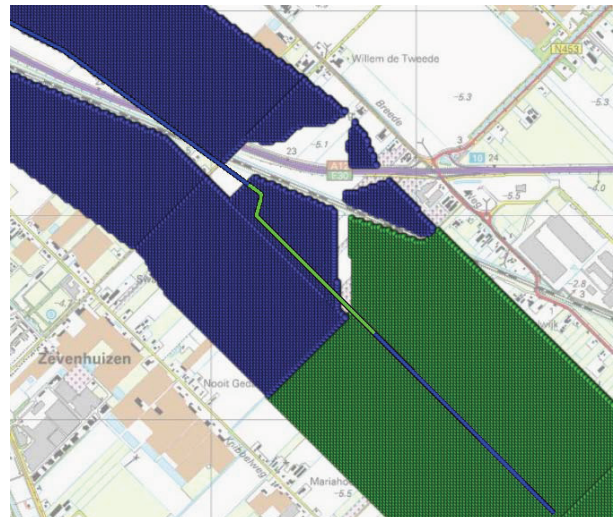
Toekomstige bevolkingssituatie:



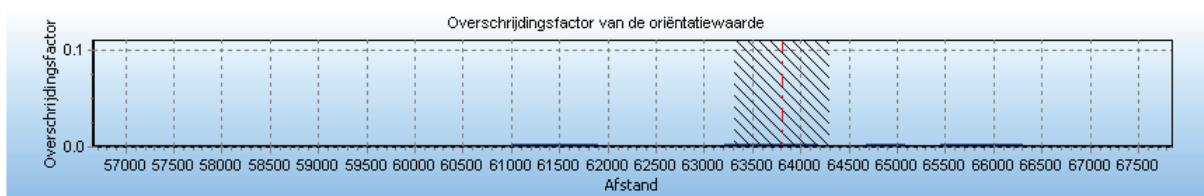
Figuur 35: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 6 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.



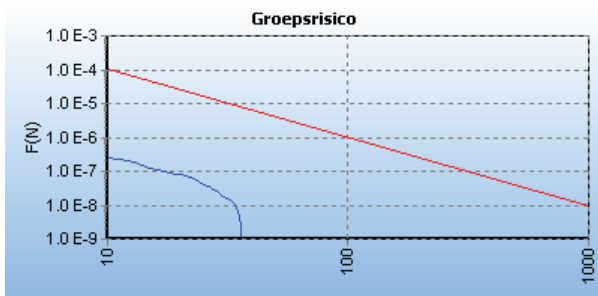
Figuur 36: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.6) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 6 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



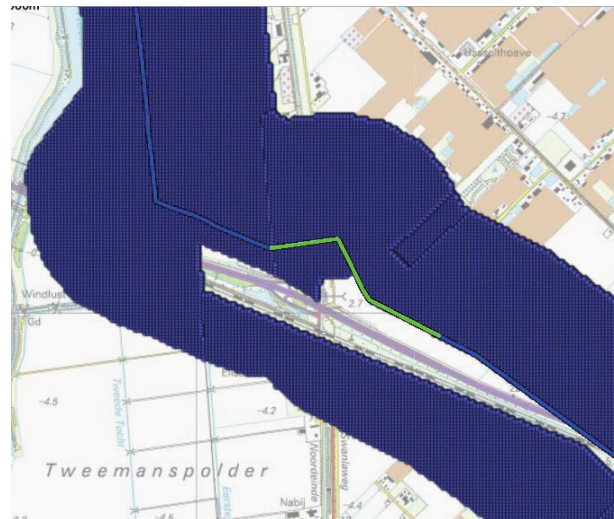
Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 37: Overschijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 6 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.

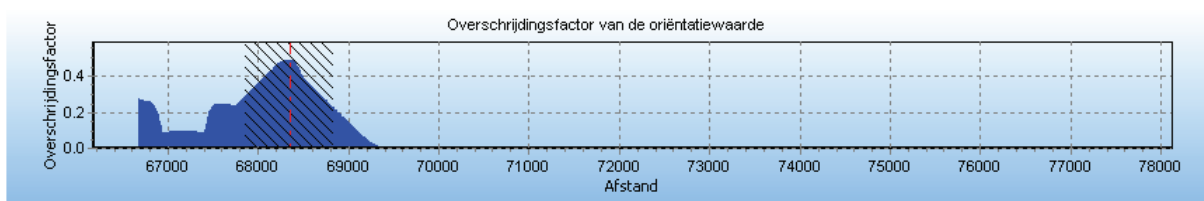


Figuur 38: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 6 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

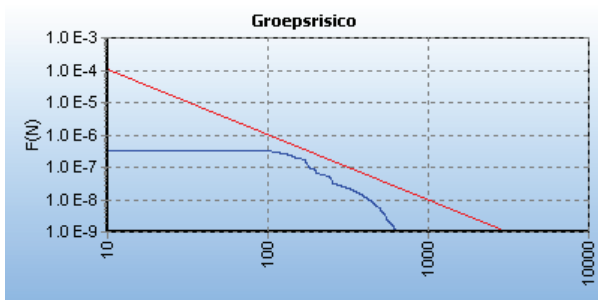


3.2.7 Segment 7

Toekomstige bevolkingssituatie:



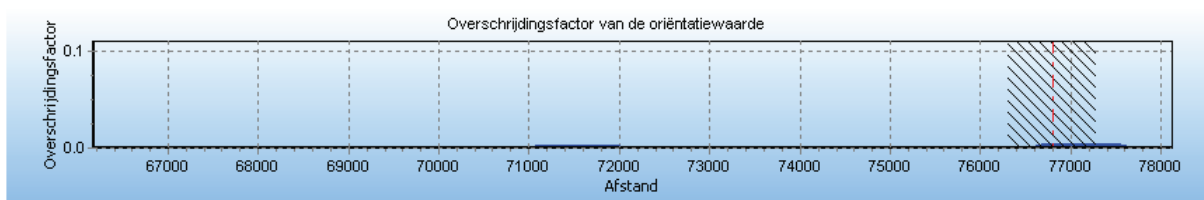
Figuur 39: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 7 (paragraaf 2.2) in de toekomstige situatie.



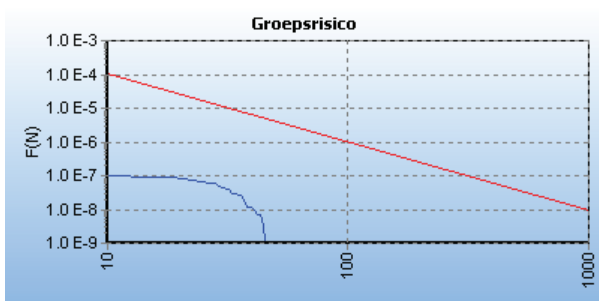
Figuur 40: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.5) van de A-803 in de toekomstige situatie voor segment 7 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



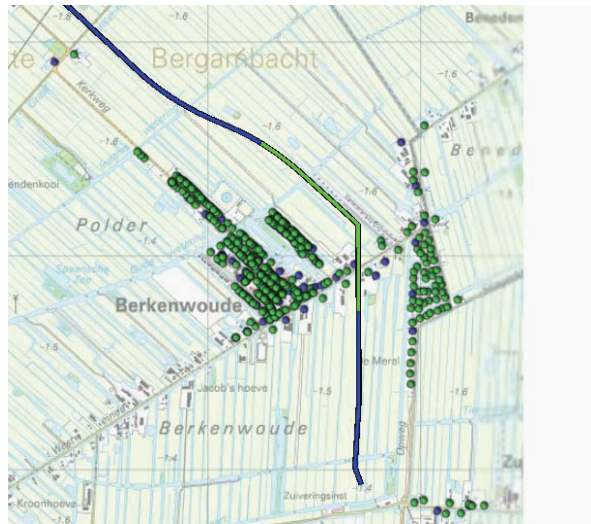
Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 41: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 7 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.

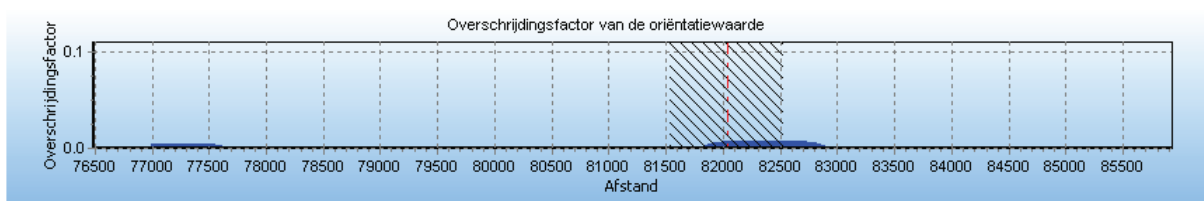


Figuur 42: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.00) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 7 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

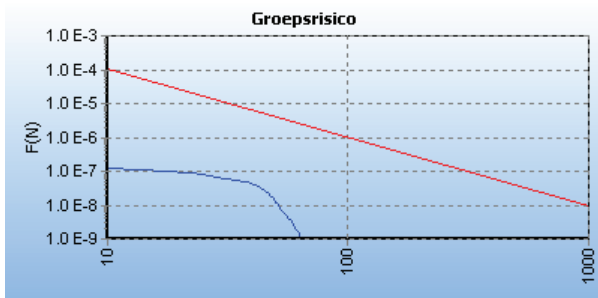


3.2.8 Segment 8

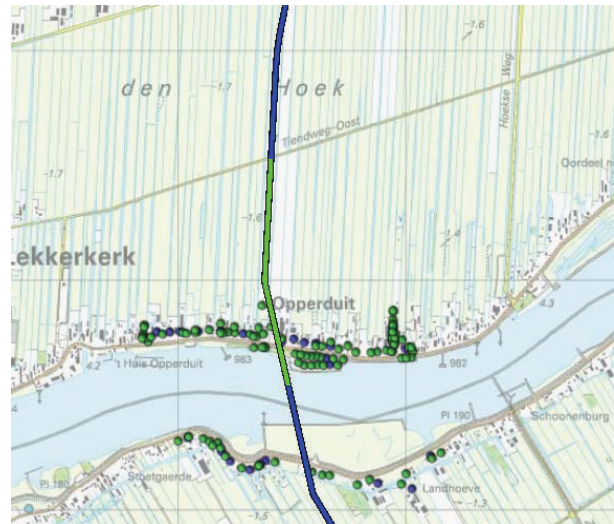
Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 43: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 8 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.

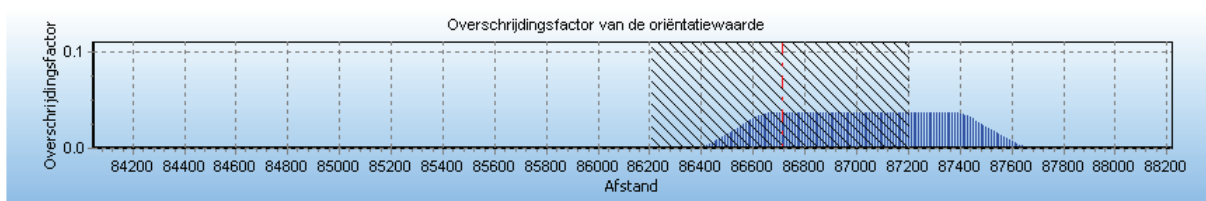


Figuur 44: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.01) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 8 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.

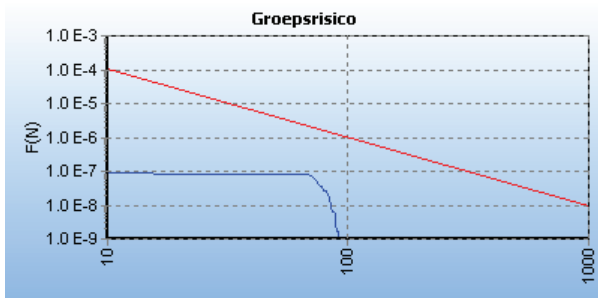


3.2.9 Segment 9

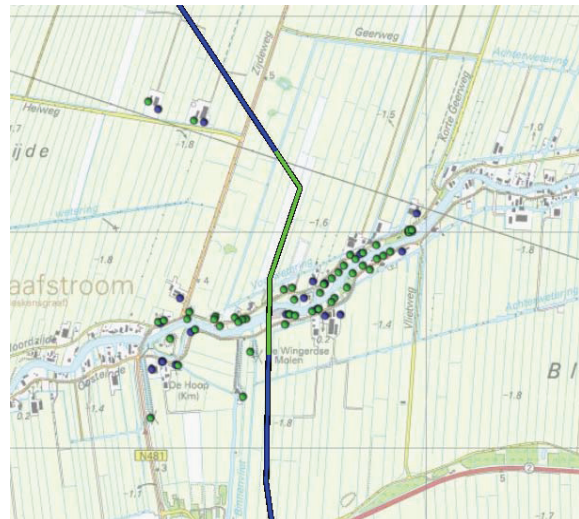
Bestaande bevolkingssituatie:



Figuur 45: Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-803, segment 9 (paragraaf 2.2) in de bestaande situatie.



Figuur 46: FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0.04) van de A-803 in de bestaande situatie voor segment 9 (paragraaf 2.2). De ligging van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



4 CONCLUSIES

Plaatsgebonden risico

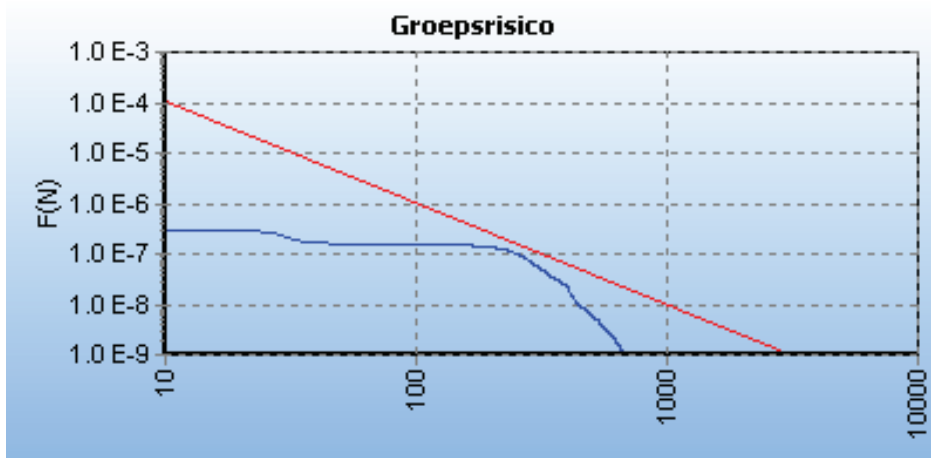
Het PR van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 voldoet, onder aanname van het voorziene ontwerp, overal aan de Nederlandse overheid in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen gestelde voorwaarde dat het PR van de leiding op een afstand van vijf meter gemeten uit het hart van de leiding niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. Doordat er geen 10^{-6} per jaar risicocontour ontstaat, wordt tevens voldaan aan de eis dat er zich geen kwetsbare objecten binnen deze contour bevinden.

Groepsrisico

Ten aanzien van het groepsrisico ligt de hoogste overschrijding van de oriëntatiewaarde in segment 6 van de geprojecteerde gastransportleiding en betreft geprojecteerde bevolking (toekomstige bevolking) in de gemeente Zuidplas. In dit segment is de berekende overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde 0.6. Deze waarde hoort bij het punt in de grafiek met 259 slachtoffers en een frequentie van $9.5 \cdot 10^{-8}$ per jaar. Aangezien de overschrijdingsfactor kleiner dan één is blijft het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde.

Ter vergelijking wordt tevens het groepsrisico ten aanzien van de huidige bevolking vermeld: de hoogste overschrijdingsfactor voor de bestaande bevolking is 0.04 en treedt op in zowel segment 5 en segment 9 van de leiding. Ten aanzien van het groepsrisico voor de gemeente Zuidplas geldt voor de huidige bevolking een berekende overschrijdingsfactor van 0.00.

Op basis van de door de gemeente Zuidplas verstrekte bevolkingsgegevens, betreffende de toekomstige bevolking in de gemeente Zuidplas, wordt hier het hoogste groepsrisico van de geprojecteerde leiding berekend. De bevolkingsaantallen zijn zodanig dat toepassing van een maatregel (extra wanddikte van 22,7 mm zoals vermeld in hoofdstuk 2) noodzakelijk is om een overschrijding (van meer dan 1.0) van de oriëntatiewaarde te voorkomen. Op basis van deze maatregel blijft Zuidplas echter het hoogste groepsrisico van de leiding behouden. Het resultaat is in onderstaande FN-curve weergegeven en geldt als maximum voor de gehele leiding op basis van de ontwerpgegevens zoals uiteengezet in hoofdstuk 2.



FN curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (factor 0.6 bij 259 slachtoffers en een frequentie van $9.5 \cdot 10^{-8}$ per jaar) van de geprojecteerde leiding A-803.

Het GR van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 met het voorziene ontwerp is, rekening houdend met de toekomstige bevolkingssituatie, lager dan 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.

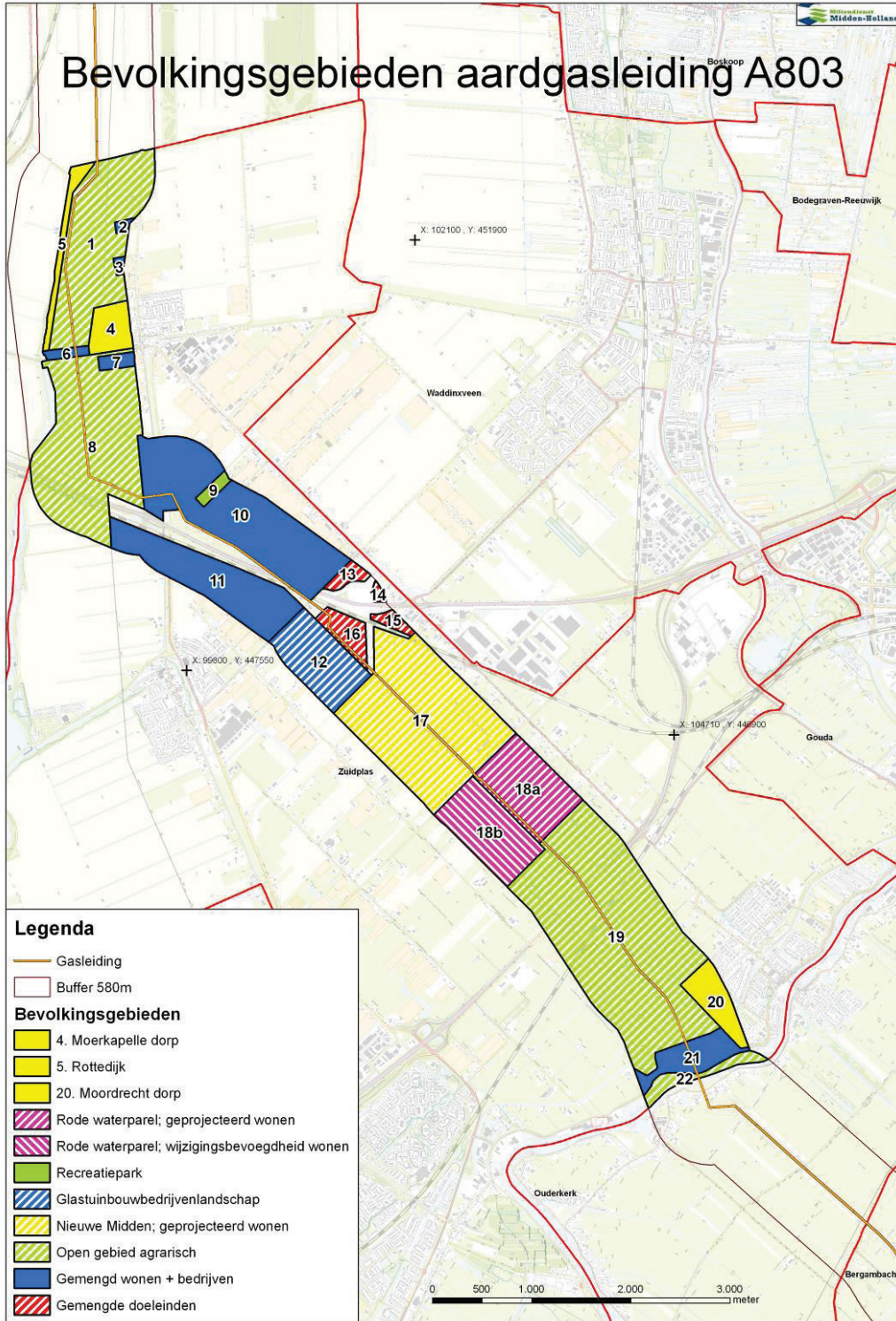
REFERENTIES

- [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. VROM. Versie 1.0, november 2007. <http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>.
- [4] Verkennende risicoberekening Gastransportleiding A-803, T.T. Sanberg, KEMA, 14 juli 2010, 669100047-GCS 10-51115
- [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] Impact omvallende hoogspanningsmasten 380 kV op nabijgelegen gasleiding, J.P. Pruiksmā, Deltares, 1205314-000-GEO-0010, Versie 2, 3 april 2012.
- [7] Luchtvaarrisico's voor de aardgastransportleiding Beverwijk-Wijngaarden, Y.S. Cheung, R. de Jong en G.B. van Baren, NLR-CR-2011-245-V-2, februari 2012.
- [8] Impact neerstortende vliegtuigen op aan te leggen gasleidingen, J.P. Pruiksmā, Deltares, 1205314-000-GEO-0005, 23 januari 2012

APPENDIX A

In deze appendix zijn de bevolkingsgegevens zoals aangeleverd door de verschillende gemeenten weergegeven. Deze bevolkingsgegevens bevinden zich binnen het invloedsgebied van de geprojecteerde gastransportleiding A-803 en zijn in de GR berekeningen gebruikt. In

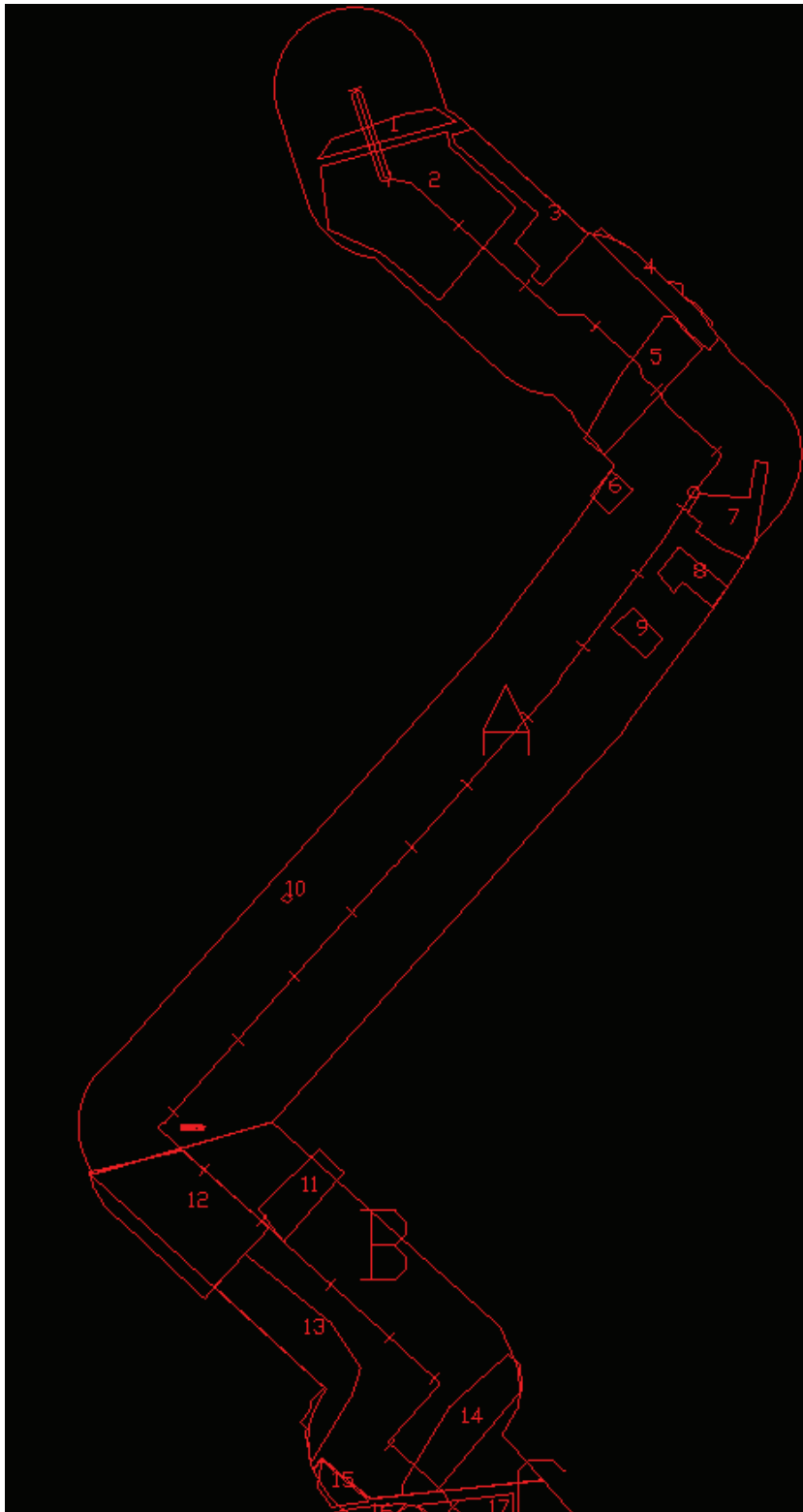
Tabel 4 (paragraaf 2.3) is een overzichtstabel toegevoegd die per gemeente waarbinnen het invloedsgebied van gastransportleiding A-803 ligt, weergeeft welke bevolkingsdata in de betreffende gemeente gebruikt is. Figuur 47 en Tabel 5 bevatten de bevolkingsgegevens zoals aangeleverd door de gemeente Zuidplas. Figuur 48, Figuur 49 en Tabel 6 bevatten de bevolkingsgegevens zoals aangeleverd door de gemeente Haarlemmermeer. Figuur 50 en Tabel 7 bevatten de nieuwbouwplannen voor golfbaan Bentwoud te Benthuizen. Figuur 51 en Tabel 9 bevatten de nieuwbouwplannen voor Schiphol West. Figuur 52 en Tabel 10 bevatten de bevolkingsgegevens voor de nieuwbouwplannen Grote Buitendijk zoals aangeleverd door de gemeente Velsen. De nieuwbouwplannen van golfbaan Bentwoud te Benthuizen en voor Schiphol West zijn onttrokken uit de eerder uitgevoerde verkennende analyse [4]. De bevolkingsdata voor de nieuwbouwplannen van golfbaan Bentwoud te Benthuizen zijn voor de verkennende analyse aangeleverd door de gemeente Rijnwoude. De bevolkingsdata voor de nieuwbouwplannen van Schiphol West zijn voor de verkennende analyse aangeleverd door DHV B.V.



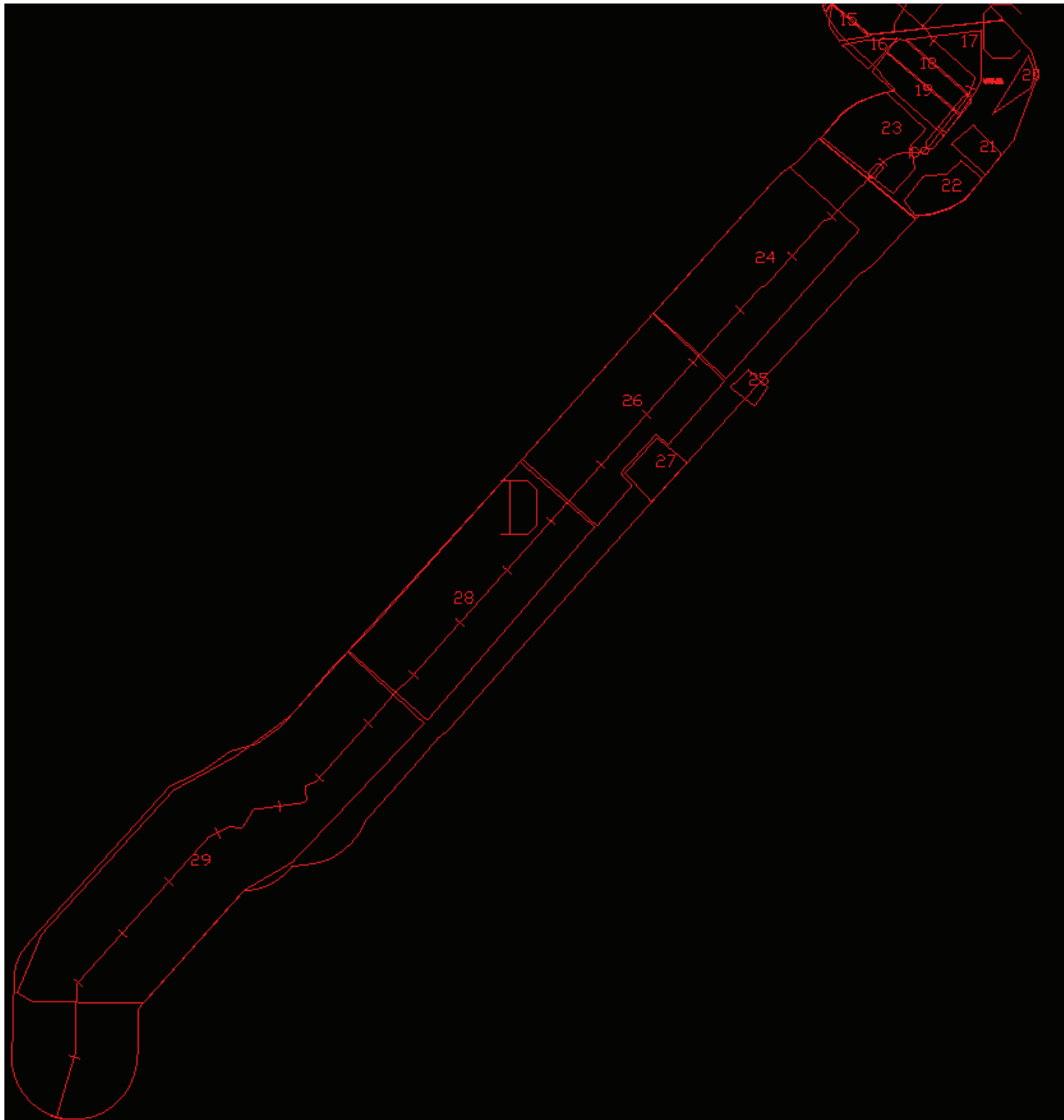
Figuur 47: Topografische kaart met bevolkingsvlakken binnen het invloedsgebied van leiding A-803 in gemeente Zuidplas. De vlakken zijn gekoppeld aan Tabel 5.

Tabel 5: Bevolkingsvlakken van Figuur 47 zoals aangeleverd door gemeente Zuidplas.

Vlak	Personen nacht	Personen dag	Status
1	115	12	Bestaand
2	7	3	Bestaand
3	7	3	Bestaand
4	1229	1756	Bestaand
5	24	34	Bestaand
6	17	9	Bestaand
7	21	10	Bestaand
8	159	16	Bestaand
9	618	618	Bestaand
10	549	275	Bestaand
11	311	155	Bestaand
12	520	104	Bestaand
13	396	40	Nieuwbouw
14	112	11	Nieuwbouw
15	308	31	Nieuwbouw
16	924	92	Nieuwbouw
17	17395	24850	Nieuwbouw
18a	1400	2000	Nieuwbouw
18b	504	720	Nieuwbouw
19	499	50	Bestaand
20	2213	3162	Bestaand
21	110	55	Bestaand
22	14	1	Bestaand
Totaal	27452	34008	-



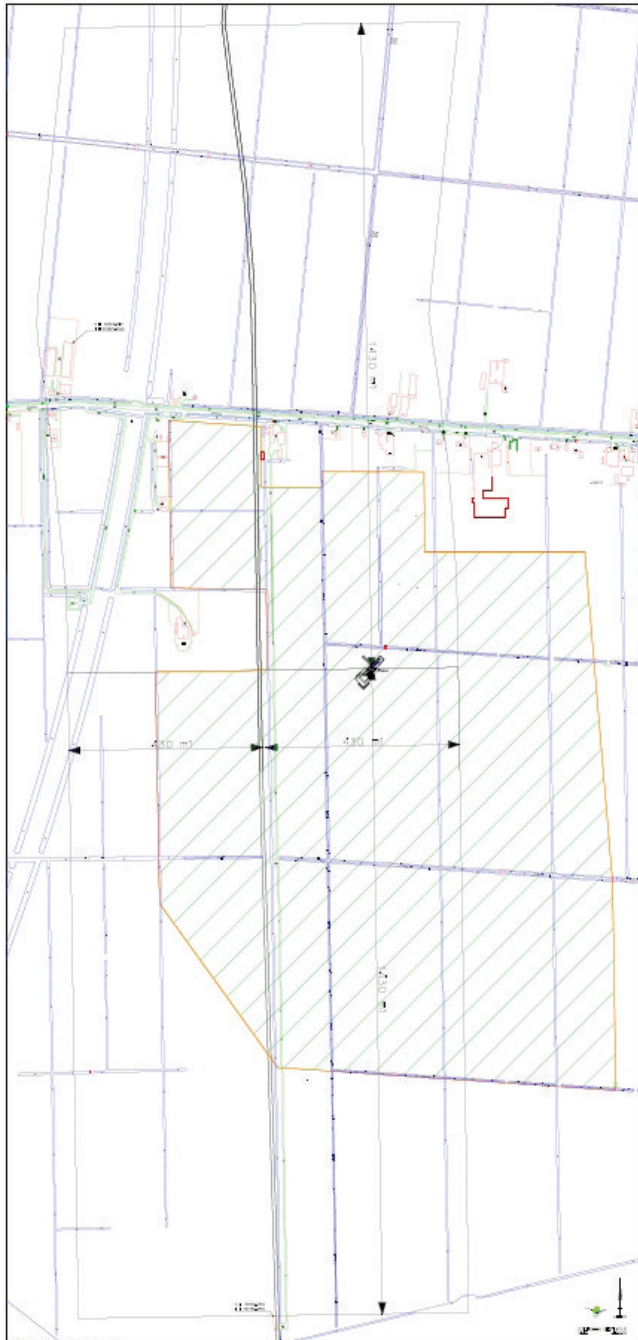
Figuur 48: Kaart met bevolkingvlakken binnen het invloedsgebied van leiding A-803 in gemeente Haarlemmermeer (Noordelijk deel). De vlakken zijn gekoppeld aan Tabel 6.



Figuur 49: Kaart met bevolkingsvlakken binnen het invloedsgebied van leiding A-803 in gemeente Haarlemmermeer (Zuidelijk deel). De vlakken zijn gekoppeld aan Tabel 6.

Tabel 6: Bevolkingsvlakken van Figuur 48 en Figuur 49 zoals aangeleverd door gemeente Haarlemmermeer.

Vlak	Bestaande situatie		Toekomstige situatie	
	Personen dag	Personen nacht	Personen dag	Personen nacht
1	50	0	51	0
2	3	2	3	2
3	796	1,021	798	1021
4	367	462	368	462
5	109	40	109	40
6	10	0	10	0
7	72	59	72	59
8	58	42	59	42
9	17	2	17	2
10	7	2	7	2
11	28	29	28	29
12	2,230	167	1839	1558
13	1,225	1,258	1229	1258
14	87	68	88	68
15	245	11	251	11
16	304	4	312	4
17	0	0	226	3
18	434	2	444	2
19	1,778	167	1816	167
20	401	0	411	0
21	98	4	100	4
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	13	11	1013	11
25	128	2	131	2
26	34	29	186	67
27	3,168	1,544	3170	1544
28	105	53	106	53
29	116	110	117	110



Figuur 50: Plattegrond van golfbaan Bentwoud (gearceerd gebied) nabij gastransportleiding A-803. Het gearceerde gebied is gekoppeld aan Tabel 7.

Tabel 7: Bevolkingsgegevens golfbaan Bentwoud voor de toekomstige situatie.

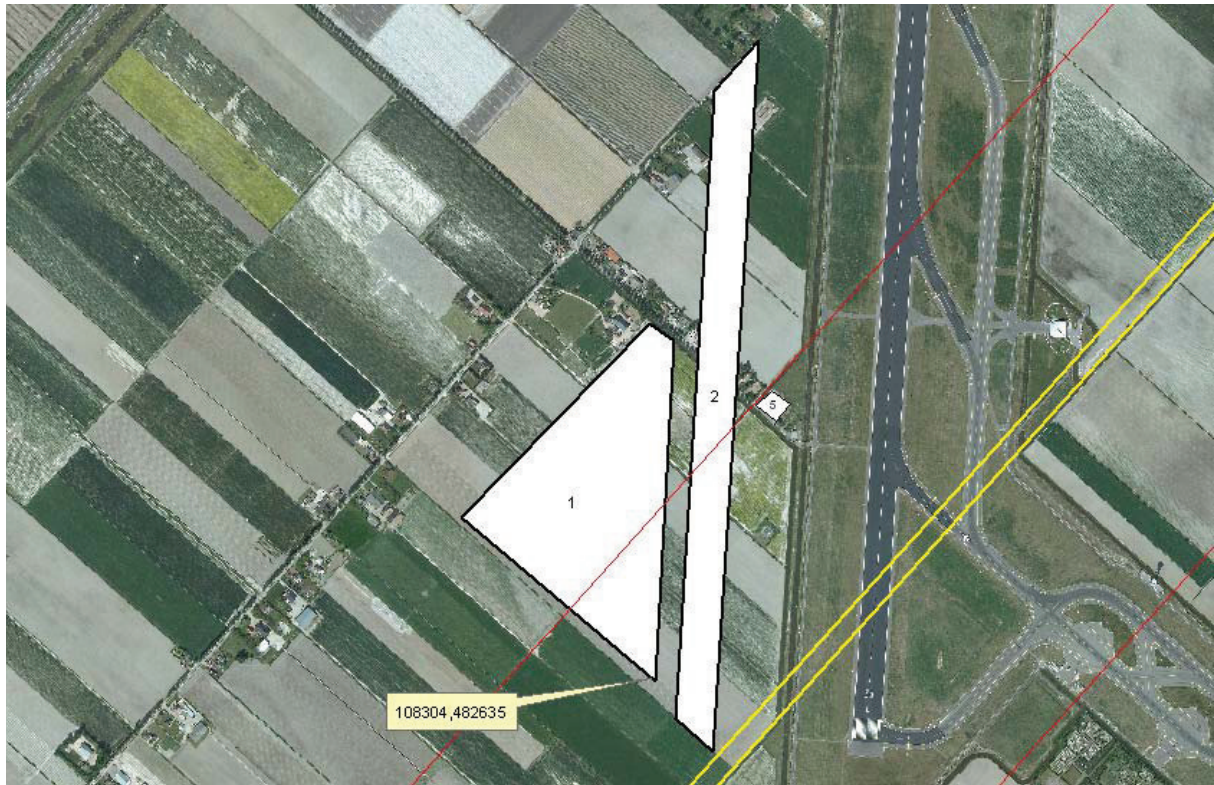
	Personen dag	Personen nacht
Golfbaan Bentwoud	432	2

Asdasdf

Tabel 8: Bevolkingsgegevens de Hoop Rijnwoude voor

Nr.	Type	Bestaand of Nieuw	Aantal aanwezig overdag	Aantal aanwezig 's nachts
01	Woonhuis	Bestaand	2	3
02	Industrie	Bestaand	2	0
03 t/m 30	Woonhuis	Bestaand	47	67
31	Industrie	Bestaand	2	0
32 t/m 35	Woonhuis	Bestaand	7	10
35.a	Industrie	Bestaand	2	0
36	Woonhuis	Bestaand	2	3
36.a	Industrie	Bestaand	2	0
37	Woonhuis	Bestaand	2	3
37.a	Industrie	Bestaand	2	0
38 t/m 44	Woonhuis	Bestaand	12	17
44.a	Industrie	Bestaand	2	0
45 t/m 52	Woonhuis	Bestaand	14	20
53	Appartementen	Nieuw	11	15
54	Appartementen	Nieuw	9	12
55	Appartementen	Nieuw	6	8
56	Woonhuis	Nieuw	14	20
57	Woonhuis	Nieuw	2	3
58	Woonhuis	Nieuw	2	3





Figuur 51: Topografische kaart met bevolkingsvlakken van nieuwbouwplannen Schiphol West. De vlakken zijn gekoppeld aan Tabel 9.

Tabel 9: Bevolkingsgegevens Schiphol West voor de toekomstige situatie.

Vlak	Personen dag	Personen nacht
1	2500	0
2	2000	0



Figuur 52: Topografische kaart met bevolkingsvlakken van nieuwbouwplannen Grote Buitendijk in Velsen. De vlakken zijn gekoppeld aan Tabel 10.

Tabel 10: Bevolkingsgegevens Grote Buitendijk in Velsen voor de toekomstige situatie.

Vlak	Personen dag	Personen nacht
1	42	60
2	98	140
3	36	52
4	67	96
5	36	52