

Kwantitatieve risicoanalyse

Bestemmingsplan Scheurkade - Prof.
Gerbrandyweg

projectnr. 264654 140107
revisie 01
februari 2014

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Havenbedrijf Rotterdam N.V.
Postbus 6622
3002 AP ROTTERDAM

datum vrijgave
1 juni 2015

beschrijving revisie 02
Definitief

goedkeuring
BdR

vrijgave
ing. R.H. van Trigt

Projectgroep bestaande uit:

B. de Ruijter
R. Steenbergen

Tekstbijdragen:

Fotografie:

Vormgeving:

Datum van uitgave:

11 februari 2014

Contactadres:

Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle aan den IJssel
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

Inhoud

		blz.
1	Inleiding	2
2	Wettelijk kader	3
2.1	Plaatsgebonden risico	3
2.2	Groepsrisico	4
2.3	Maximale-effectafstand	4
2.4	Normstelling	4
2.5	Berekeningswijze	5
3	Werkwijze	6
3.1	Vaststellen maximale variant	6
3.1.1	<i>Risicobronnen</i>	6
3.1.2	<i>Gehanteerde maximale variant</i>	6
3.2	Risicoberekening	8
3.2.1	<i>Scheepsverlading</i>	8
3.2.2	<i>Leiding</i>	9
3.3	Bevolking	10
4	Resultaten	11
4.1	Plaatsgebonden risico	11
4.2	Groepsrisico	11
4.3	Verantwoording groepsrisico	12
4.3.1	<i>De mogelijkheden tot bestrijding</i>	12
4.3.2	<i>Zelfredzaamheid</i>	13

Bijlage 1: Risicoberekening hogedruk aardgasleidingen haven industrieel complex Rotterdam

1 Inleiding

Het Havenbedrijf Rotterdam N.V. heeft het initiatief genomen voor de ontwikkeling van de locatie aan de Prof. Gerbrandyweg. De voorgenomen activiteit is de realisatie van een aanmeervoorziening met laad- en losfaciliteiten. Het terrein is gelegen in Botlek- Vondelingenplaat ten oosten van Rozenburg. Het terrein zal door het Havenbedrijf bouwrijp worden opgeleverd en vervolgens door een nader te selecteren partij ontwikkeld worden. De ontwikkelaar zal de definitieve inrichting bepalen, het bestemmingsplan dient dan ook flexibel van aard te zijn. In figuur 1 is de locatie van het terrein weergegeven.



Figuur 1 Locatie van het plangebied (rood) van Google maps

Deze kwantitatieve risicoanalyse (QRA) wordt uitgevoerd ten behoeve van de ruimtelijke onderbouwing van de voorgenomen plan ontwikkeling. Doel van deze QRA is het toetsen van de inpasbaarheid van de activiteiten binnen de toetsingskaders voor externe veiligheid die hiervoor in Nederland worden gehanteerd.

Deze rapportage betreft een verslag van de risicoanalyse. Hoofdstuk 2 beschrijft het begrip externe veiligheid en het bijbehorende toetsingskader. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de bedrijfsactiviteiten en de kwantitatieve risicoanalyse. In hoofdstuk 4 worden de resultaten gegeven alsmede de toetsing aan de normstelling en een eerste aanzet voor de verantwoording van het groepsrisico.

2 Wettelijk kader

Met externe veiligheid wordt in het algemeen bedoeld op de grootte van het overlijdensrisico voor personen als gevolg van activiteiten met gevaarlijke stoffen. Het overlijdensrisico wordt veroorzaakt door branden en/of explosies van brandbare gassen en vloeistoffen en door giftige gas- of dampwolken als gevolg van ontsnaptingen van giftige vloeistoffen of gassen. Ook branden met giftige rookgassen kunnen een oorzaak zijn. Daar het in dit onderzoek gaat om aardgaswinning, worden de risico's voor de omgeving met name bepaald door branden en explosies.

De mate van externe veiligheid wordt bepaald door de grootte van drie te berekenen grootheden: het plaatsgebonden risico, het groepsrisico en de maximale-effectafstand. Deze begrippen worden hieronder nader toegelicht.

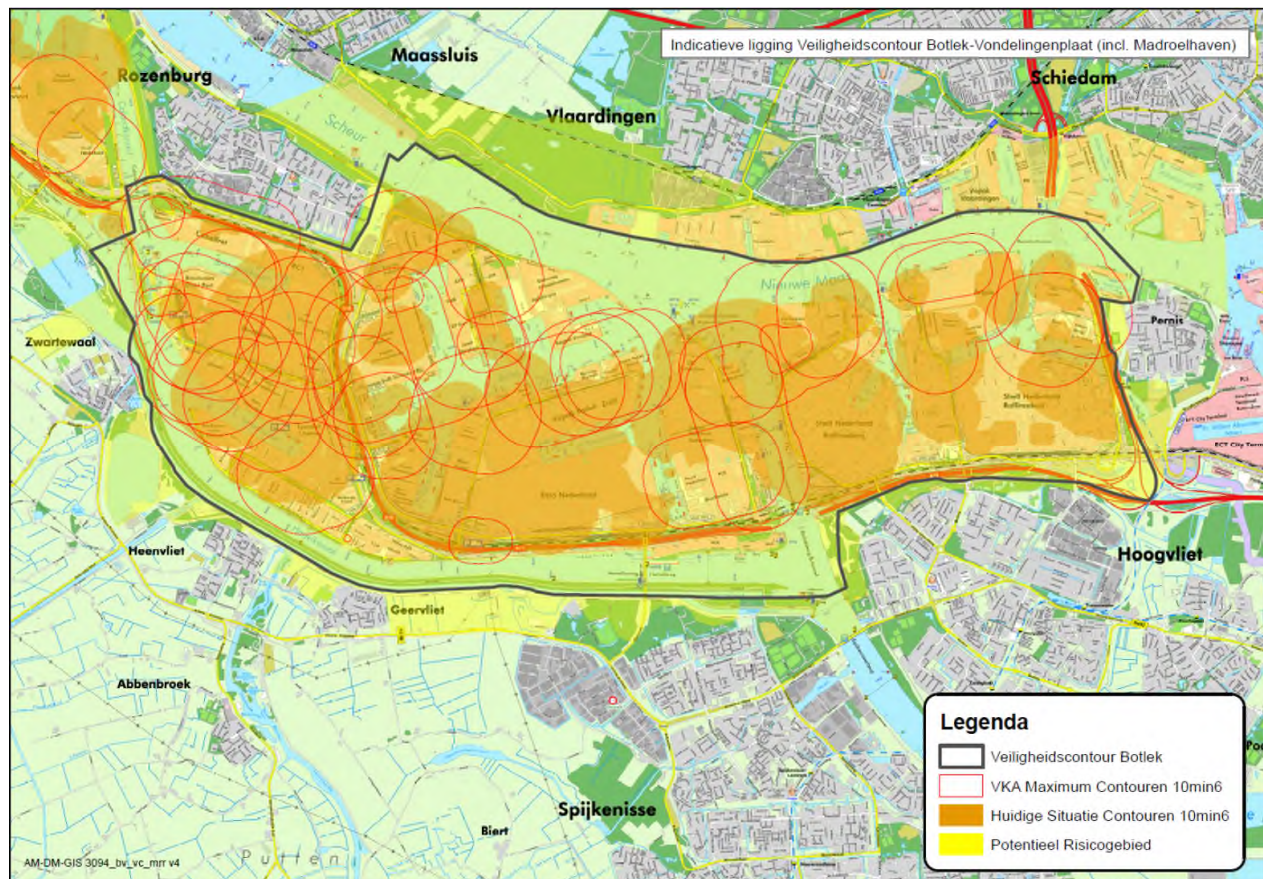
2.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico presenteert de overlijdenskans van een persoon als functie van de afstand tot de beschouwde activiteit. Het wordt berekend door te stellen, dat een persoon zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Door middel van risicocontouren op een plattegrond wordt aangegeven tot waar de risico's reiken. De grootte van het plaatsgebonden risico is onafhankelijk van de feitelijke omgeving en zegt niets over het aantal personen dat bij een ongeval getroffen kan worden. De plaatsgebonden risicocontouren vormen eigenlijk een hoogtekaart van overlijdenskans.

Veiligheidscontour Botlek- Vondelingenplaat

Op 19 december 2013 is het bestemmingsplan Botlek-Vondelingenplaat, met daarin een veiligheidscontour, vastgesteld. De essentie van een veiligheidscontour is dat binnen de veiligheidscontour ruimte wordt gereserveerd voor risicovolle activiteiten. Buiten de veiligheidscontour is dan ruimte voor bestaande, geplande en nieuwe (kwetsbare) ontwikkelingen. Op deze manier wordt voorkomen dat ruimtelijke initiatieven onbedoeld doorkruist worden door bedrijfsuitbreidingen en/of vestigingen van risicovolle activiteiten en vice versa.

Het instrument veiligheidscontour houdt meer concreet in dat alleen op de veiligheidscontour wordt getoetst of aan de grenswaarden voor het plaatsgebonden risico voor inrichtingen wordt voldaan. Binnen de contour wordt niet meer getoetst. Binnen een veiligheidscontour mogen geen kwetsbare objecten aanwezig of geprojecteerd zijn, tenzij deze functioneel gebonden zijn aan het gebied waarvoor de veiligheidscontour is vastgesteld of de daarbinnen gelegen Bevi-inrichtingen.



Figuur 2.1 Veiligheidscontour Botlek- Vondelingenplaat

2.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is in feite een vertaling van het plaatsgebonden risico. Het groepsrisico houdt wel rekening met de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep personen tegelijkertijd het slachtoffer zou kunnen worden. Het voor een situatie berekende groepsrisico wordt in een grafiek weergegeven, waarin op de horizontale as het berekende aantal slachtoffers en op de verticale as de cumulatieve frequentie daarvan is weergegeven.

2.3 Maximale-effectafstand

De maximale-effectafstand is de afstand waarop de overlijdenskans blootstelling is gedaald tot 1%. De maximale-effectafstand wordt gehanteerd als invloedsgebied voor het vaststellen van het groepsrisico. Daarnaast zijn de maximale-effectafstanden van belang voor de voorbereiding op de rampenbestrijding.

2.4 Normstelling

De normstelling ten aanzien van externe veiligheid voor opslag en activiteiten met (brand)gevaarlijke stoffen is vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). De Bevi-toetsingscriteria ten aanzien van het plaatsgebonden risico zijn gekoppeld aan de risiconiveaus van 10^{-5} en 10^{-6} per jaar. Het Bevi onderscheidt acceptatiegrenzen voor bestaande en nieuwe situaties.

Deze locatie is reeds bestaand er worden geen nieuwe activiteiten aangevraagd. Er wordt echter een nieuwe omgevingsvergunning aangevraagd om deze reden zijn de acceptatiegrenzen voor nieuwe situaties van toepassing (tabel 2.1).

Tabel 2.1 PR-toetsingscriteria voor (beperkt) kwetsbare objecten in nieuwe situaties

Nieuwe situaties		
Kwetsbare objecten		
PR hoger dan 10^{-5} /jaar	PR 10^{-5} tot 10^{-6} /jaar	PR lager dan 10^{-6} /jaar
Niet toegestaan	Niet toegestaan	Toegestaan
Beperkt kwetsbare objecten		
PR hoger dan 10^{-5} /jaar	PR 10^{-5} tot 10^{-6} /jaar	PR lager dan 10^{-6} /jaar
Toegestaan, mits onderbouwd	Toegestaan, mits onderbouwd	Toegestaan

De toetsing aan (beperkt) kwetsbare objecten heeft niet alleen betrekking op de objecten die in de werkelijkheid gerealiseerd zijn, maar ook op objecten die volgens het vigerende bestemmingsplan mogelijk zijn.

Tabel 2.1 geeft aan, dat de acceptatiegrenzen afhankelijk zijn van het feit of de omliggende objecten worden gekwalificeerd als kwetsbaar of beperkt kwetsbaar. In tabel 2.2 is een overzicht gegeven van soorten objecten waarvan de kwetsbaarheid is vastgelegd.

Tabel 2.2 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen
Ziekenhuizen, verpleeghuizen	Dienst-/bedrijfswoningen
Bejaardenhuizen	Objecten met infrastructurele waarde
Scholen	Sporthal/zwembad
Kantoren/hotels met bvo > 1.500 m ²	Kantoren/hotels <1.500 m ² bvo ¹
Winkelcomplexen, winkels > 2.000 m ²	Overige winkels
Kampeer/recreatie > 50 personen	Sportterreinen

De normstelling met betrekking tot het groepsrisico heeft de status van een inspanningsverplichting. Dit betekent dat het bevoegd gezag de plicht heeft om het berekende groepsrisico te verantwoorden (verantwoordingsplicht). Deze QRA kan gebruikt worden als input voor de verantwoording.

2.5 Berekeningswijze

Welke ongewenste gebeurtenissen voor de risicoanalyse moeten worden gehanteerd is in het algemeen vastgelegd in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. De meest recente versie van deze Handleiding betreft versie 3.2 van 1 juli 2009 (hierna: HRB). De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met de meest recente versie van het voorgeschreven programma SAFETI-NL, versie 6.54.2.

1. Bruto vloeroppervlakte.

3 Werkwijze

3.1 Vaststellen maximale variant

Om verdere invulling te kunnen geven aan het externeveiligheidsonderzoek voor het bestemmingsplan Scheurkade is een start gemaakt met het opstellen van de maximale situatie. In deze notitie worden de uitgangspunten en nog openstaande vragen aangegeven en voor aanvulling/akkoord voorgelegd aan de opdrachtgever.

Onderstaande tekst is afkomstig uit het besprekingsverslag van 23 oktober 2013

Kenmerken activiteit:

Voor de kenmerken van de activiteit zijn inschatting nodig van het maximale scenario op deze locatie. Onderstaand de bekende punten zoals die zijn aangedragen voor de in werking zijnde locatie:

- 4 miljoen ton lading K3-producten, brandpunt > 55.
- Inkomend 100 à 20 schepen, maatgevend schip type Aframax (255x46x16) met DWT range 100.000-110.000.
 - o het maximale ontwerpschip type Suezmax (DWT range 120.000 - 200.000) kan ook aanmeren maar niet volledig geladen vanwege de diepgang (bodemdiepte -16 NAP).
- Uitgaande schepen (80% binnenvaart, 20% zeevaart) tussen de 2.000 á 3.000 schepen.

Inrichting terrein:

- 5 loadingarms, inclusief losslangen, manifolds en leidingen.
- bovengrondse leidingenstrook op het terrein, parallel aan de kade en een ondergrondse vertakking van deze leidingstrook (aansluitend op de reeds bestaande ondergrondse leidingstrook aan de westzijde van het terrein onder de Prof. Gerbrandyweg).
- overige voorzieningen als wachthuisje(s) en/of walstroom voorzieningen (inclusief transformatorhuisje).

3.1.1 Risicobronnen

Op basis van de gegeven informatie en het beschikbare kaartmateriaal worden de volgende uitgangspunten afgeleid. De relevante aspecten voor de risicobeoordeling zijn:

- Verpompte gevaarlijke stof
- Scheepsverlading
 - o Falen van schepen
 - o Falen van de losarmen
 - o Falen van de pompen
- Transport
- door leidingen

3.1.2 Gehanteerde maximale variant

In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de beschikbare informatie uit de verschillende bronmaterialen. De laatste kolom bevat de voorgestelde maximale variant. Vanwege de fase waarin het huidige plan verkeert zal het niet mogelijk zijn om een toekomstbestendige inschatting van het risico te maken. De uitgangspunten die zijn opgenomen in het voorstel zijn zo gekozen dat deze een accurate inschatting van de maximale situatie geven.

Tabel 3.1 Overzicht risicobronnen en voorgestelde maximale invulling

Risicobronnen	Beschikbare informatie	Maximale variant
Stof	K3-stoffen	Voorbeeldstof K3: n-Octane
Scheepsverlading		
Inkomende schepen	100-120 schepen Aframax: 100.000 - 110.000 ton Suezmax: 120.000 - 200.000 ton	120 schepen met 140.000 ton product. Omdat de Suezmax niet volledig beladen mag zijn.
Uitgaande schepen	2.000 - 3.000 binnenvaart	<u>Voorstel:</u> 120 schepen * 140.000 ton = 16.800.000 ton per jaar Bij 2.000 schepen is dit een maximale omvang 8400 ton/binnenvaartschip. Rekenen met: 2.500 schepen van 8.500 ton.
Aantal vaarbewegingen in aangelegen vaarweg	Betreft de nieuwe waterweg	<u>Voorstel:</u> 70.000 schepen per jaar.
Verladingsduur	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	<u>Voorstel op basis van schatting:</u> 12 uur voor zeeschepen (inkomend) 4 uur voor binnenvaart (uitgaand)
Leidingen		
Lengte	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Lengte van de kade muur is 560 meter. <u>Voorstel:</u> 1.250 meter leiding.
Diameter	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Nabij gelegen K1-leiding Vopak: 6" <u>Voorstel:</u> 8" leidingen
Debiet	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Zie verladingsduur schepen
Druk	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Nabij gelegen K1-leiding Vopak: 16 bar <u>Voorstel:</u> 16 bar
Temperatuur	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Omgevingstemperatuur: 10C
Losarmen		
Aantal	5 loadingarms	5 loadingarms
Pompdebiet	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Zie verladingsduur schepen
Druk	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Gebaseerd op de afvoerende leiding. <u>Voorstel:</u> 16 bar
Diameter	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Gebaseerd op de afvoerende leiding. <u>Voorstel:</u> 8"
Temperatuur	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Omgevingstemperatuur: 10C
Pompen		
Diameter aansluiting	Onbekend, afhankelijk van schepen en technisch ontwerp	Gebaseerd op de afvoerende leiding. <u>Voorstel:</u> 8" aansluiting
Debiet	Onbekend, afhankelijk van schepen en technisch ontwerp	Zie verladingsduur schepen
Gebruiksduur	Onbekend, afhankelijk van schepen en technisch ontwerp	Zie verladingsduur schepen
Druk	Onbekend, afhankelijk van schepen en technisch ontwerp	Gebaseerd op de afvoerende leiding. <u>Voorstel:</u> 16 bar
Temperatuur	Onbekend, afhankelijk van technisch ontwerp	Omgevingstemperatuur: 10 °C

3.2 Risicoberekening

3.2.1 Scheepsverlading

In de voorgeschreven rekenmethodiek zijn voor transportmiddelen en de verlading hieruit of naartoe een aantal scenario's beschreven. Ten eerste geldt voor schepen die gelegen zijn in een transportroute de kans op een aanvaring met een ander schip.

Tabel 4.1 Scenario's voor dubbelwandige vloeistoftankers

Scenario	Frequentie (jaar ⁻¹)
1. Continu vrijkomen van 75 m ³ in 1.800 s	$0,0015 \times f_0$
2. Continu vrijkomen van 20 m ³ in 1.800 s	$0,006 \times f_0$

$$F_0 = 6,7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N.$$

T = het totale aantal schepen per jaar op de transportroute of in de haven.

t = de gemiddelde verladingduur per schip (in uren)

N = het aantal verladingen per jaar.

Tevens kan een losarm afbreken of lekken tijdens het verladen, hiervoor zijn de onderstaande scenario's voorgeschreven.

Tabel 4.2 Scenario's voor verlading door middel van een laad-/losarm

Scenario	Frequentie (jaar ⁻¹)
1. Breuk van de laad-/losarm	verladingsduur $\times 3.10^{-8}$
2. Lek van de laad-/losarm met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50mm	verladingsduur $\times 3.10^{-7}$

De vloeistoffen worden uit het schip verpompt hiervoor zijn de scenario's uit tabel 4.3 voorgeschreven.

Tabel 4.3 Scenario's voor centrifugaalpomp met pakking

Scenario	Frequentie (jaar ⁻¹)
1. Catastrofaal falen	$1.10^{-4} \times \text{bedrijfstijd}$
2. Lek (10% diameter)	$4,4.10^{-3} \times \text{bedrijfstijd}$

Er wordt geen boord-boord overslag mogelijk gemaakt.

Tabel 4.4 Scenario's voor verlading door middel van een laad-/losslang

Scenario	Frequentie (jaar ⁻¹)
1. Breuk van de laad-/losslang	verladingsduur $\times 4.10^{-6}$
2. Lek van de laad-/losslang met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	verladingsduur $\times 4.10^{-5}$

In tabel 4.5 zijn de gegevens voor het gebruik van de loskade opgenomen.

Tabel 4.5 Gebruik laad-/loskade

Gegevens	Zeeschepen	Binnenvaart
Aantal verladingen [jaar ⁻¹]	120	2.500
Capaciteit [ton]	140.000	8.500
Duur verlading [uur] *	48	6
Totale verblijftijd	5.760	15.000
Vervoersbewegingen [jaar ⁻¹]	70.000	70.000
Type repressiesysteem	n.v.t.	n.v.t.
Opvangcapaciteit [m ³]	n.v.t.	n.v.t.

* de duur van de verlading is aangepast, in het geval van een verladingduur van 12/4 uur is het debiet hoger dan gangbaar in de industrie.

Dit resulteert in de onderstaande faalscenario's en frequenties voor verladingen aan de loskade.

Tabel 4.6 Faalfrequenties scenario's laad-/loskade

Nr.	Omschrijving	Duur scenario	Faalfrequentie
Zeeschip			
1.	breuk laadarm zeeschip	1.800 sec	6,91E-04
2.	lek laadarm zeeschip	1.800 sec	6,91E-03
3.	falen pomp zeeschip	1.800 sec	6,58E-05
4.	lekkage pomp zeeschip	1.800 sec	2,89E-03
5.	aanvaring 75m3 zeeschip	1.800 sec	4,05E-05
6.	aanvaring 20m3 zeeschip	1.800 sec	1,62E-04
Binnenvaartschip			
1.	breuk laadarm binnenvaartschip	1.800 sec	7,20E-04
2.	lek laadarm binnenvaartschip	1.800 sec	7,20E-03
3.	falen pomp binnenvaartschip	1.800 sec	1,71E-04
4.	lekkage pomp binnenvaartschip	1.800 sec	7,53E-03
5.	aanvaring 75 m3 binnenvaartschip	1.800 sec	1,06E-04
6.	aanvaring 20 m3 binnenvaartschip	1.800 sec	4,22E-04

3.2.2 Leiding

De leiding zal van de kade naar een aansluiting op een ondergrondse leiding lopen. De scenario's in tabel 4.7 zijn gedefinieerd voor

Tabel 4.7 Scenario's voor leiding

Scenario	Frequentie (m ⁻¹ .jaar ⁻¹)
1. Breuk van de leiding	1 x 10 ⁻⁷
2. Lek met een effectieve diameter van 8 inch	5 x 10 ⁻⁷

In tabel 4.8 staan de relevante gegevens over de leiding. In de leiding vindt transport plaats van K3-stoffen. Voor de leiding is uitgegaan van een totale lengte van 1250 meter, dit is meer dan de lengte van de kade, van 560 meter. Dit is gedaan om rekening te houden met bochten en manifolds.

Tabel 4.8 Relevante gegevens voor de leiding

Gegevens	
Lengte leiding [m]	1.250 m
Diameter leiding [m]	8"
Hoogte leiding [m]	0 meter
Inhoud leiding [m ³]	n.v.t.
Bedrijfstijd [uur/jaar]	8.765

Tabel 4.9 Faalfrequenties scenario's leiding

Nr.	Omschrijving	Duur scenario	Faalfrequentie [jaar ⁻¹]
1.	breuk leiding	1.800 sec	2,50E-04
2.	lek leiding	1.800 sec	1,25E-03

3.3 Bevolking

De bevolkingsinventarisatie dient plaats te vinden aan de hand van de geldende bestemmingsplannen. Op 19 december 2013 is voor de omgeving van de Scheurkade het bestemmingsplan Botlek-Vondelingenplaat vastgesteld. De bestemming van het plangebied is 'Verkeer' met de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologie'. Gezien de voorgenomen ontwikkelingen in het gebied en het vastgestelde bestemmingsplan Botlek-Vondelingenplaat wordt voor het gehele gebied binnen het invloedsgebied gekozen voor een modellering van 5 personen per hectare. Deze classificering komt overeen met een industriegebied.

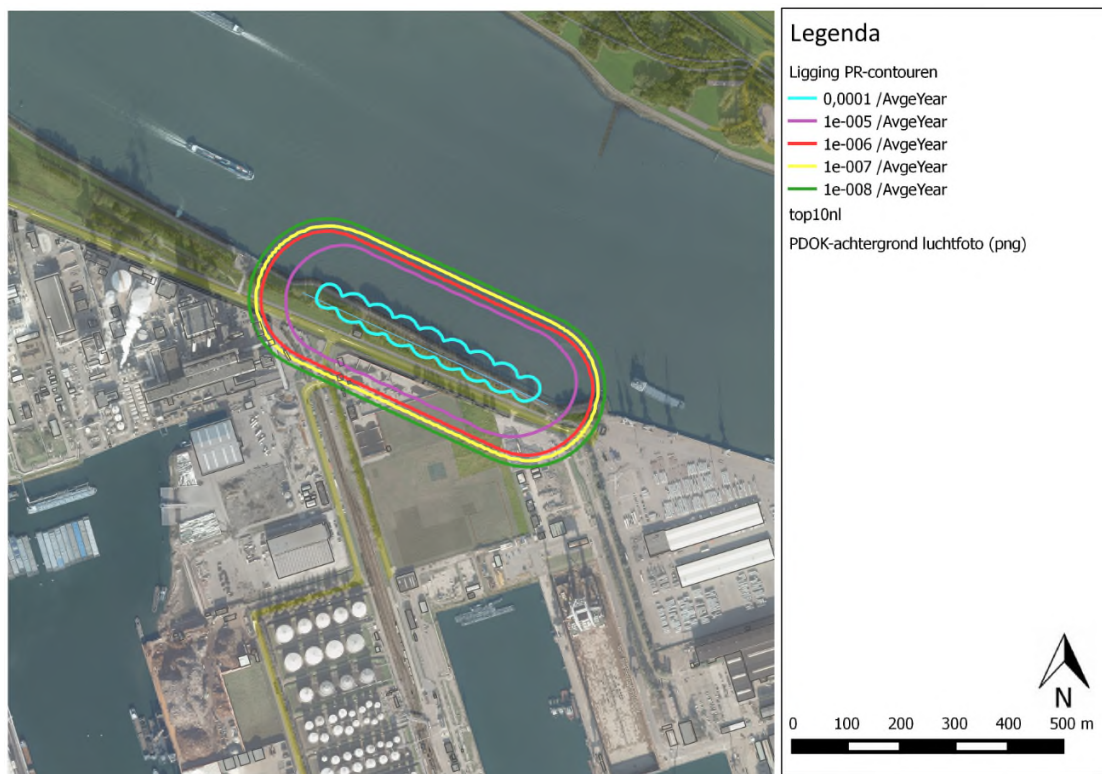


Figuur 3.1 Ligging bestemmingsplan en omgeving

4 Resultaten

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Safeti-NL versie 6.542. Hierbij is gebruik gemaakt van de meteorologische data van weerstation Rotterdam. In de berekeningen is een ruwheidsfactor van 300 mm gehanteerd.

4.1 Plaatsgebonden risico



Figuur 4.1 Ligging PR-contouren maximale variant

Te zien is dat de berekende PR-risicocontouren nog de overkant van het water bereiken nog in de buurt van Rozenburg komen. Deze contour van de maximale variant blijft tevens binnen de veiligheidscontour van het gebied Botlek- Vondelingenplaat. Bepalend voor het risico zijn de verladingsscenario's (Breuk/lekkage van de losarm of losslang).

4.2 Groepsrisico

Het berekende groepsrisico komt niet boven de 10 slachtoffers uit. Volgens het Besluit externe veiligheid inrichtingen is pas sprake van een groepsrisico als het groepsrisico boven de 10 personen ligt. Dit houdt in dat in het kader van het Bevi geen groepsrisico is vastgesteld.

4.3 Verantwoording groepsrisico

Vanwege de toename van het plaatsgebonden risico (er wordt immers een mogelijk risico toegevoegd) dient het groepsrisico te worden beschouwd. De elementen van de verantwoording worden gegeven in artikel 13 van het Bevi. De wijziging voor het bestemmingsplan Scheurkade richt zich op het mogelijk maken van een functie die op deze locatie, op dit moment, planologisch nog niet mogelijk is. In het gebied zijn vergelijkbare activiteiten veel voorkomend. Tevens is de toename van het groepsrisico beperkt te noemen. De verantwoording van het groepsrisico kan om die reden beknopt worden gehouden, in overeenstemming met het Beleidskader Groepsrisico Rotterdam.

Risicobronnen en scenario's

De verandering van functie introduceert een nieuwe risicobron in een omgeving waar reeds meerdere aanwezig zijn. De huidige beschouwing betreft een worst-case inschatting van de risico's. In hoofdstuk 3 zijn de scenario's beschreven.

De aanwezige dichtheid van personen in het invloedsgebied.

He gebied kenmerkt zich door een mix van industrie en bedrijvigheid (zoals de AVR). De bevolking in de directe omgeving bestaat uit personen werkzaam bij bedrijven die zelf risico's veroorzaken (BRZO-bedrijven).

De omvang van het groepsrisico

Als gevolg van de nieuwe risicobron wijzigt het groepsrisico. Het groepsrisico blijft ruim beneden de oriëntatiewaarde (het groepsrisico omvat minder dan 10 personen).

Conclusie: het groepsrisico neemt weliswaar toe bij de vaststelling van dit bestemmingsplan, maar blijft ruim beneden de oriëntatiewaarde.

De mogelijkheden en voorgenomen maatregelen ter beperking van het groepsrisico

De mogelijkheden voor de gemeente om bronmaatregelen te treffen zijn in het kader van het huidige plan wel aanwezig. De voorgenomen activiteiten zijn op een maximale variant beschouwd, mits geen andere stoffen dan K3-stoffen worden verladen.

- De veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat sluit de vestiging van kwetsbare objecten, anders dan locatie- en/of functiegebonden, uit in de nabije omgeving van deze ontwikkeling.
- De huidig voorziene activiteiten bevatten geen boord-boord overslag. Door het uitsluiten van deze activiteiten zijn de risico's enigszins gereduceerd.
- De risico's worden veroorzaakt door de gevolgen van een plasbrand. Het bevoegd gezag kan bij een toekomstige omgevingsvergunning maatregelen voorschrijven om verspreiding van een eventuele plas brandbare vloeistof te beperken. Hierdoor worden de risico's gereduceerd.

4.3.1 De mogelijkheden tot bestrijding

Plasbrand scenario (transporteetheid en leiding)

- De kans op een plasbrand is zeer beperkt omdat dit K3 stoffen betreffen. Deze zijn moeilijk te ontsteken. In het geval van een uitstroming bestaan meerdere mogelijkheden om maatregelen te treffen om een plasbrand te voorkomen of om de omvang te beperken. Hierbij moet gedacht worden aan omvang beperkende maatregelen en het wegnemen van eventuele ontstekingsbronnen.
- Verspreiding van de plas bij de verlading richting de objecten in de omgeving is minder waarschijnlijk, aangezien de breuk en lekkage bij verlading hoofdzakelijk plaats zal vinden boven het water. Deze plas zal zich dan niet meer uitbreiden richting de kade.
- De verlaadplaats is goed bereikbaar voor hulpdiensten, in het geval van een incident is de Torontostraat echter verminderd bereikbaar, waardoor bestrijding op deze locatie moeilijker is.
- In de omgeving is voldoende bluswater aanwezig.

4.3.2 Zelfredzaamheid

De mate van zelfredzaamheid hangt van twee aspecten af:

1. de mogelijkheid om slachtoffers te voorkomen, gezien het maatgevende scenario, en;
2. of het gebied voldoende ingericht is om de zelfredzaamheid te kunnen faciliteren.

In het plangebied bevinden zich hoofdzakelijk goed zelfredzame personen. Deze personen zijn tevens werkzaam in een gebied met een verhoogd risico waardoor bewustzijn en training beter dan gemiddeld is. De ontsluiting loopt via de professor Gerbrandyweg die in het geval van een incident afgesloten kan zijn. Bereikbaarheid van het achterland is niet meer mogelijk als de professor Gerbrandyweg is afgesloten, aangezien het aannemelijk is dat het terrein ter zuiden van de professor Gerbrandyweg omsloten zal zijn met hekwerk.



Figuur 6.1 Mogelijke vluchtroutes rondom plangebied

In het havengebied bevinden zich voldoende schuilmogelijkheden. Bij een calamiteit met een brandende K3 vloeistof is het mogelijk voor iedereen om te schuilen voor de vrijkomende rookkolom. Het scenario verloop (vrijkomen vloeistof, plasuitbreiding en ontsteking) biedt genoeg tijd om tijdig te vluchten voor de vrijkomende warmtestraling, zeker aangezien de omvang van de warmtestraling beperkt is en dus maar een beperkte afstand afgelegd hoeft te worden.

Brandweeradvisering

In het kader van de bestemmingsplanprocedure heeft de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond gereageerd op voorliggend onderzoek en het bestemmingsplan. De reacties zijn verwerkt in voorliggend rapport en het ontwerpbestemmingsplan.

**Risicoberekening hogedruk
aardgasleidingen haven industrieel
complex Rotterdam**

*voor groepsrisicoverantwoording
bestemmingsplannen Botlek-
Vondelingenplaat, Europoort en
Maasvlakte 1 Rotterdam*

**Risicoberekening hogedruk
aardgasleidingen haven industrieel
complex Rotterdam**

*voor groepsrisicoverantwoording
bestemmingsplannen Botlek-
Vondelingenplaat, Europoort, Maasvlakte 1
Rotterdam*

Kwaliteitstoets	Autorisatie
<i>Naam</i> <i>Ester van Aalst</i>	<i>Naam</i> <i>Wim Kooijman</i> <i>Functie</i> Bureauhoofd Veiligheid

Auteur (s)	:Sjoerd Post
Afdeling	:Expertisecentrum
Bureau	:Veiligheid
Documentnummer	:21487704
Datum	:31 mei 2013

Inhoud

1	Samenvatting	4
2	Inleiding	5
3	Conclusie	11
4	FN curves Botlek Vondelingenplaat.....	12
5	FN curves Europoort.....	37
6	FN curves Maasvlakte	59

1 Samenvatting

De invloed van de ruimtelijke ontwikkelingsplannen in het Haven Industrieel Complex Rotterdam (HIC) op de hoogte van de groepsrisico's van de hogedrukaardgasleidingen is in dit rapport onderzocht en beschreven. De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma CAROLA 1.0.0.51 parameterbestand 1.2. Het zijn berekeningen van de huidige populatie situatie en de toekomstige situatie met de ruimtelijke ontwikkelingen uit het voorkeursalternatief (VKA) van de MER Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1.

2 Inleiding

De ruimtelijke ontwikkelingen in het Haven Industrieel Complex worden in drie bestemmingsplannen vastgelegd: Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1. In deze gebieden liggen diverse ondergrondse transportleidingen met externe veiligheidsrisico's. In de toelichting op de bestemmingsplannen zal het groepsrisico worden verantwoord conform het BEVB. Ten behoeve van deze groepsrisicoverantwoording is voor alle Gasunie hogedruk aardgasleidingen het groepsrisico berekend. Voor de aardgasleidingen die een groepsrisico boven 0,1 keer de oriëntatiewaarde hebben, is nader onderzoek gedaan naar dat groepsrisico. Per plangebied is voor de aardgasleiding met het hoogste groepsrisico een extra berekening gemaakt waarbij op de verander- of ontwikkellocatie van het MER Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1, de maximale populatiedichtheid met 24 personen per hectare is verhoogd. In dit rapport staan de resultaten van de uitgevoerde risicoberekeningen beschreven.

2.1 Populatiegegevens

De hoogte van het groepsrisico wordt naast de risicovolle ondergrondse transportleidingen ook bepaald door de aanwezigheid van personen binnen het invloedsgebied. Voor de plangebieden Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1 in de Rotterdamse haven zijn de gegevens van de aanwezige populatie verzameld.

In eerste instantie is de populatie van de drie plangebieden Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1 bepaald. Als huidige situatie is de peildatum 1-1-2012 gekozen.

De populatie van de drie plangebieden is opgebouwd uit:

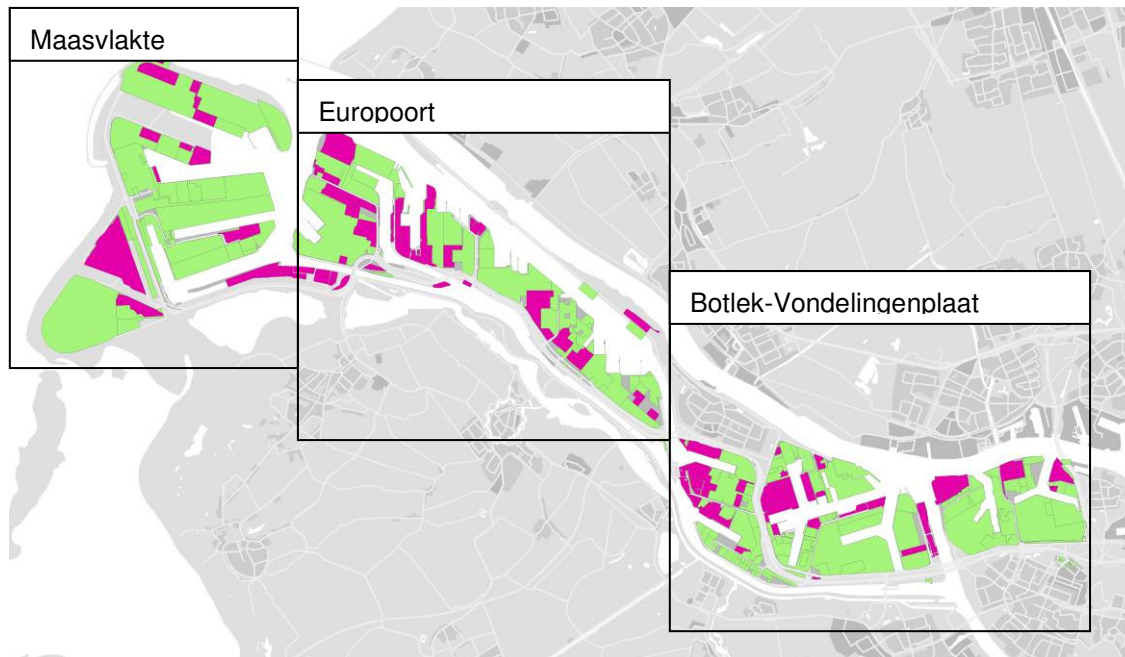
- 1 Populatiegegevens op specifieke locaties uit de landelijke Populator van het ministerie van I&M.
- 2 Populatiegegevens van de BRZO bedrijven op basis van hun eigen veiligheidsrapporten.
- 3 Populatiegegevens van bedrijfsterreinen door het Havenbedrijf Rotterdam verstrekte populatiedichtheden.

In deze volgorde is ook de prioriteit aangegeven, van nauwkeurig en gedetailleerd naar een globale invulling.

Verkeersdeelnemers (gebruikers openbare weg en aanwezigen op een perron) en gebruikers van openbare ruimten (zoals een park of plein) worden niet betrokken bij groepsrisicoberekening conform Bevb.

2.2 Toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen

In de bestemmingsplannen zijn ontwikkellocaties en veranderlocaties aangewezen waarbinnen de functie mogelijk verandert. Van alle verschillende functies zijn de populatiedichtheden bepaald. Voor de toekomstige situatie is per ontwikkellocatie en veranderlocatie gekozen voor de functie met de hoogste personendichtheid. Dit is een worstcase benadering.



Figuur 1 Ontwikkel- en veranderlocaties (paars) in de drie bestemmingsplannen

Het Havenbedrijf Rotterdam heeft per deelsegment een inschatting gemaakt van het gemiddelde aantal werknemers per hectare. Verrekening van ploegendiensten etc is niet inbegrepen en geeft een feitelijke overschatting.

Hoofdsegment	Subsegment	Deel-segment	Aantal pers./ha	Categorie ¹
Ruwe olie en raffinage	Raffinaderijen	raf	8	2
Ruwe olie en raffinage	Raffinaderijterminals	rat	2	1
Chemie & biobased industrie	Chemische industrie	chi	11	2
Chemie & biobased industrie	Bio based industrie	bbi	12	2
Onafhankelijke tankopslag	Minerale olieproducten	otm	5	1
Onafhankelijke tankopslag	Chemische producten	otc	6	1
Onafhankelijke tankopslag	Plantaardige oliën	plo	12	2
Droog massagoed	IJzererts & kolen	ij&k	5	1
Droog massagoed	Schroot	schroot	21	4
Droog massagoed	Overig droog massagoed	odm	5	1
Containers	Deepsea	dps	8	2
Breakbulk	Roll on roll off	roro	9	2
Service industrie	Maritieme industrie	min	26	4
Service industrie	Maritieme dienstverlening	mdv	24	4
GAS & power	Gas bedrijven	gas	6	1
GAS & power	Power bedrijven	pow	6	1
Breakbulk	Overig stukgoed	ovs	12	2
Containers	Short sea	shs	12	2
Containers	Distributie bedrijven	dis	6	1
GAS & power	Utilities	uti	6	1
Service industrie andere haven activiteiten	Andere havengerelateerde bedrijven	aha	12	2
Containers	Empty depots	emd	12	2

tabel 1 Overzicht segmenten industrieën

Nadat voor alle deelsegmenten een kentel bepaald is, is op basis van een overzicht van de deelsegmenten die in het VKA mogelijk gemaakt worden per verander-/ontwikkellocatie bepaald wat het worstcase deelsegment is.

¹ De segmenten zijn in vier categorieën ingedeeld:

categorie 1: max 6 pers/ha

categorie 2: max 12 pers/ha

categorie 3: max 18 pers/ha

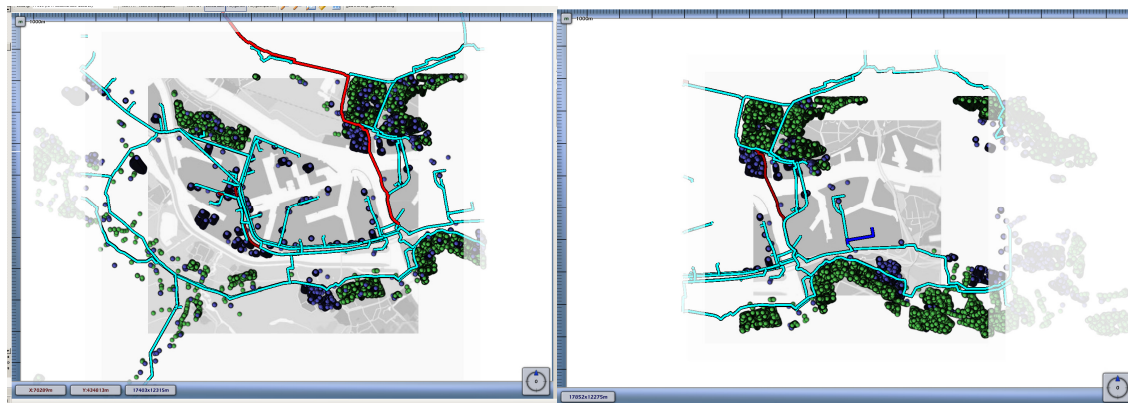
categorie 4: max 24 pers/ha

Hierbij is rekening gehouden met een 50% toename door de aanwezigheid van contractors. De deelsegmenten waarvoor nog geen personendichtheid bekend was, is in een categorie ingedeeld

2.3 Uitgevoerde risicoberekeningen voor de ondergrondse transportleidingen

Van alle hogedruk aardgasleidingen in het plangebied Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1 zijn de groepsrisico's berekend met het programma CAROLA. Voor de populatiegegevens in de huidige situatie is gebruik gemaakt van de populatie die gebruikt is bij het onderzoek naar groepsrisico-knelpunten voor de Gasunie. In de bijlagen 1,2,en 3 zijn de groepsrisicocurves weergegeven van de hogedruk aardgasleidingen in resp. Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1.

Botlek-Vondelingenplaat

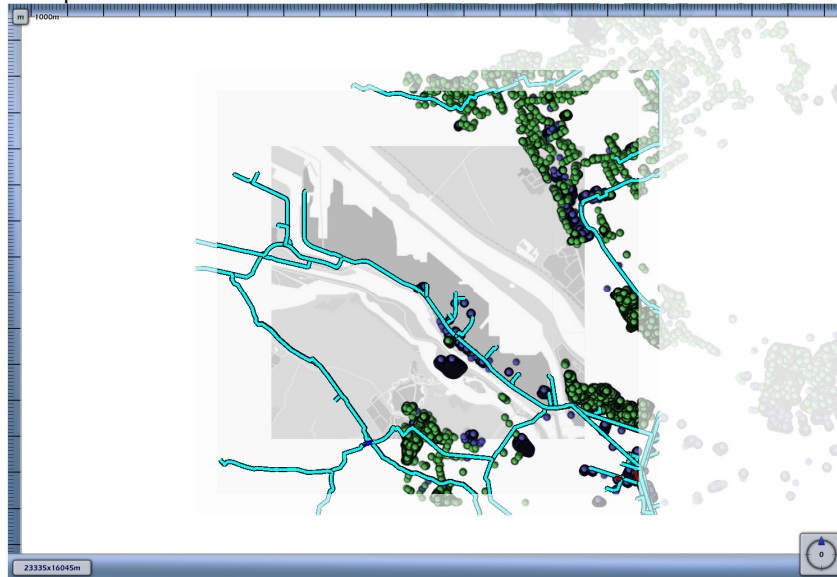


In het Botlek-Vondelingenplaatgebied zijn geen hogedruk aardgasleidingen aanwezig die een groepsrisico hebben boven de oriëntatiewaarde.

In het Botlek-Vondelingenplaatgebied hebben twee leidingen een groepsrisico boven de 0,1 keer de orientatiewaarde (OW). Dat zijn leiding W-505-01 en leiding W-537-01. De hoogte van het groepsrisico van aardgasleiding W-505-01 is $0,18 * OW$ en de hoogte van aardgasleiding W-537-01 is $0,23 * OW$.

Om de invloed van de extra populatie op de verander- of ontwikkellocaties te bepalen is extra populatie met een dichtheid van 24 personen per hectare binnen het invloedsgebied van de hogedruk aardgasleidingen op 5 meter van de leiding gemodelleerd. Het resultaat van deze extra populatie is niet terug te zien in de groepsrisico's van de hogedruk aardgasleidingen. Uit berekeningen met CAROLA is gebleken dat een populatie toename van 24 personen per hectare geen significante bijdrage aan het groepsrisico van de hogedruk aardgasleidingen in het Botlek-Vondelingenplaatgebied levert.

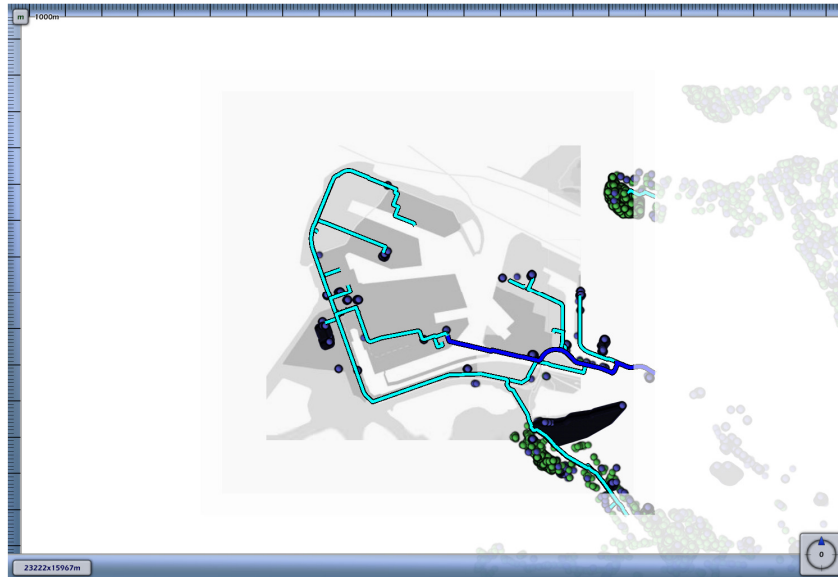
Europoort



In het Europoortgebied zijn geen hogedruk aardgasleidingen aanwezig die een groepsrisico hebben boven de oriëntatiewaarde.

Om de invloed van de extra populatie op de verander- of ontwikkellocaties te bepalen is extra populatie met een dichtheid van 24 personen per hectare binnen het invloedsgebied van de hogedruk aardgasleidingen op 5 meter van de leiding gemodelleerd. Het resultaat van deze extra populatie is niet terug te zien in de groepsrisico's van de hogedruk aardgasleidingen. Uit berekeningen met CAROLA is gebleken dat een populatie toename van 24 personen per hectare geen significante bijdrage aan het groepsrisico van de hogedruk aardgasleidingen in het Europoort-gebied levert.

Maasvlakte 1



In het Maasvlakte 1-gebied zijn geen hogedruk aardgasleidingen aanwezig die een groepsrisico hebben boven de oriëntatiewaarde.

Om de invloed van de extra populatie op de verander- of ontwikkellocaties te bepalen is extra populatie met een dichtheid van 24 personen per hectare binnen het invloedsgebied van de hogedruk aardgasleidingen op 5 meter van de leiding gemodelleerd. Het resultaat van deze extra populatie is niet terug te zien in de groepsrisico's van de hogedruk aardgasleidingen. Uit berekeningen met CAROLA is gebleken dat een populatie toename van 24 personen per hectare geen significante bijdrage aan het groepsrisico van de hogedruk aardgasleidingen in het Maasvlakte 1-gebied levert.

3 Conclusie

De hogedruk aardgasleidingen in de bestemmingsplangebieden Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1, hebben geen groepsrisico boven de oriëntatiewaarde.

Om de invloed van de extra populatie op de verander- of ontwikkellocaties te bepalen is extra populatie met een dichtheid van 24 personen per hectare binnen het invloedsgebied van de hogedruk aardgasleidingen op 5 meter van de leiding gemodelleerd in het risicoberekeningprogramma CAROLA. De berekeningen zijn uitgevoerd voor hogedruk aardgasleidingen in Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1.

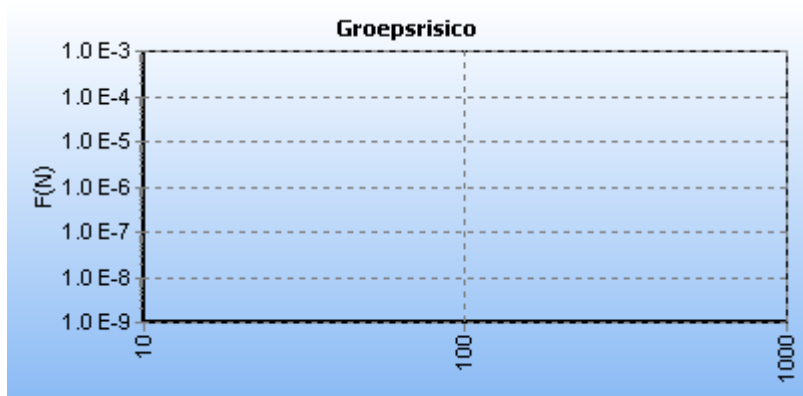
De extra populatie op de ontwikkel- of veranderlocaties uit het MER ten behoeve van de bestemmingsplannen Botlek-Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte 1, hebben geen significante invloed op de hoogte van het groepsrisico van de hogedruk aardgasleidingen die een invloedsgebied hebben liggen over de plangebieden.

De populatiedichtheden van de nieuwe ontwikkel- of veranderlocaties zijn te laag om een significante bijdrage te leveren aan het groepsrisico van de hogedruk aardgasleidingen.

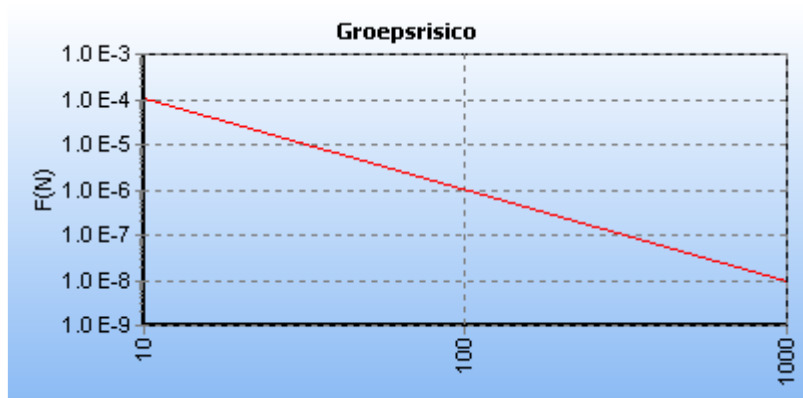
4 FN curves Botlek Vondelingenplaat

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

4.1 Figuur 5.1 FN curve voor A-517-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



4.2 Figuur 5.2 FN curve voor A-517-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 270.00



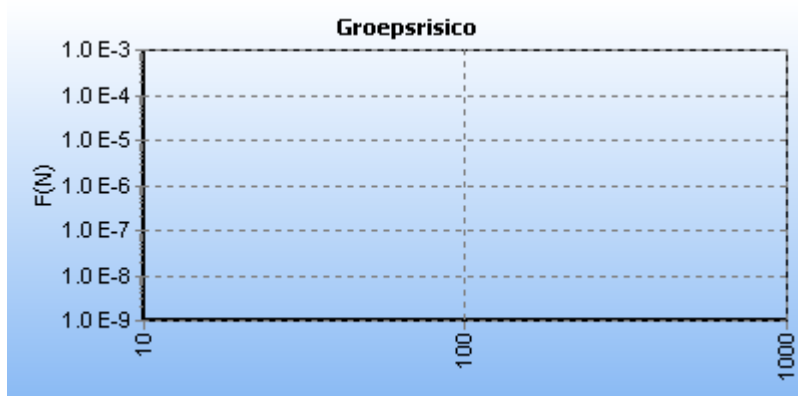
4.3 Figuur 5.3 FN curve voor A-517-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 280.00



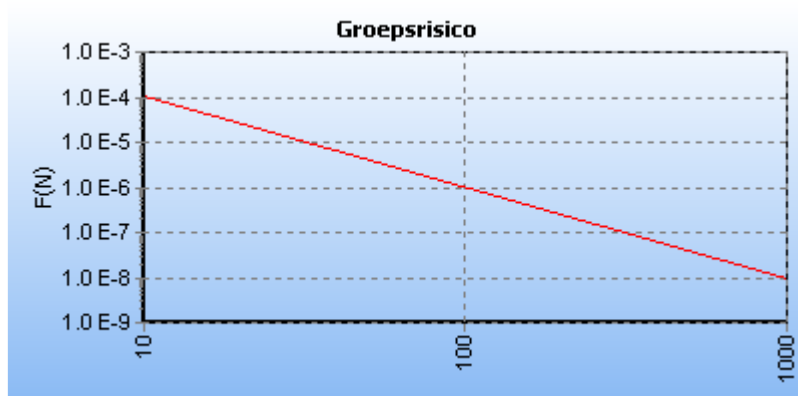
4.4 **Figuur 5.4 FN curve voor A-517-12 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



4.5 **Figuur 5.5 FN curve voor A-517-13 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



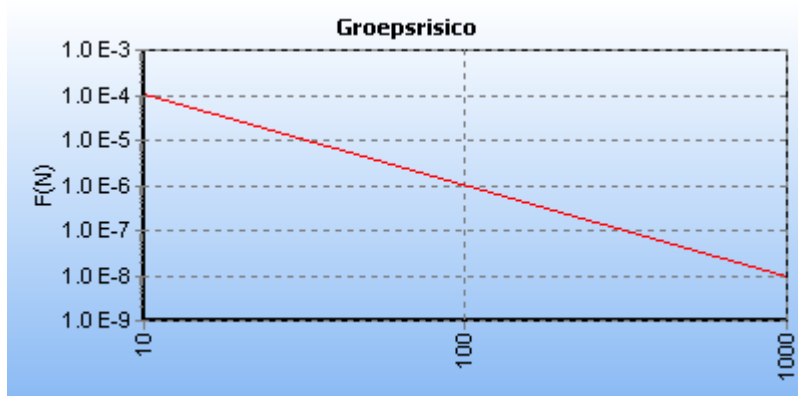
4.6 **Figuur 5.6 FN curve voor A-517 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 34200.00 en stationing 35200.00**



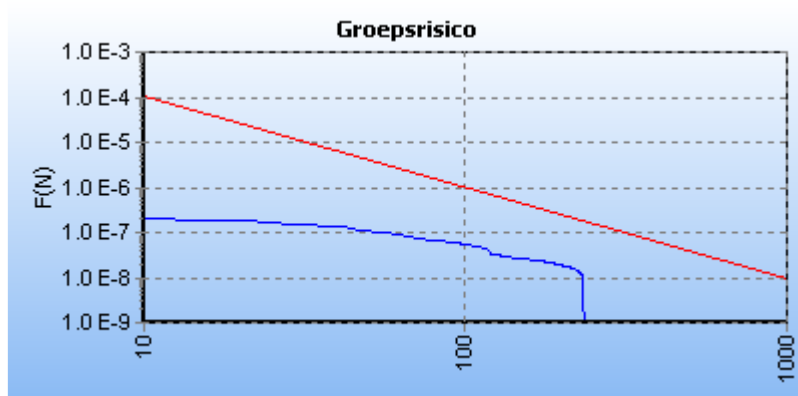
4.7 **Figuur 5.7 FN curve voor A-536 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1570.00 en stationing 2570.00**



4.8 **Figuur 5.8 FN curve voor A-537-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



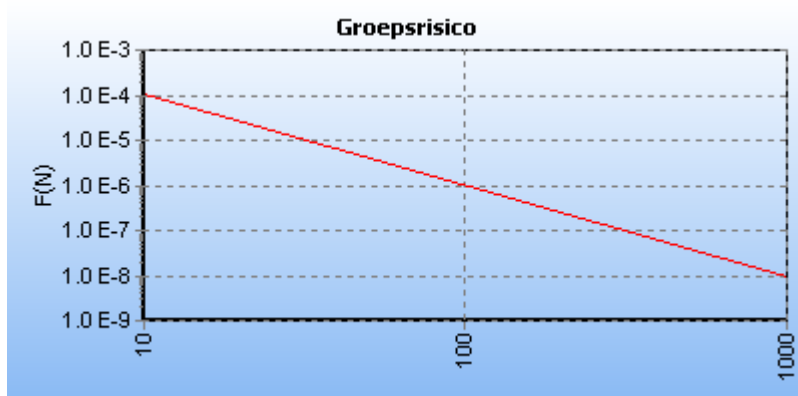
4.9 **Figuur 5.9 FN curve voor A-537 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



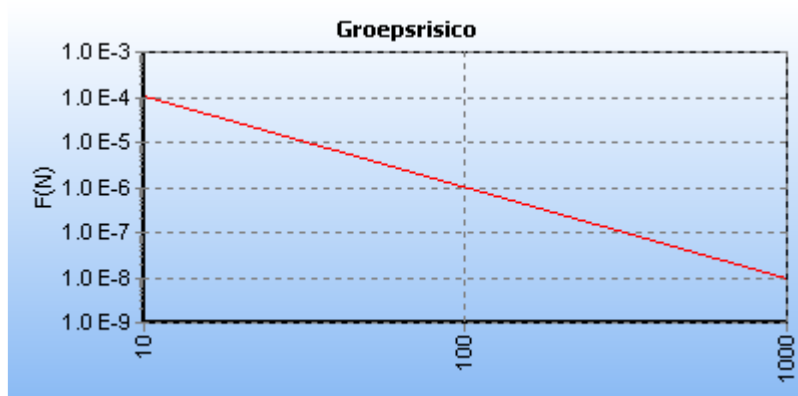
4.10 **Figuur 5.10 FN curve voor A-559-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 560.00 en stationing 1560.00**



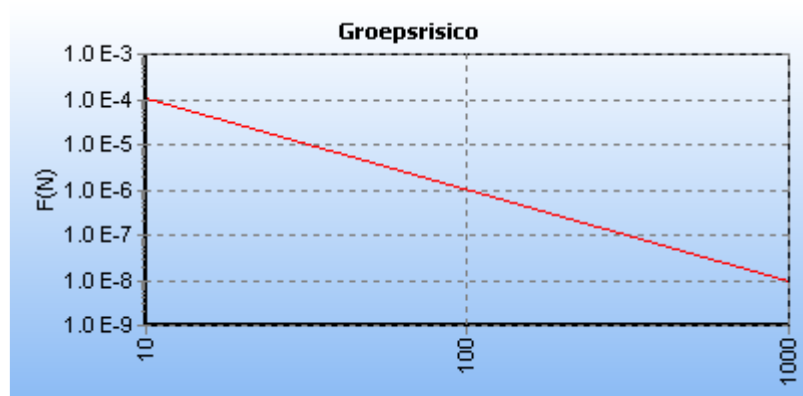
4.11 **Figuur 5.11 FN curve voor A-559-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 560.00**



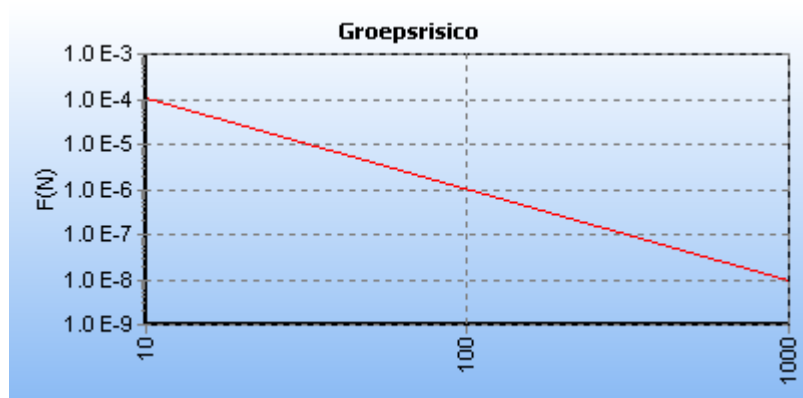
4.12 **Figuur 5.12 FN curve voor A-559-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



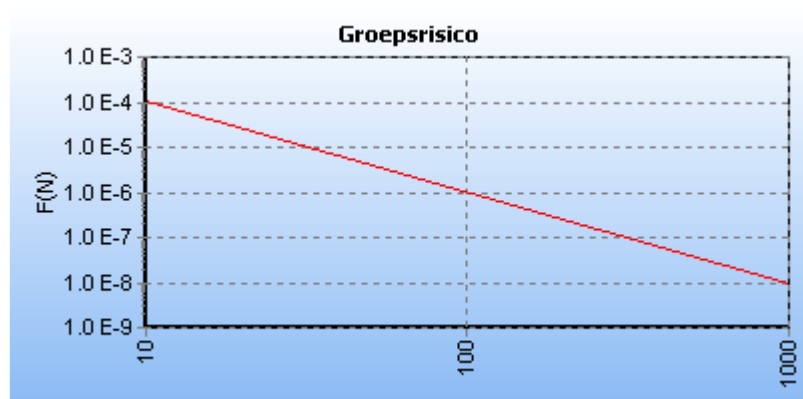
4.13 **Figuur 5.13 FN curve voor A-559-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



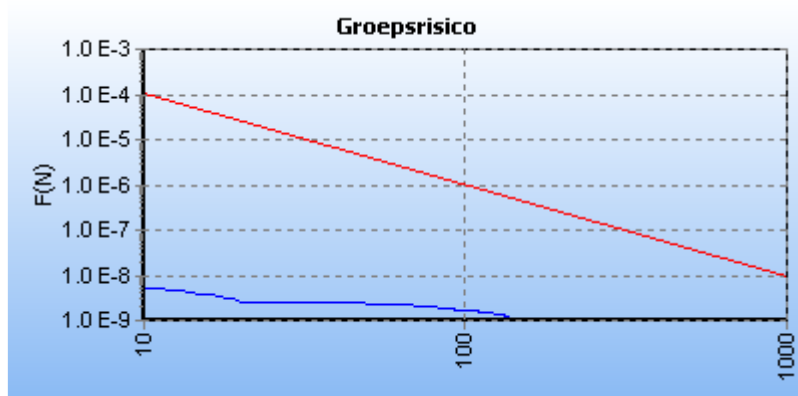
4.14 **Figuur 5.14 FN curve voor A-559-08 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



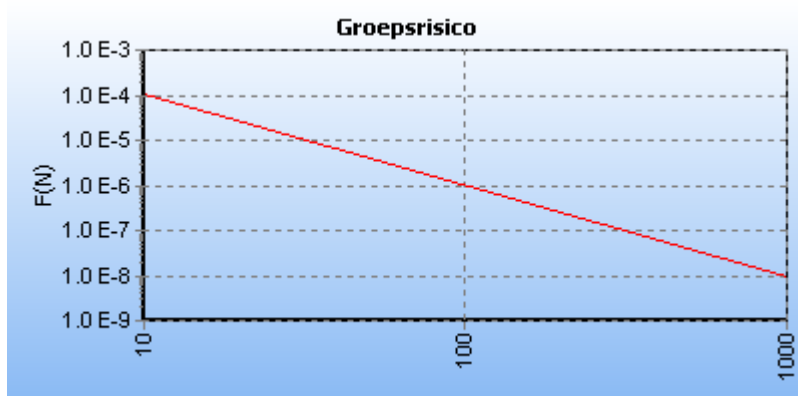
4.15 **Figuur 5.15 FN curve voor A-559-09 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



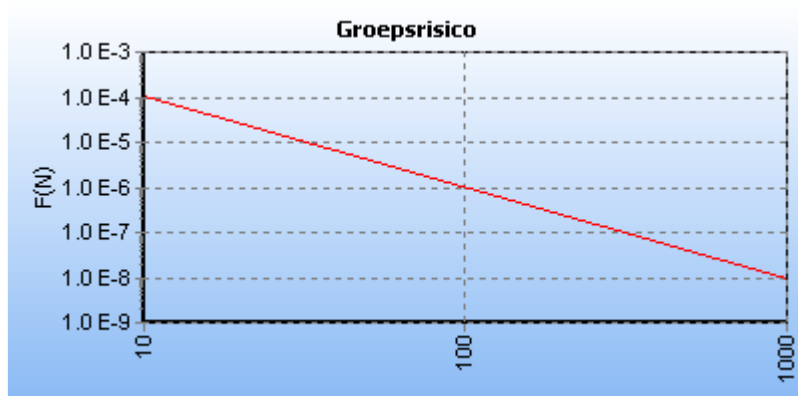
4.16 **Figuur 5.16 FN curve voor A-559 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 12310.00 en stationing 13310.00**



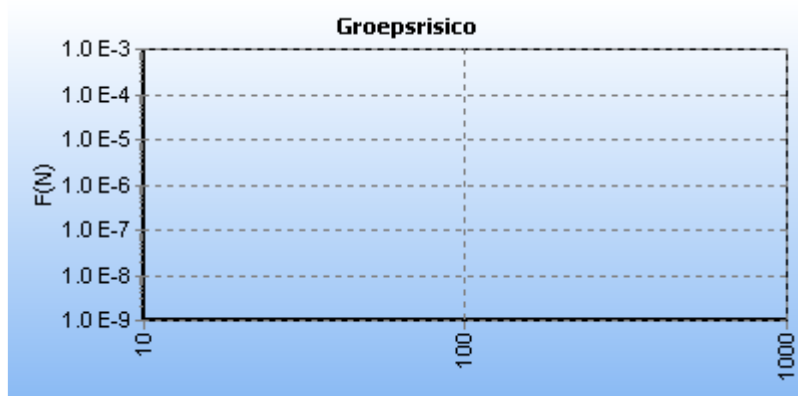
4.17 **Figuur 5.17 FN curve voor A-613-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



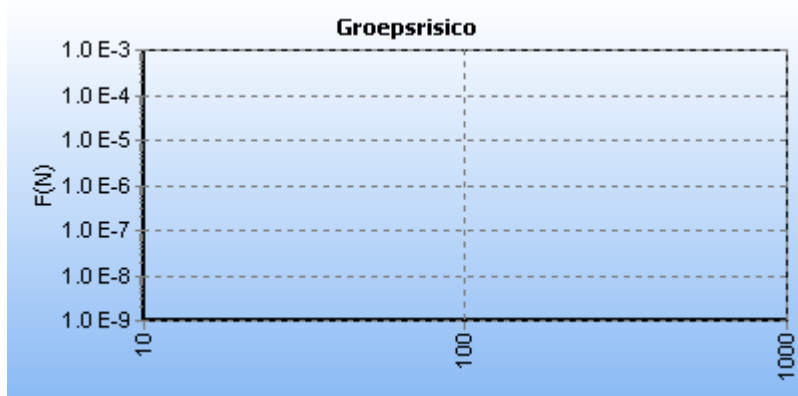
4.18 **Figuur 5.18 FN curve voor A-624-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 620.00**



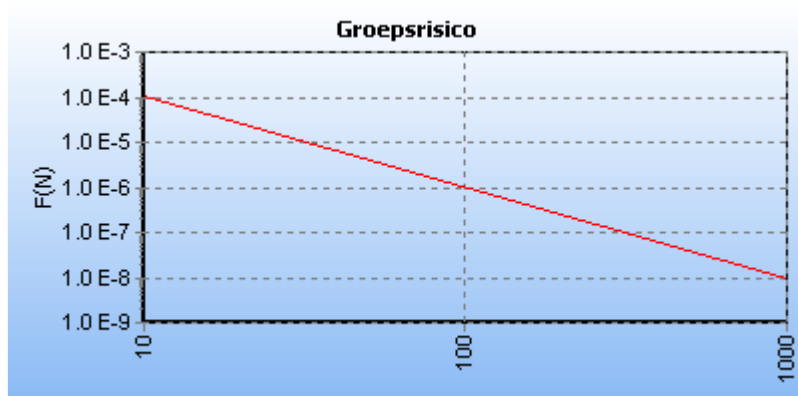
4.19 **Figuur 5.19 FN curve voor A-624-13 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



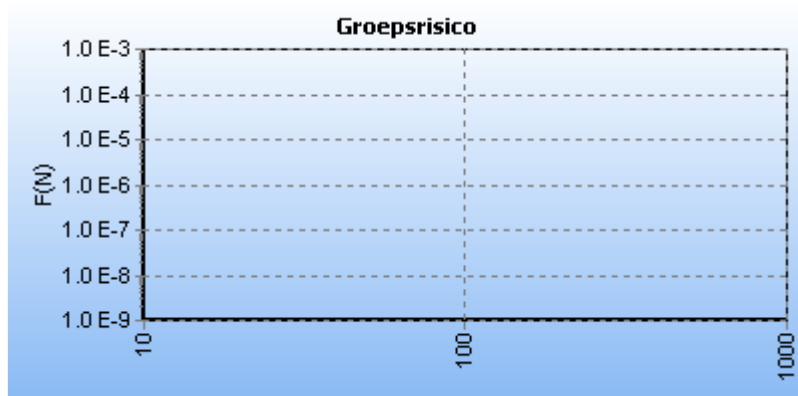
4.20 **Figuur 5.20 FN curve voor A-624-14 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



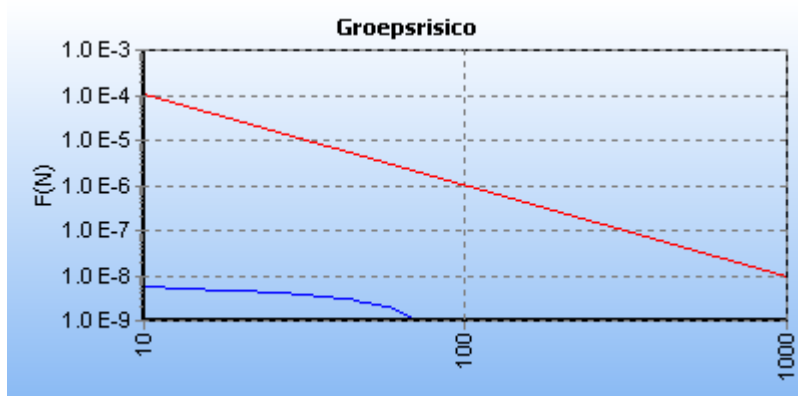
4.21 **Figuur 5.21 FN curve voor A-624 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 35080.00 en stationing 36080.00**



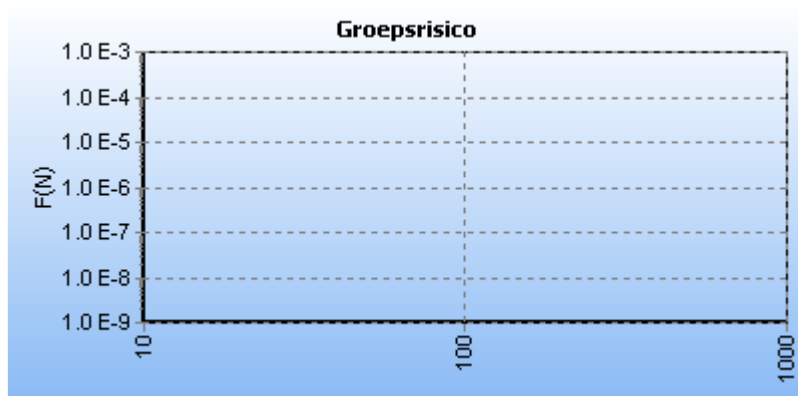
4.22 **Figuur 5.22 FN curve voor W-504-10 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



4.23 **Figuur 5.23 FN curve voor W-504-17 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 290.00**



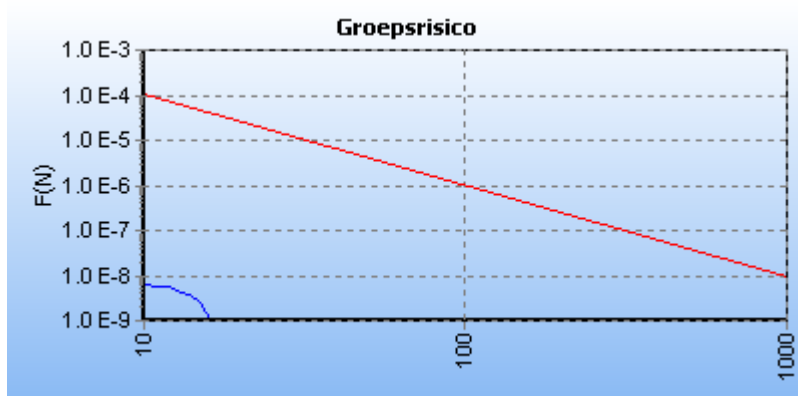
4.24 **Figuur 5.24 FN curve voor W-504-18 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



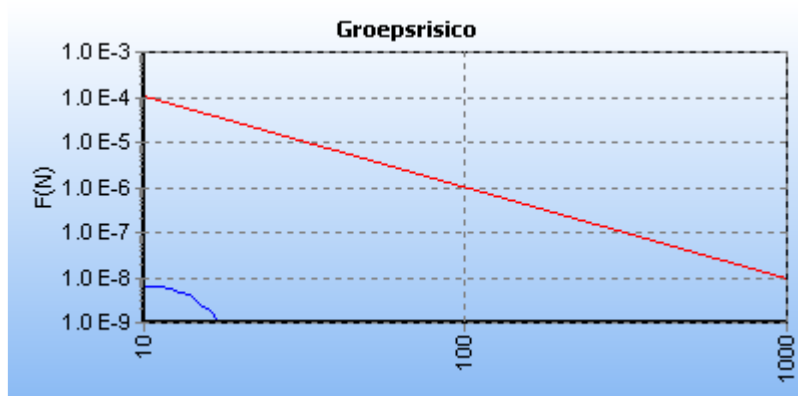
4.25 **Figuur 5.25 FN curve voor W-504-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00**



4.26 **Figuur 5.26 FN curve voor W-504-92 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 510.00**



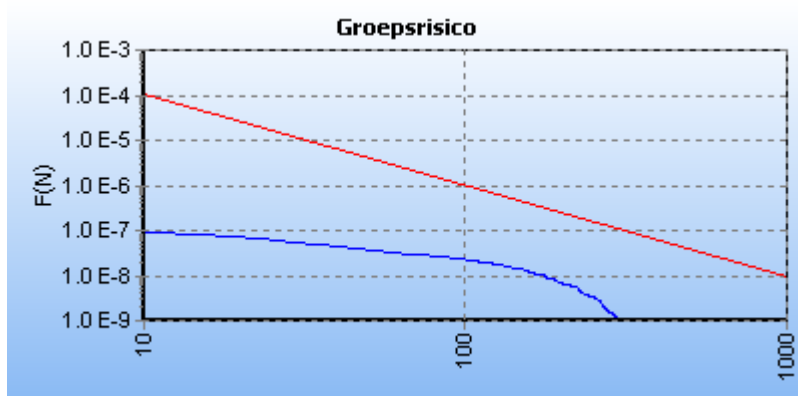
4.27 **Figuur 5.27 FN curve voor W-504-93 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 510.00**



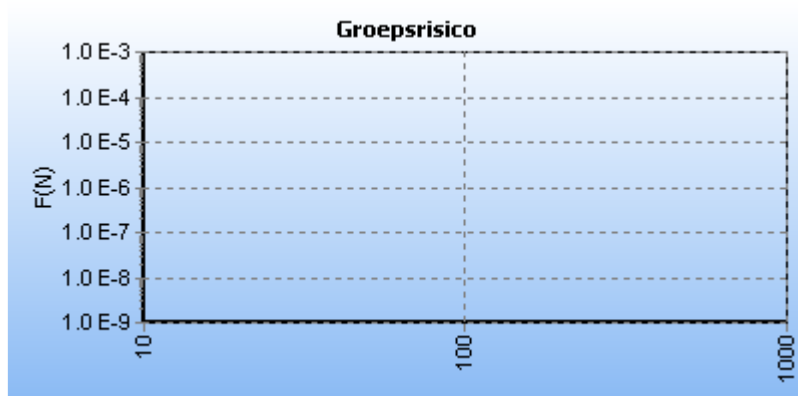
4.28 **Figuur 5.28 FN curve voor W-504-94 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 510.00**



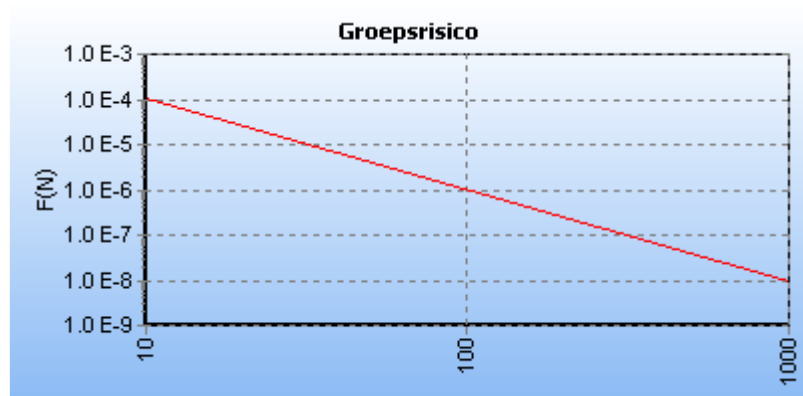
4.29 **Figuur 5.29 FN curve voor W-505-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 530.00 en stationing 1530.00**



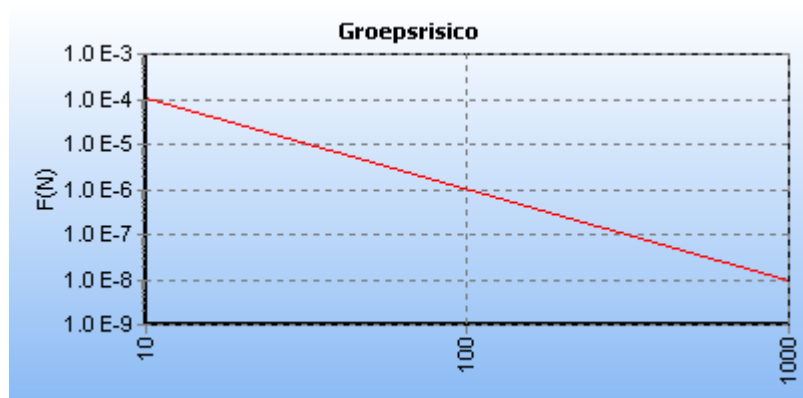
4.30 **Figuur 5.30 FN curve voor W-505-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



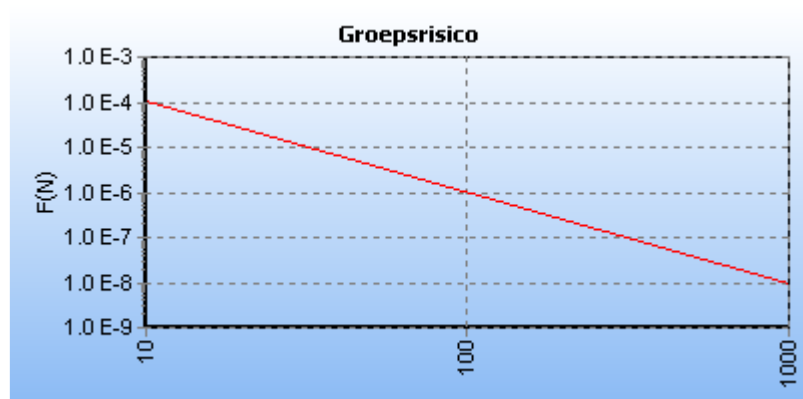
4.31 **Figuur 5.31 FN curve voor W-505-28 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 790.00**



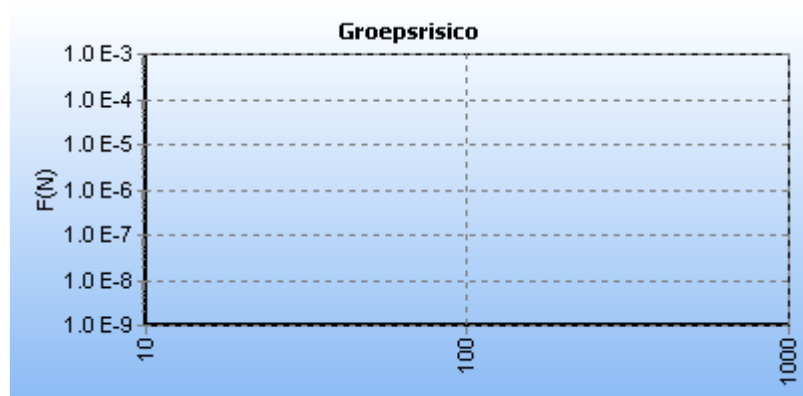
4.32 **Figuur 5.32 FN curve voor W-521-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 500.00 en stationing 1500.00**



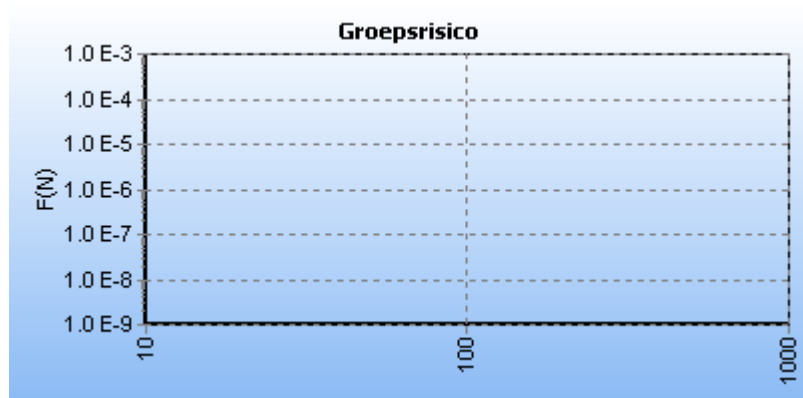
4.33 **Figuur 5.33 FN curve voor W-521-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



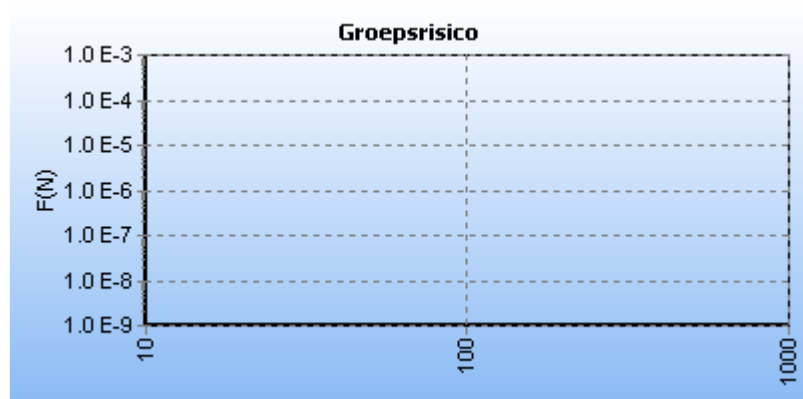
4.34 **Figuur 5.34 FN curve voor W-521-07 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



4.35 **Figuur 5.35 FN curve voor W-521-11 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



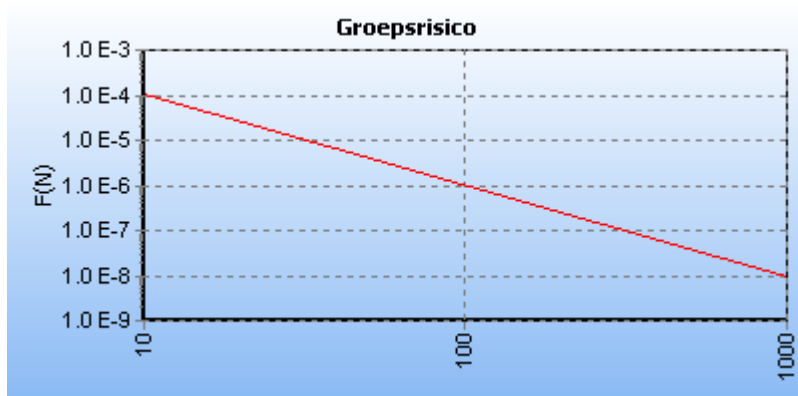
4.36 **Figuur 5.36 FN curve voor W-521-16 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



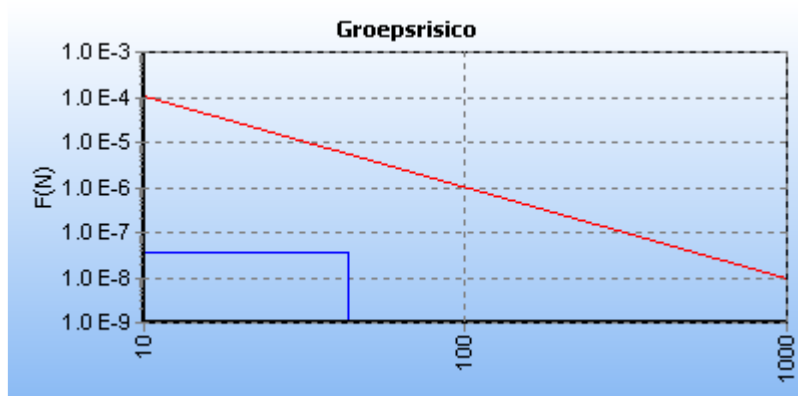
4.37 **Figuur 5.37 FN curve voor W-521-17 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



4.38 **Figuur 5.38 FN curve voor W-521-19 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 340.00**



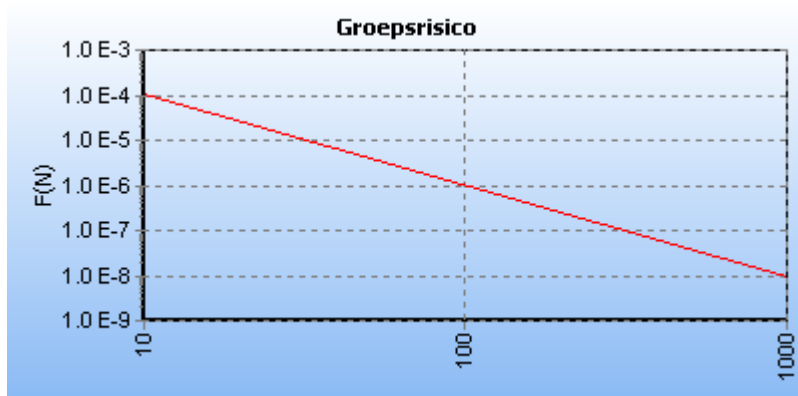
4.39 **Figuur 5.39 FN curve voor W-521-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 130.00**



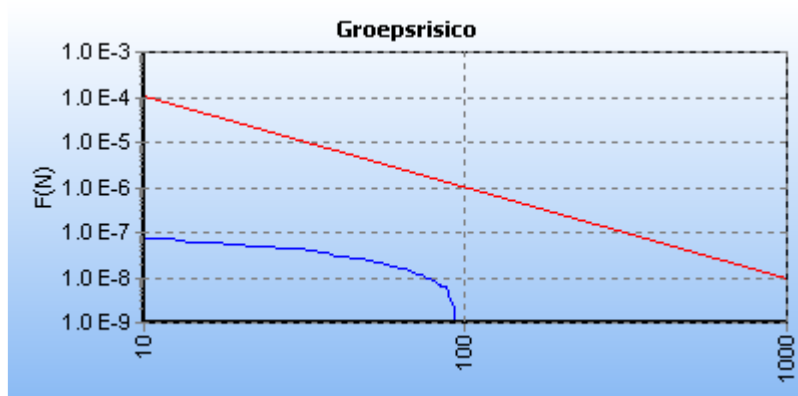
4.40 **Figuur 5.40 FN curve voor W-521-26 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 60.00**



4.41 **Figuur 5.41 FN curve voor W-521-27 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 490.00**



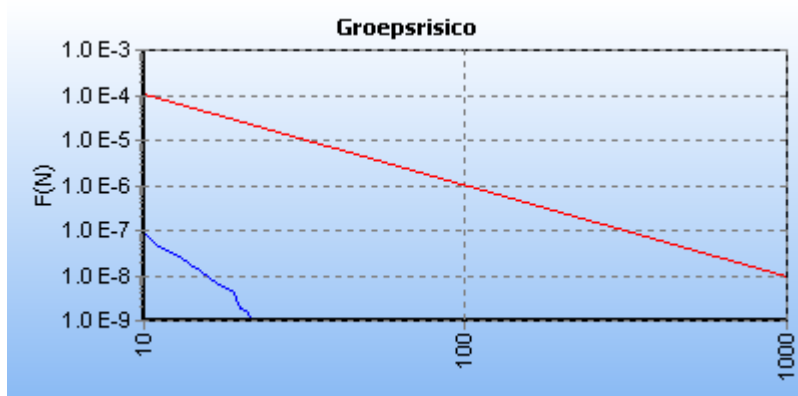
4.42 **Figuur 5.42 FN curve voor W-521-28 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1020.00 en stationing 2020.00**



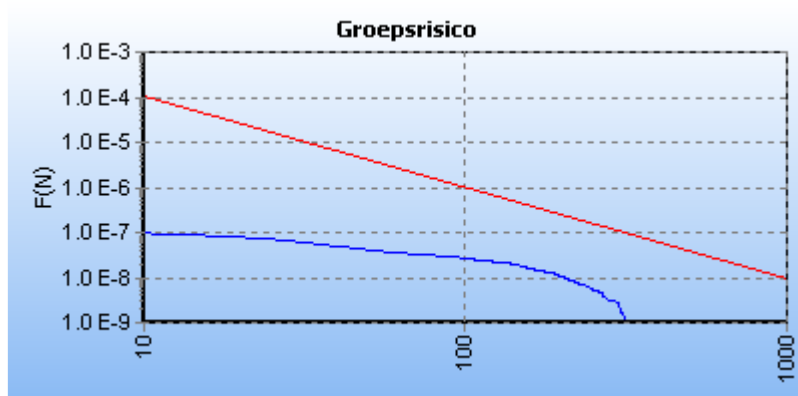
4.43 **Figuur 5.43 FN curve voor W-521-32 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 80.00**



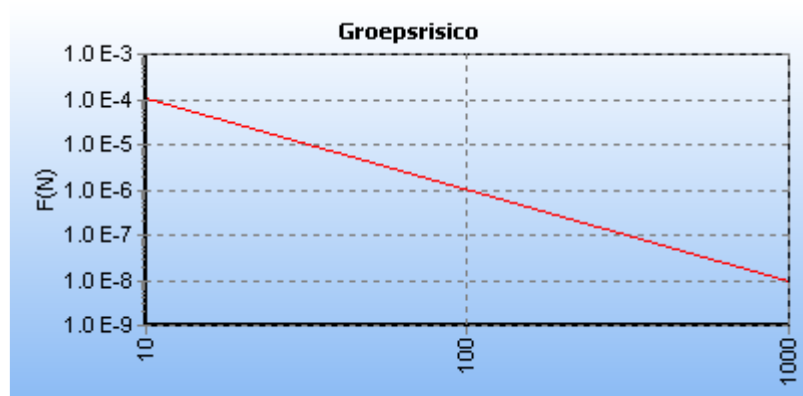
4.44 **Figuur 5.44 FN curve voor W-521-38 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1420.00 en stationing 2420.00**



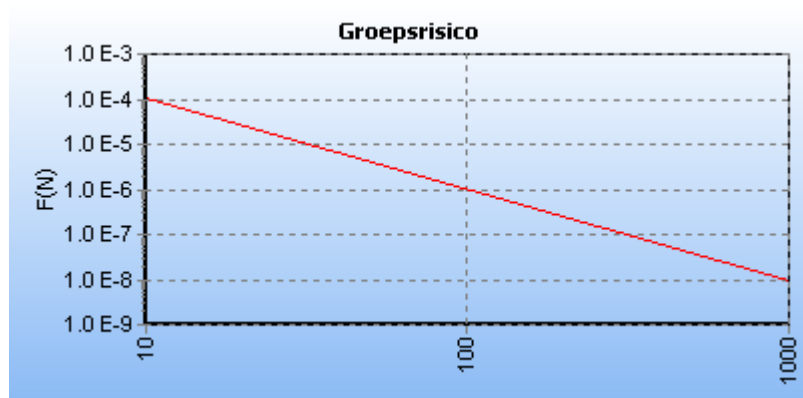
4.45 **Figuur 5.45 FN curve voor W-537-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 320.00 en stationing 1320.00**



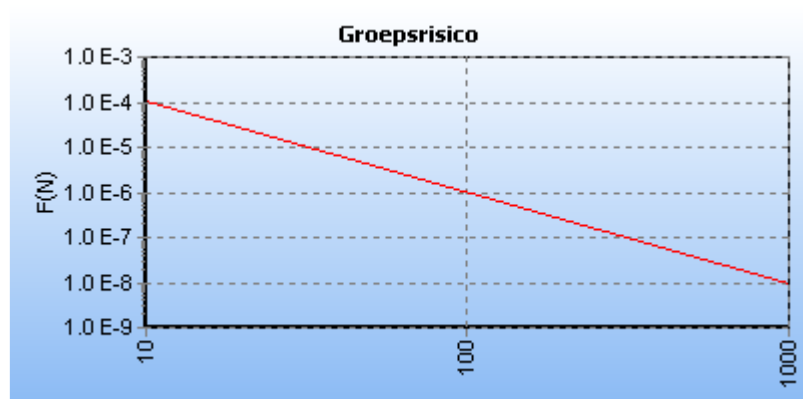
4.46 **Figuur 5.46 FN curve voor W-537-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



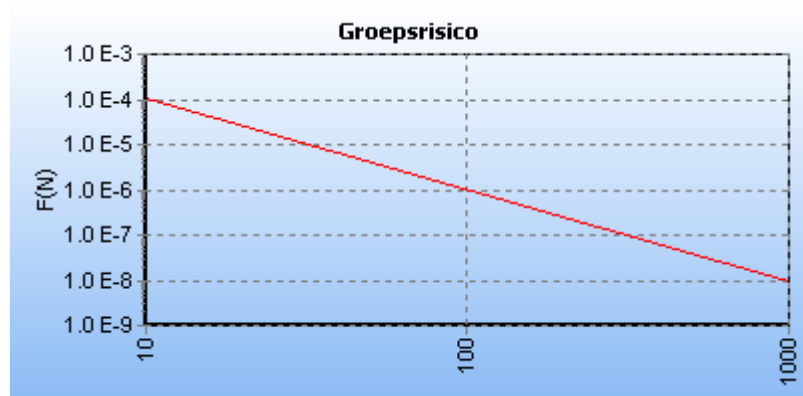
4.47 **Figuur 5.47 FN curve voor W-537-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 300.00**



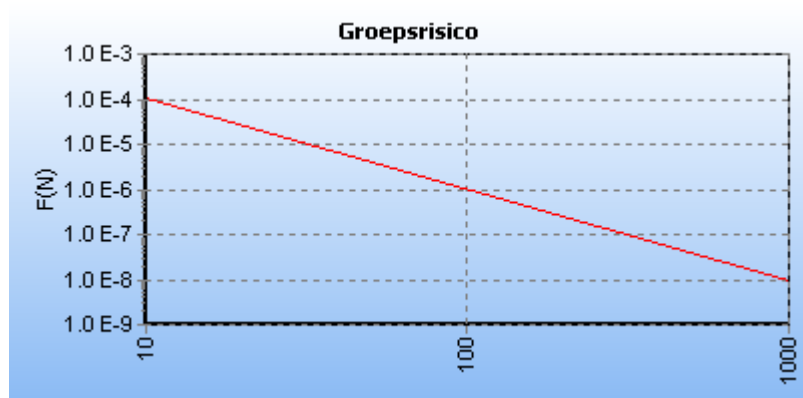
4.48 **Figuur 5.48 FN curve voor W-537-07 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 50.00**



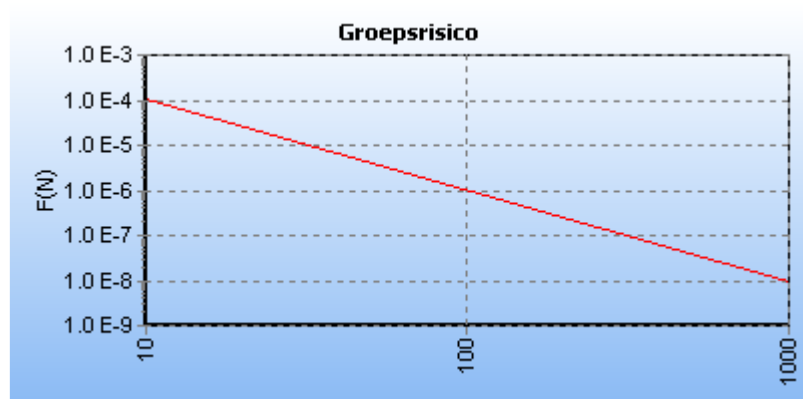
4.49 **Figuur 5.49 FN curve voor W-537-08 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2070.00 en stationing 2300.00**



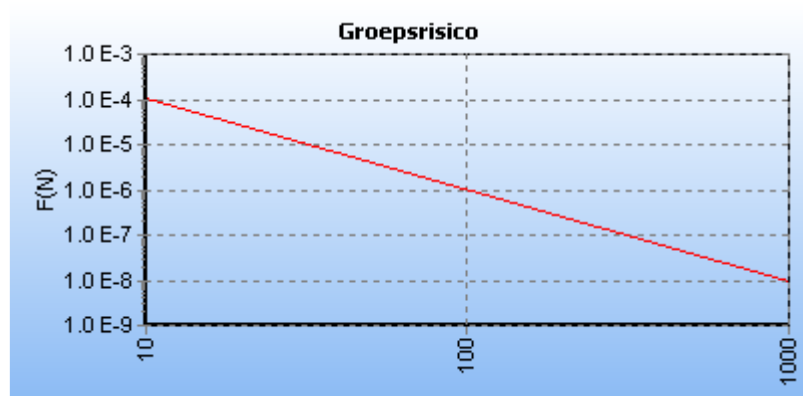
4.50 **Figuur 5.50 FN curve voor W-537-15 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 420.00**



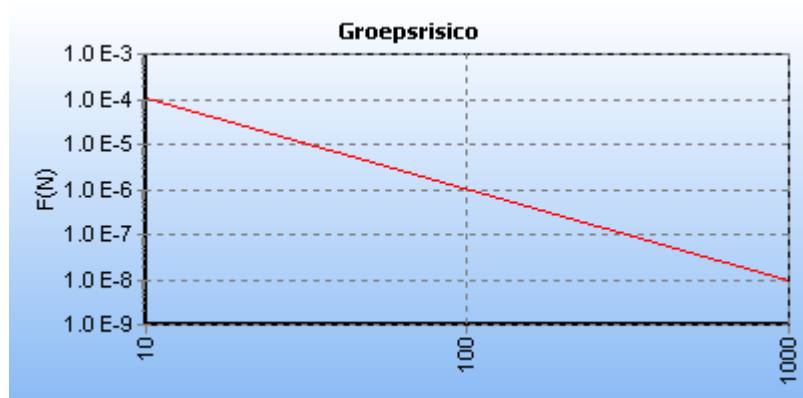
4.51 **Figuur 5.51 FN curve voor W-537-17 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 480.00**



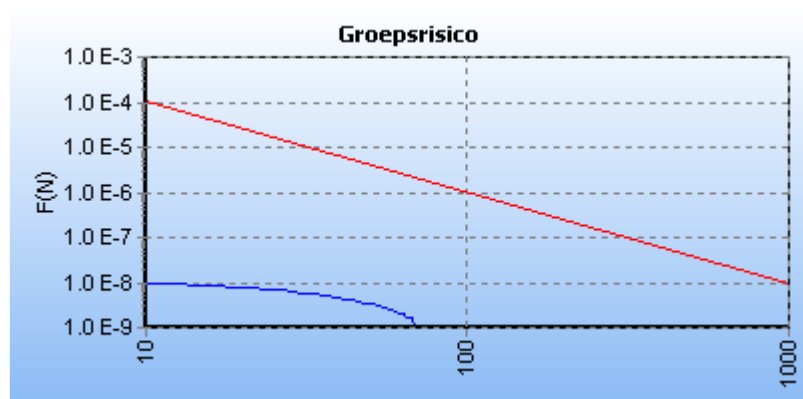
4.52 **Figuur 5.52 FN curve voor W-537-23 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



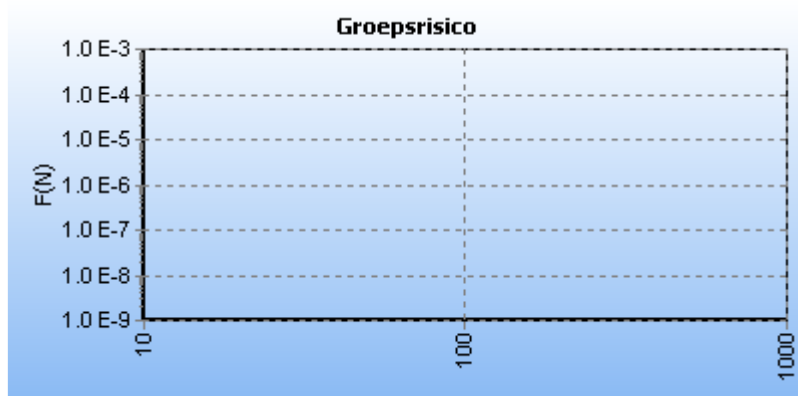
4.53 **Figuur 5.53 FN curve voor W-537-24 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 110.00**



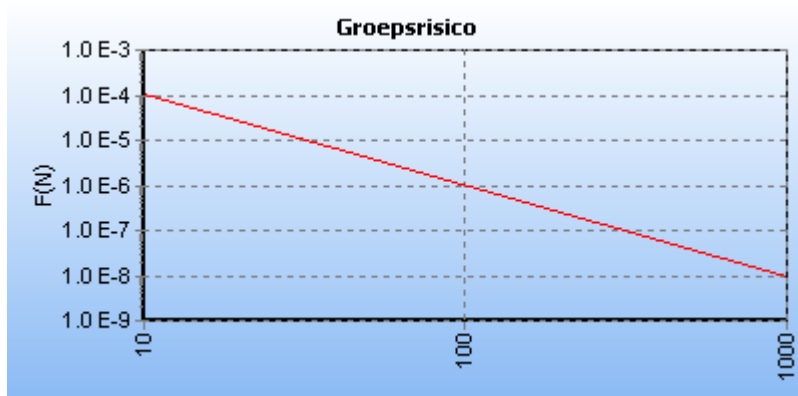
4.54 **Figuur 5.54 FN curve voor W-537-25 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 210.00**



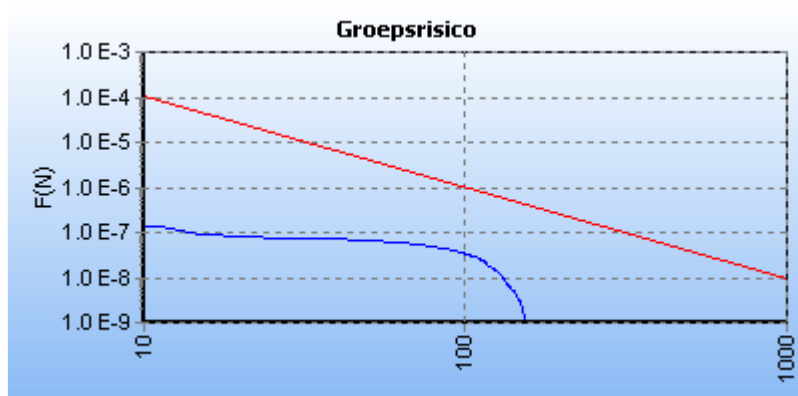
4.55 **Figuur 5.55 FN curve voor W-537-26 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



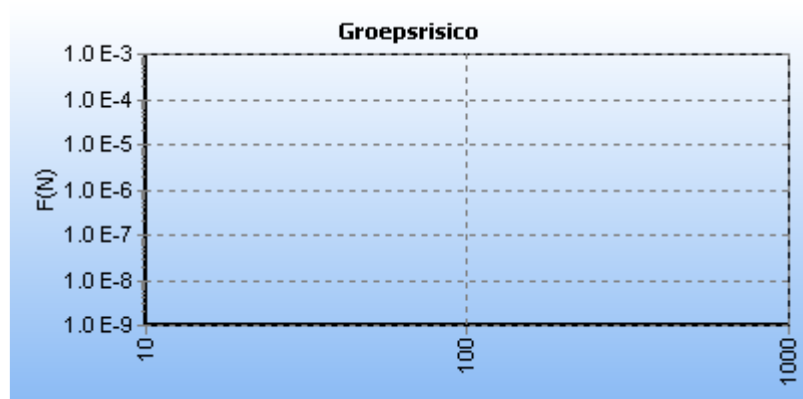
4.56 **Figuur 5.56 FN curve voor W-537-27 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



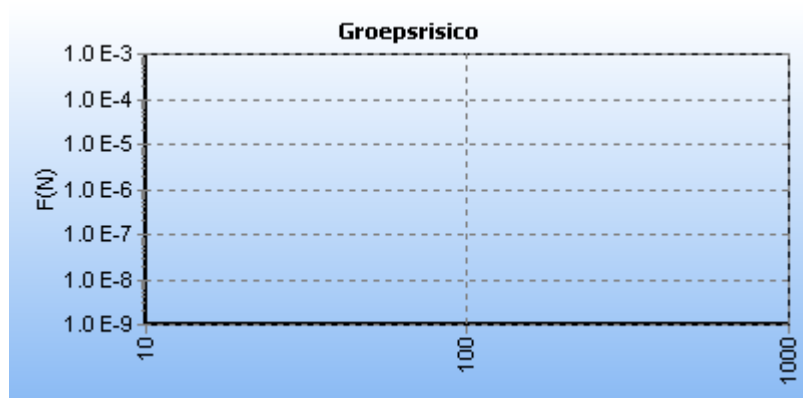
4.57 **Figuur 5.57 FN curve voor W-537-29 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



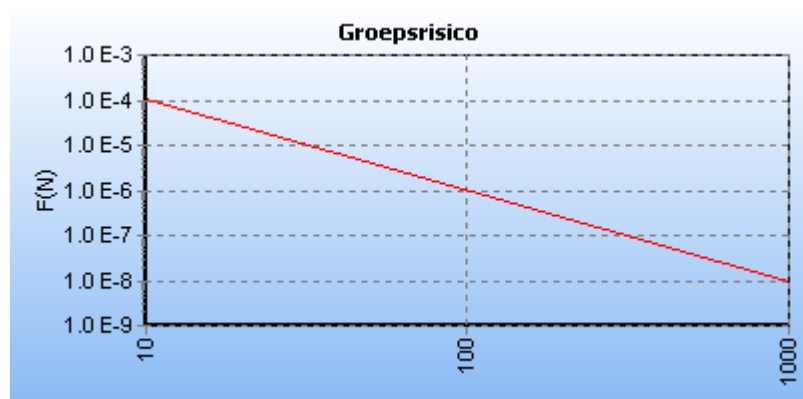
4.58 **Figuur 5.58 FN curve voor W-537-32 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



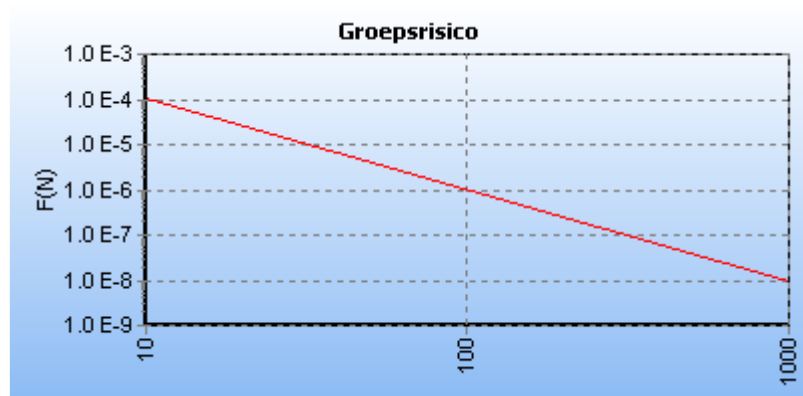
4.59 **Figuur 5.59 FN curve voor W-537-33 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



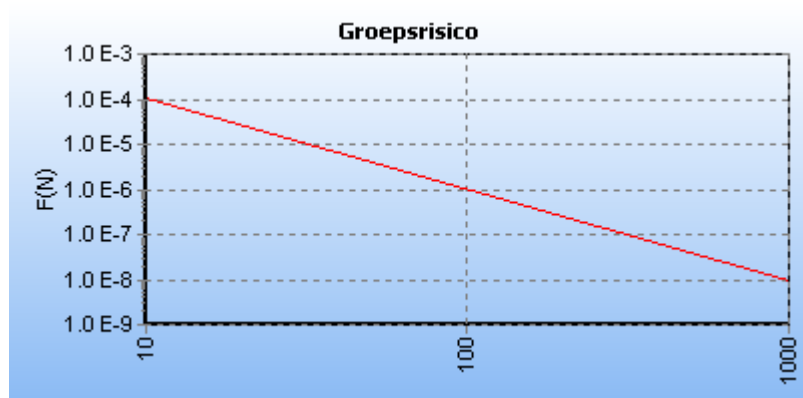
4.60 **Figuur 5.60 FN curve voor W-537-34 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 60.00**



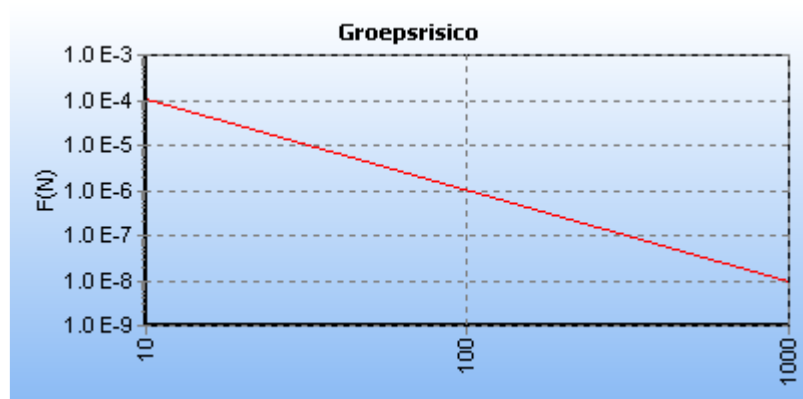
4.61 **Figuur 5.61 FN curve voor W-537-44 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



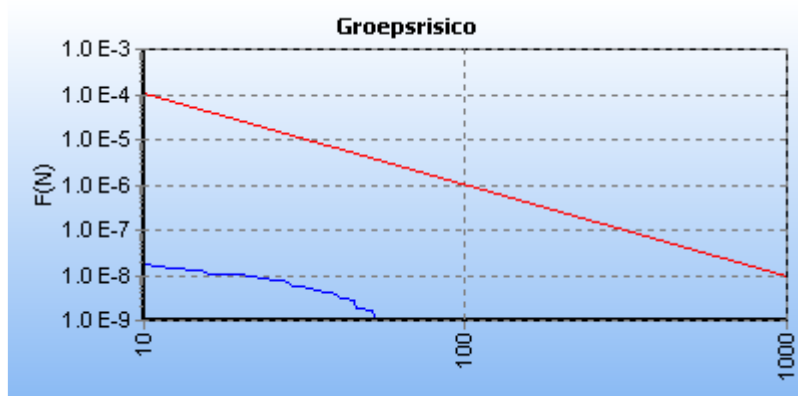
4.62 **Figuur 5.62 FN curve voor W-537-46 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 690.00**



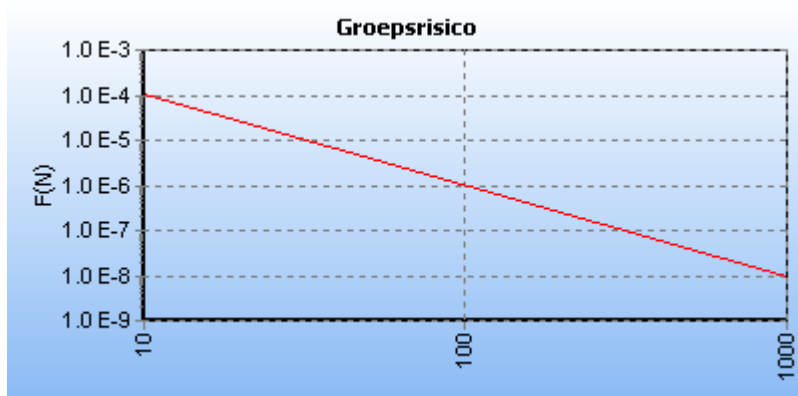
4.63 **Figuur 5.63 FN curve voor W-537-47 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 610.00**



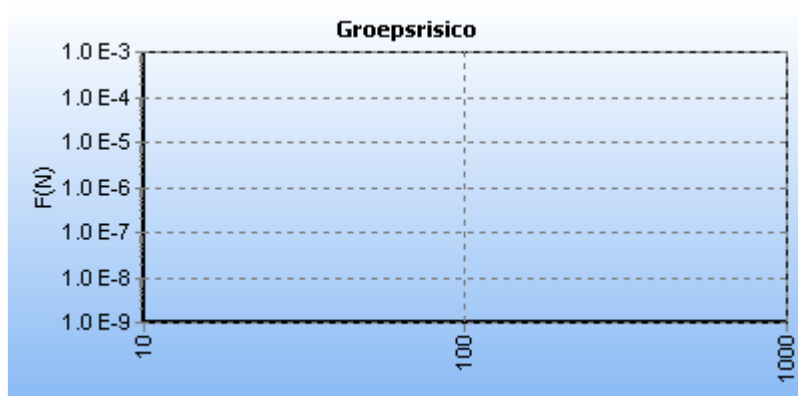
4.64 **Figuur 5.64 FN curve voor W-537-49 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



4.65 **Figuur 5.65 FN curve voor W-537-50 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



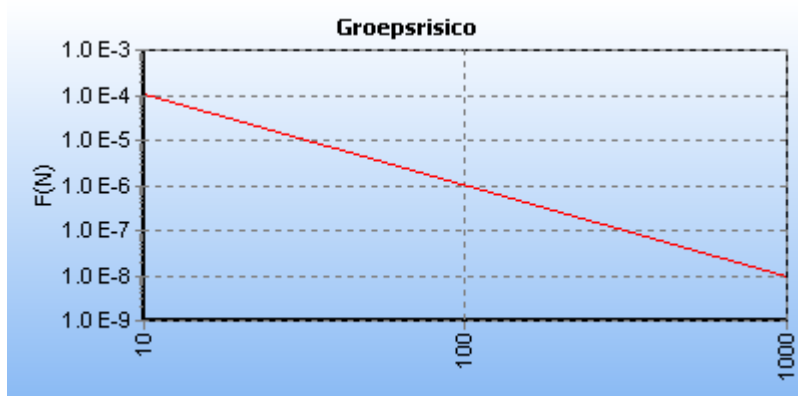
4.66 **Figuur 5.66 FN curve voor W-537-51 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



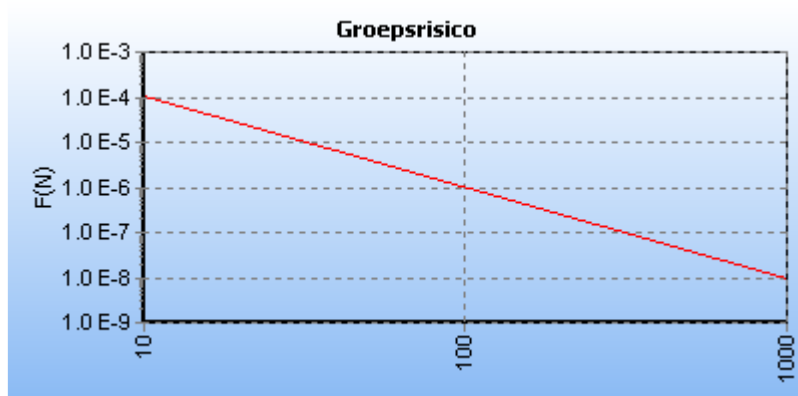
4.67 **Figuur 5.67 FN curve voor W-537-59 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



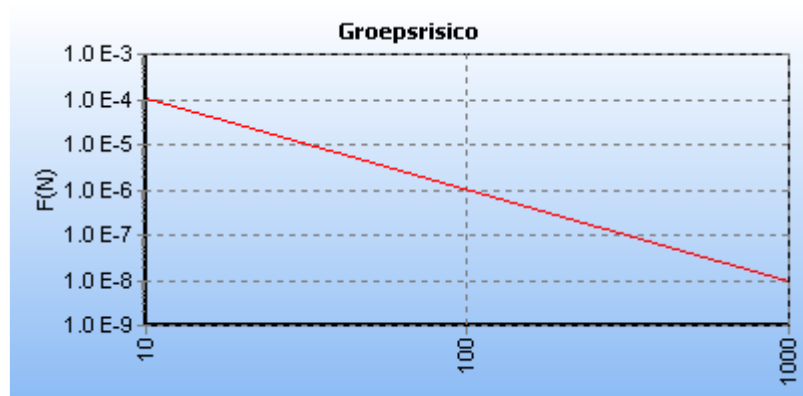
4.68 **Figuur 5.68 FN curve voor W-537-62 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



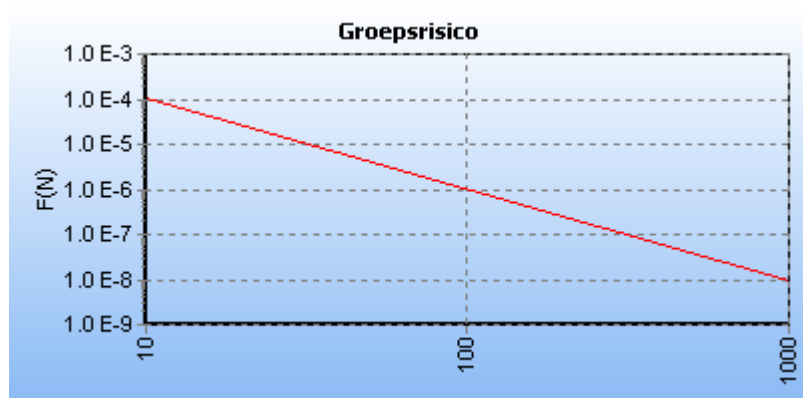
4.69 **Figuur 5.69 FN curve voor W-537-74 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 20.00**



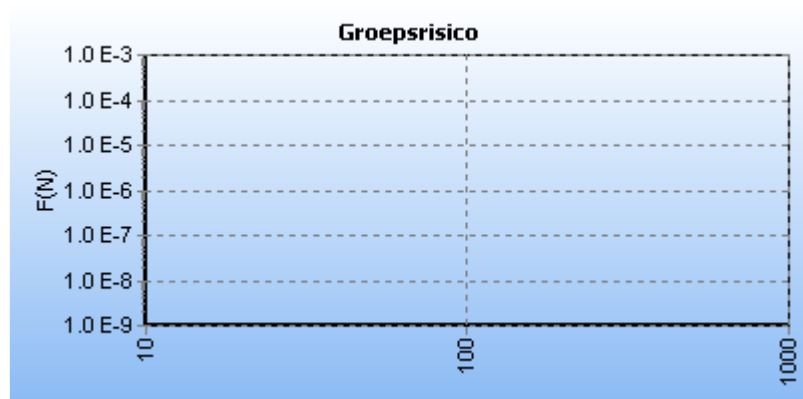
4.70 **Figuur 5.70 FN curve voor W-537-91 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 420.00**



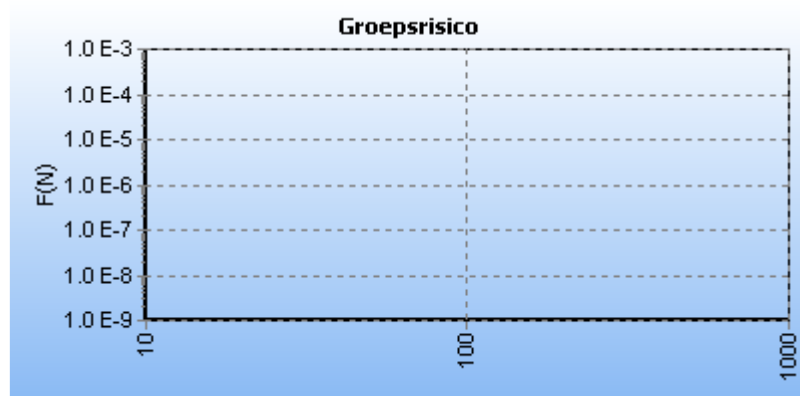
4.71 **Figuur 5.71 FN curve voor W-537-98 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 500.00**



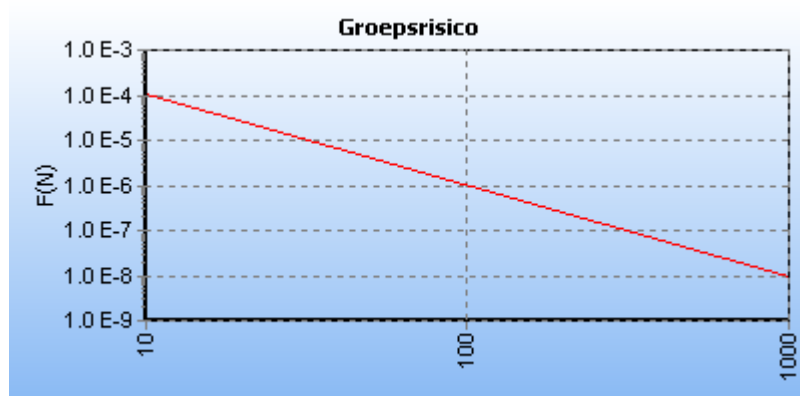
4.72 **Figuur 5.72 FN curve voor W-544-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



4.73 **Figuur 5.73 FN curve voor W-544-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



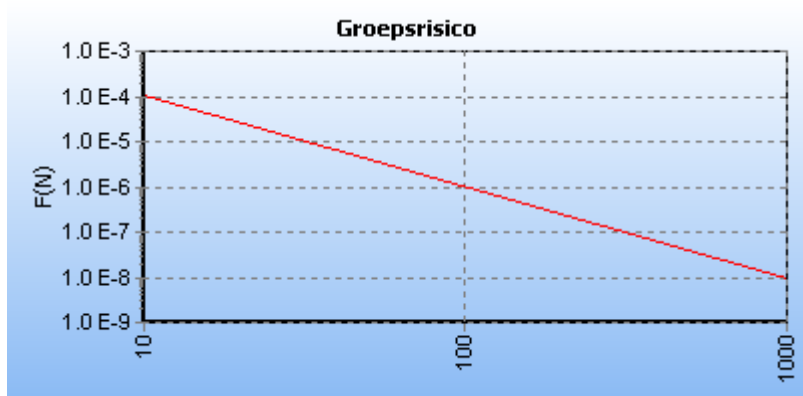
4.74 **Figuur 5.74 FN curve voor W-544-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 300.00 en stationing 1300.00**



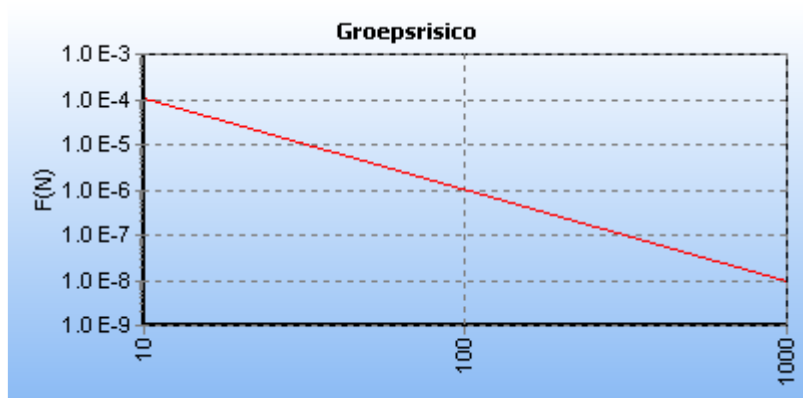
5 FN curves Europoort

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

5.1 Figuur 5.1 FN curve voor A-536-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 210.00



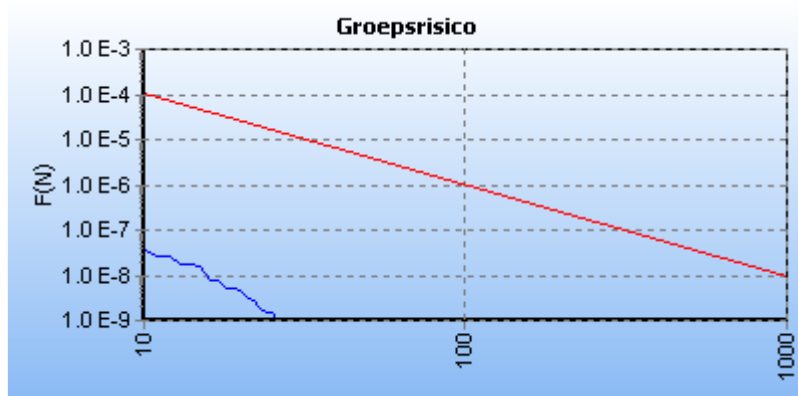
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor A-536-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 280.00



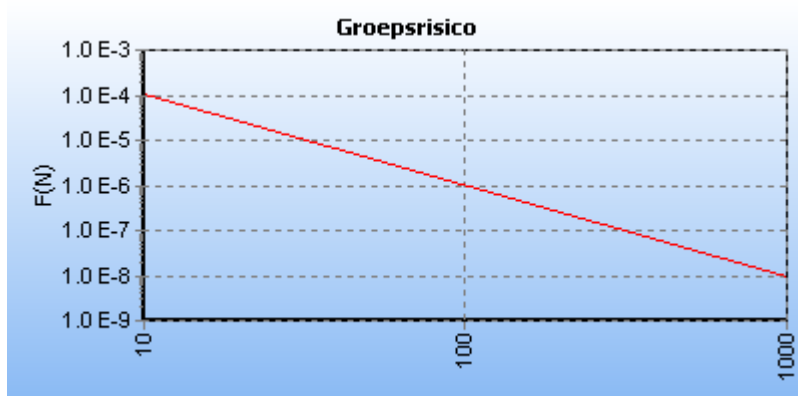
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor A-536-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 280.00



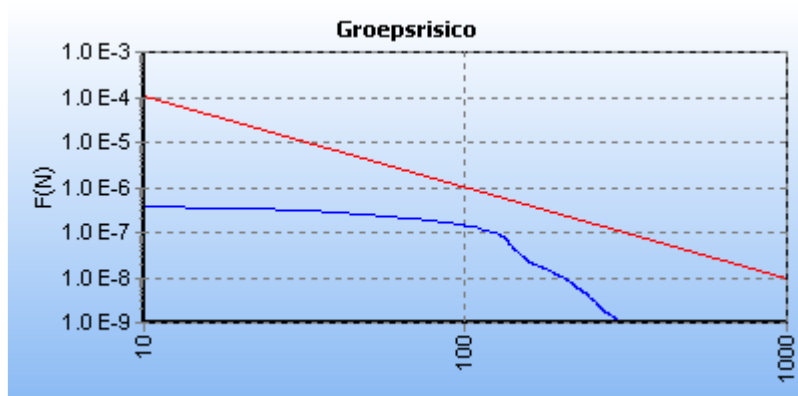
5.4 **Figuur 5.4 FN curve voor A-536 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 13300.00 en stationing 14300.00**



5.5 **Figuur 5.5 FN curve voor A-613 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



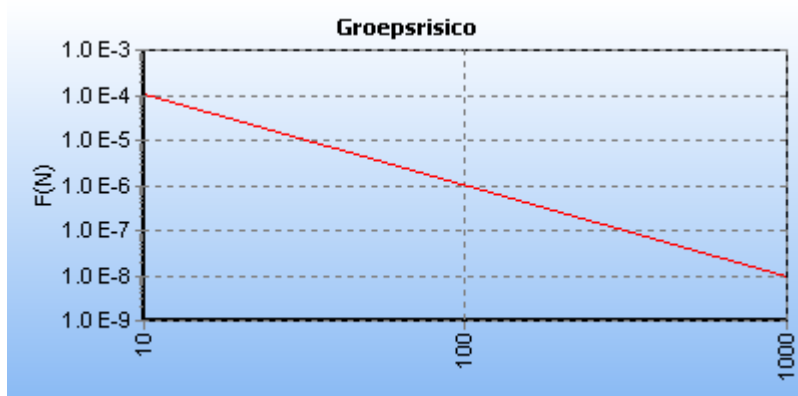
5.6 **Figuur 5.6 FN curve voor A-617 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 19520.00 en stationing 20520.00**



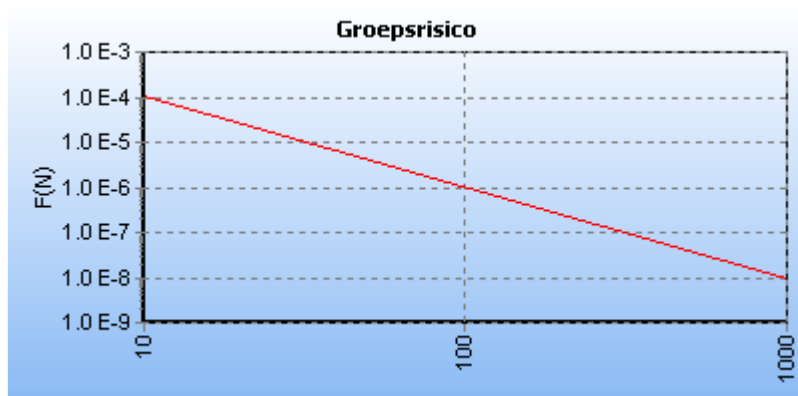
5.7 **Figuur 5.7 FN curve voor A-624-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 270.00**



5.8 **Figuur 5.8 FN curve voor A-624-15 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 360.00**



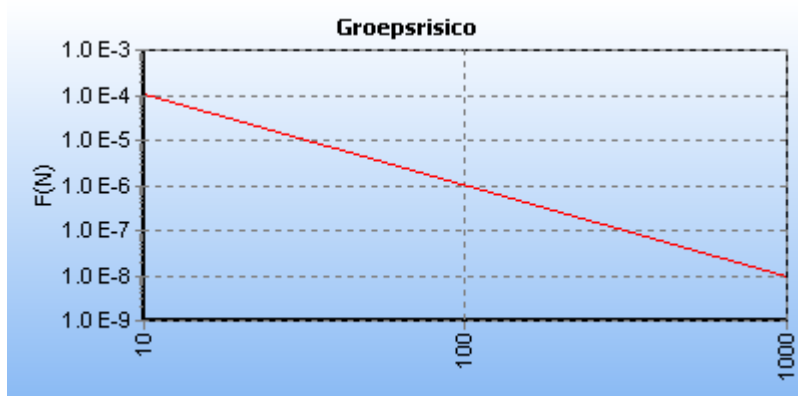
5.9 **Figuur 5.9 FN curve voor A-624-18 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



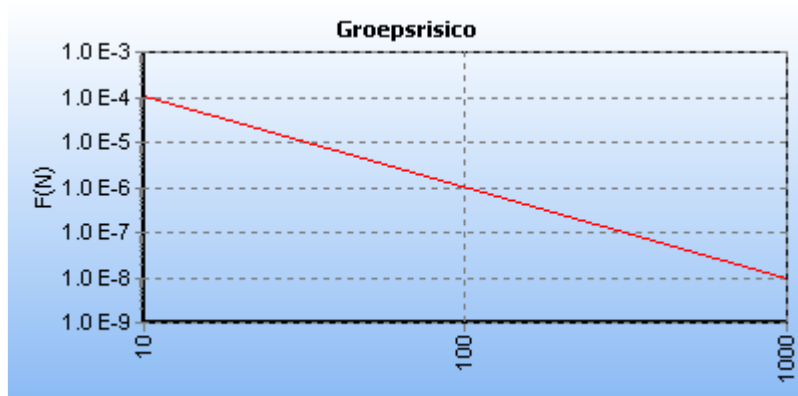
5.10 Figuur 5.10 FN curve voor A-624-19 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



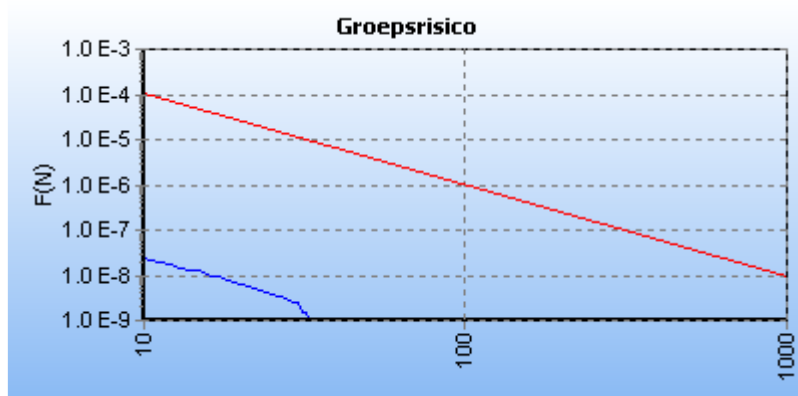
5.11 Figuur 5.11 FN curve voor A-624-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 470.00



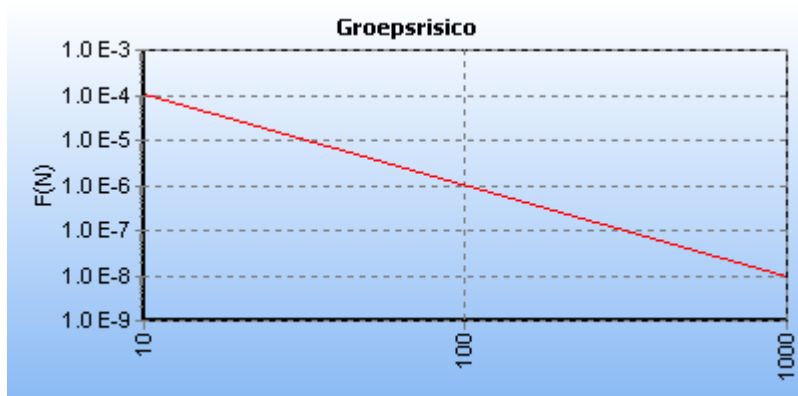
5.12 Figuur 5.12 FN curve voor A-624-21 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00



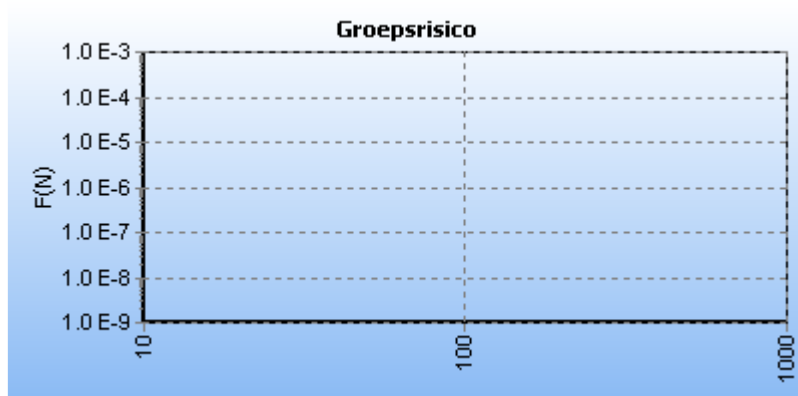
5.13 **Figuur 5.13 FN curve voor A-624 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 22250.00 en stationing 23250.00**



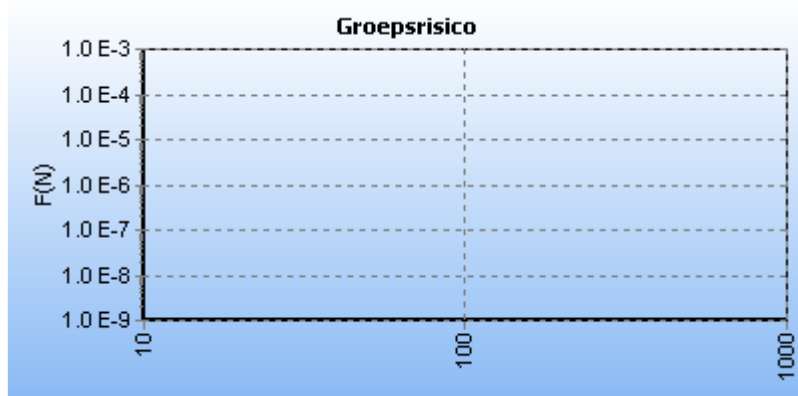
5.14 **Figuur 5.14 FN curve voor W-505-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 8060.00 en stationing 9060.00**



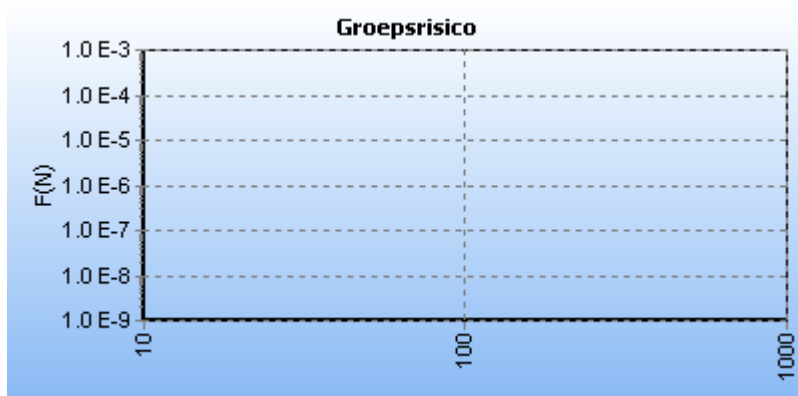
5.15 **Figuur 5.15 FN curve voor W-505-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



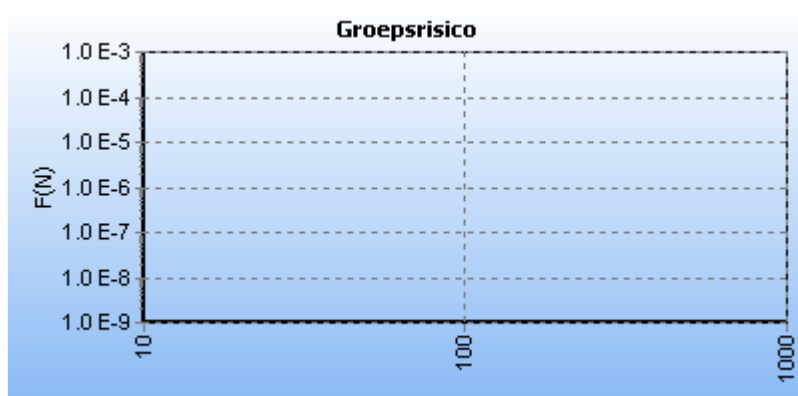
5.16 **Figuur 5.16 FN curve voor W-505-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



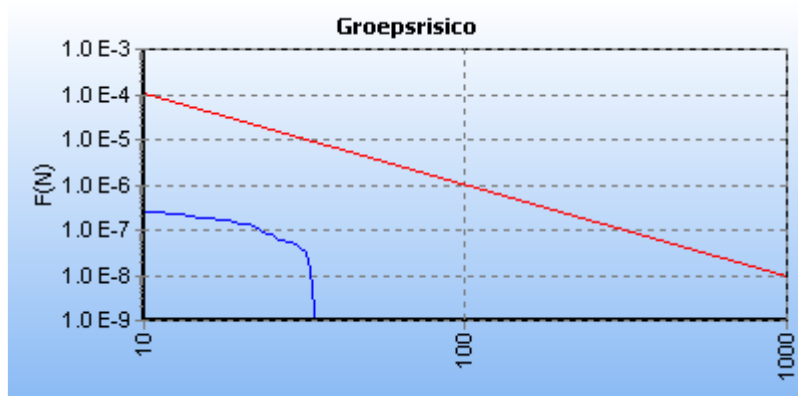
5.17 **Figuur 5.17 FN curve voor W-505-07 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



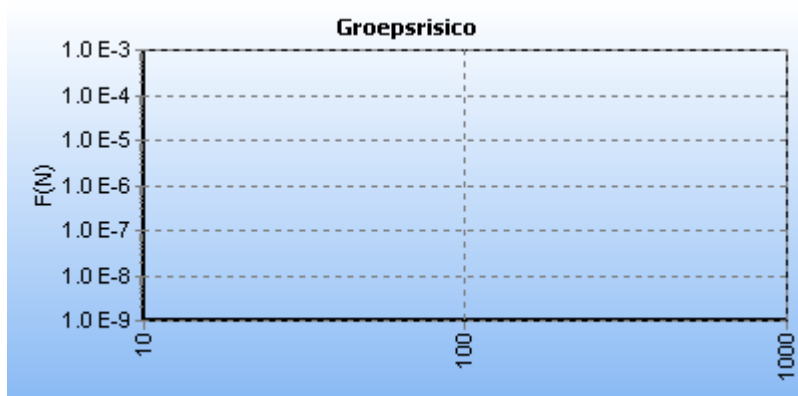
5.18 **Figuur 5.18 FN curve voor W-505-13 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



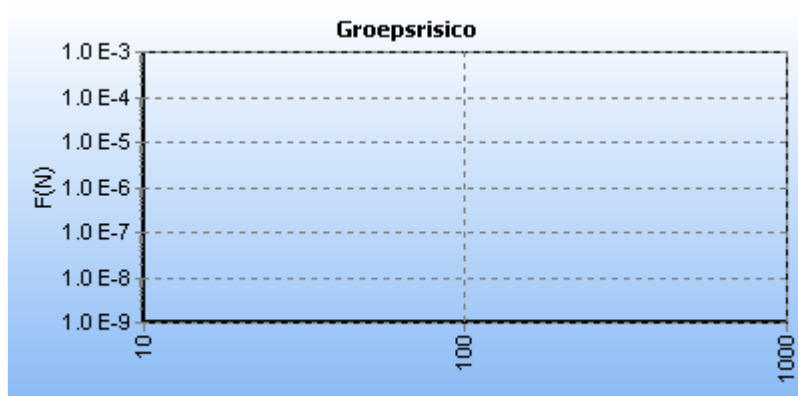
5.19 Figuur 5.19 FN curve voor W-509-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 10720.00 en stationing 11720.00



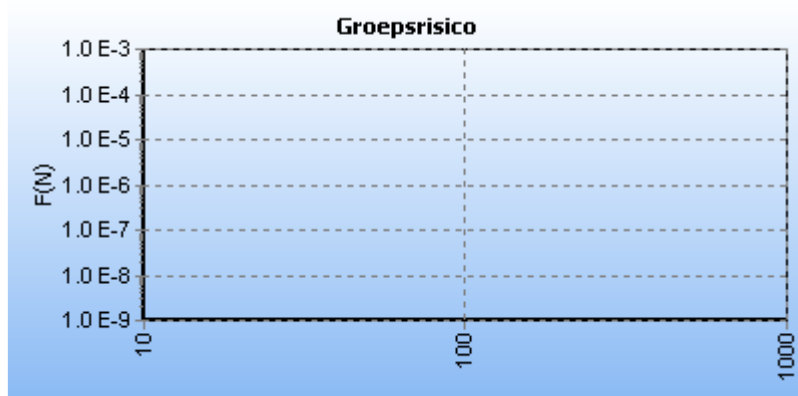
5.20 Figuur 5.20 FN curve voor W-509-12 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



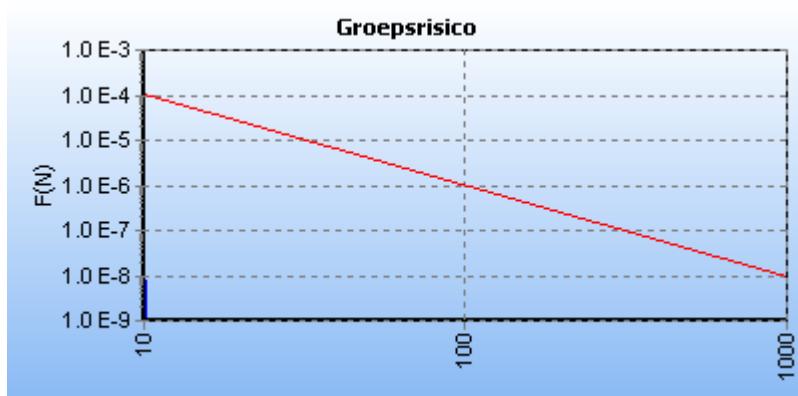
5.21 Figuur 5.21 FN curve voor W-514-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



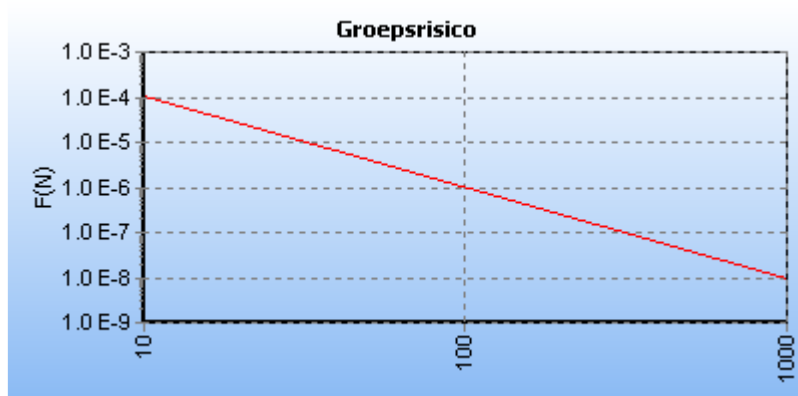
5.22 Figuur 5.22 FN curve voor W-521-17 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



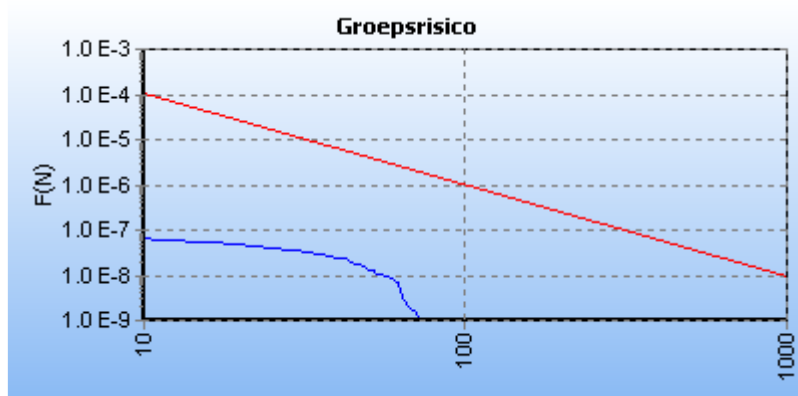
5.23 Figuur 5.23 FN curve voor W-522-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 3990.00 en stationing 4840.00



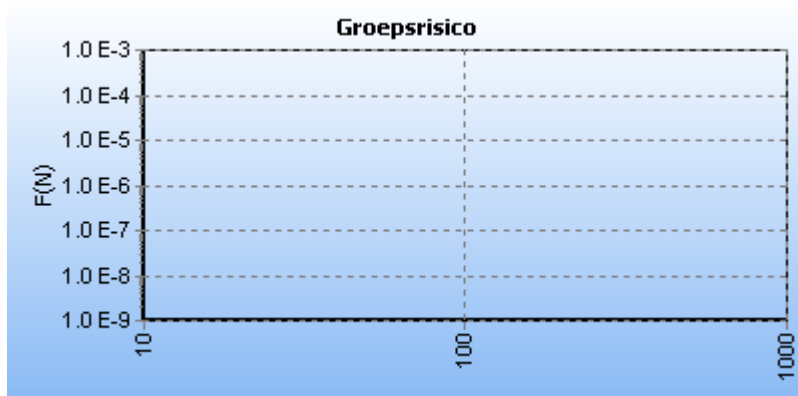
5.24 Figuur 5.24 FN curve voor W-537-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 14630.00 en stationing 15630.00



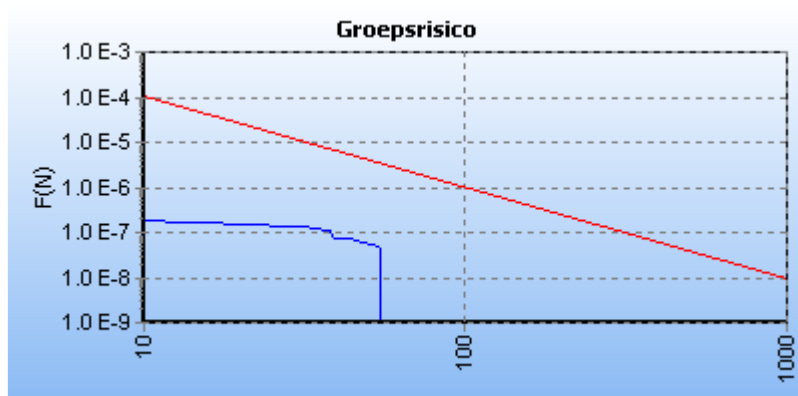
5.25 **Figuur 5.25 FN curve voor W-537-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 430.00**



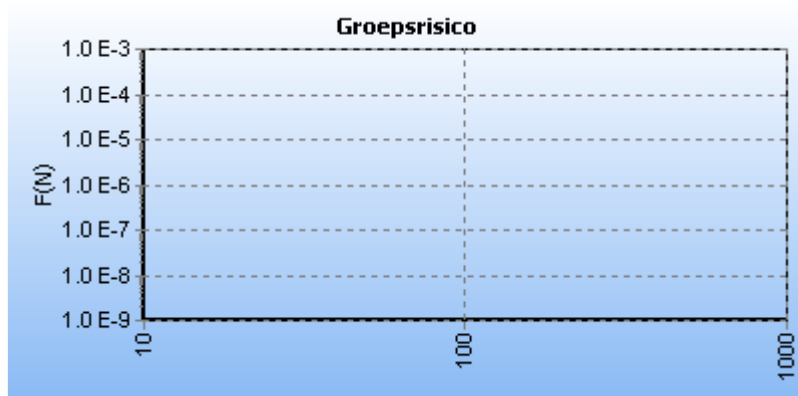
5.26 **Figuur 5.26 FN curve for W-537-10 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



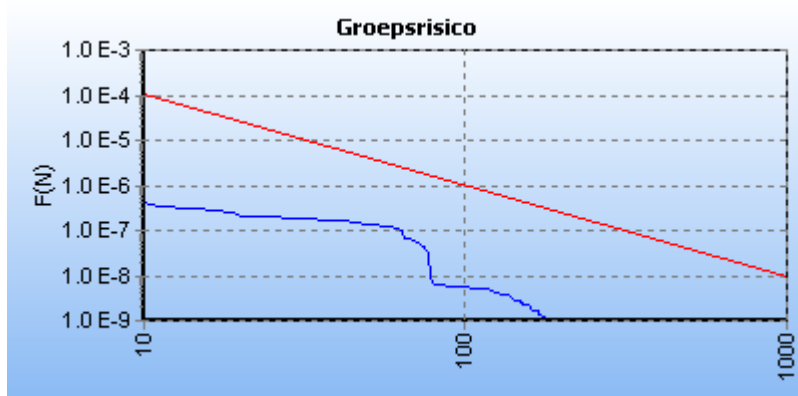
5.27 **Figuur 5.27 FN curve for W-537-11 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



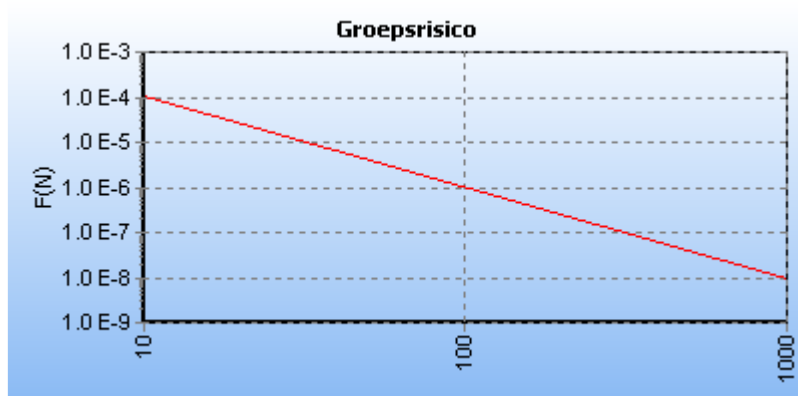
5.28 **Figuur 5.28 FN curve voor W-537-12 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



5.29 **Figuur 5.29 FN curve voor W-537-14 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 190.00 en stationing 1190.00**



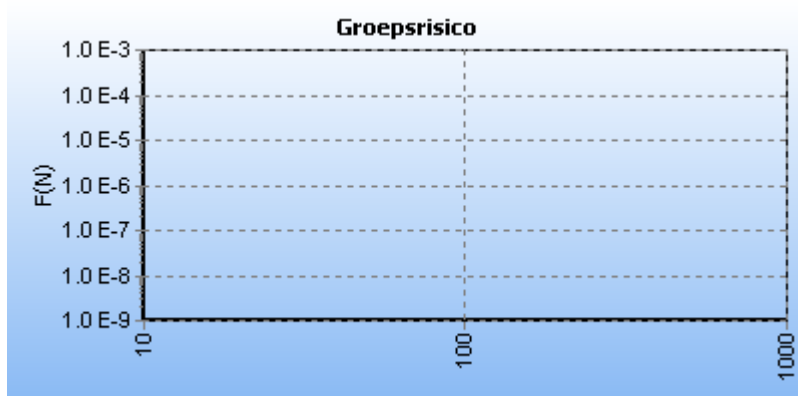
5.30 **Figuur 5.30 FN curve voor W-537-16 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 540.00**



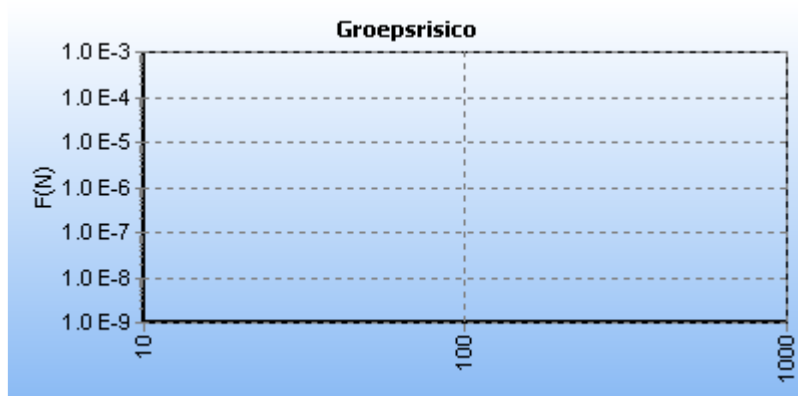
5.31 Figuur 5.31 FN curve voor W-537-19 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 440.00



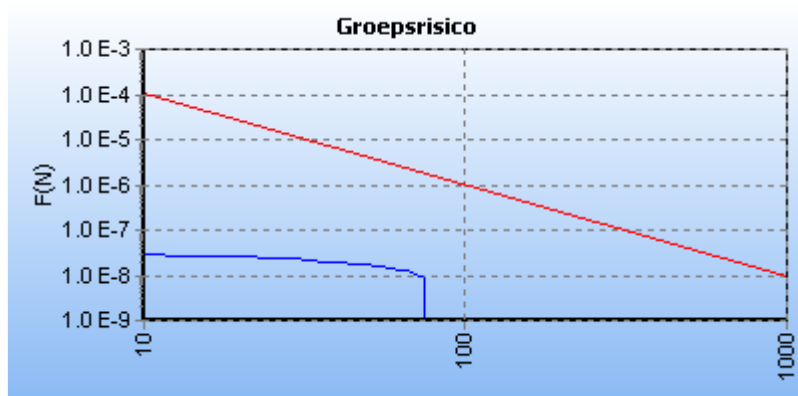
5.32 Figuur 5.32 FN curve voor W-537-22 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



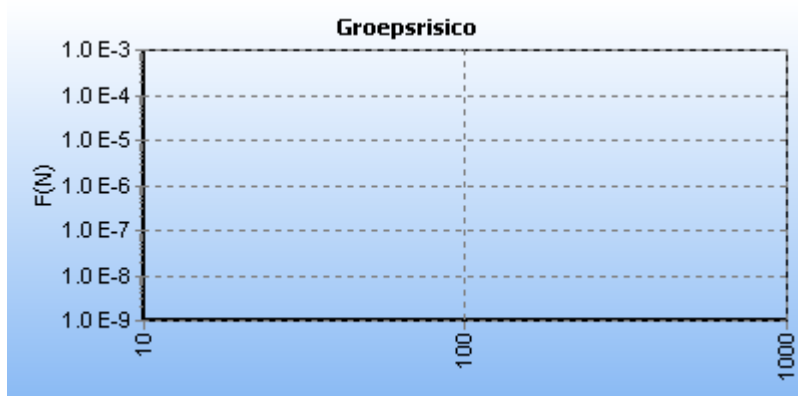
5.33 Figuur 5.33 FN curve voor W-537-26 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



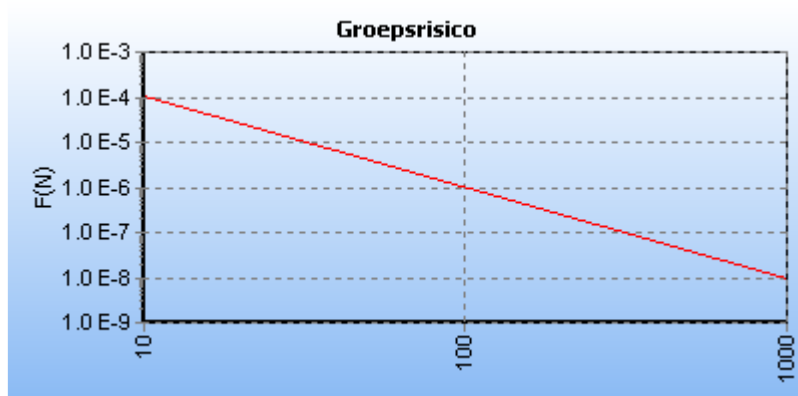
5.34 **Figuur 5.34 FN curve voor W-537-28 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 110.00 en stationing 1030.00**



5.35 **Figuur 5.35 FN curve voor W-537-30 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



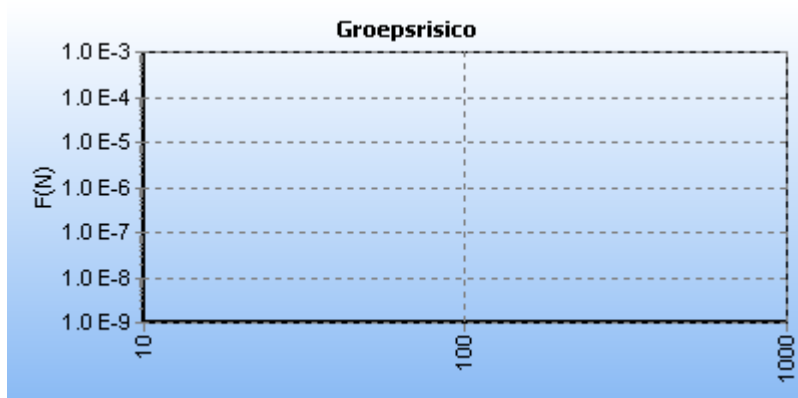
5.36 **Figuur 5.36 FN curve voor W-537-35 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 100.00**



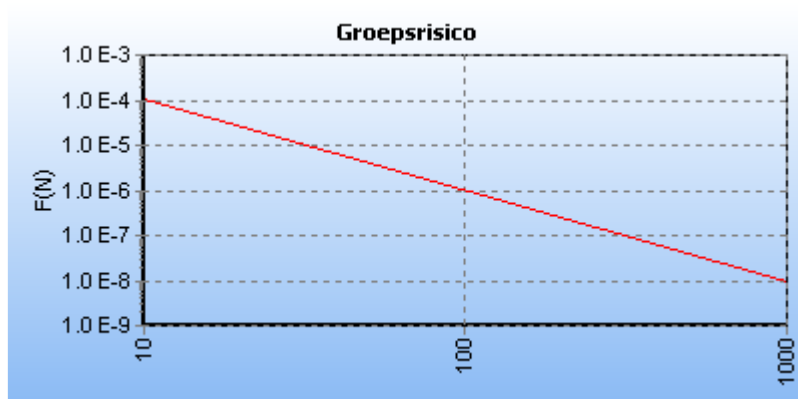
5.37 **Figuur 5.37 FN curve voor W-537-36 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 950.00**



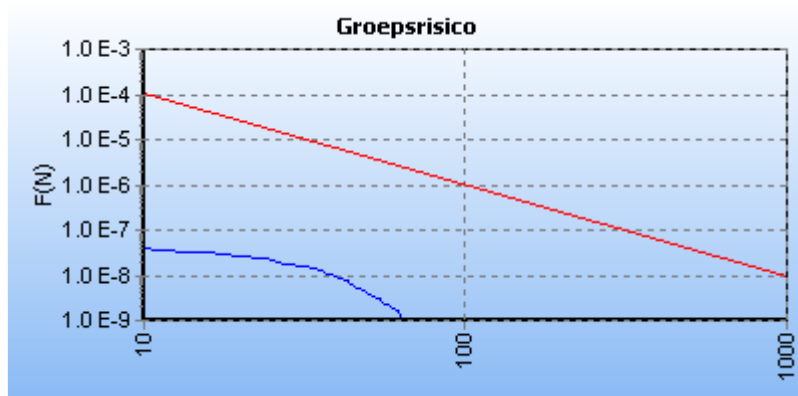
5.38 **Figuur 5.38 FN curve voor W-537-38 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



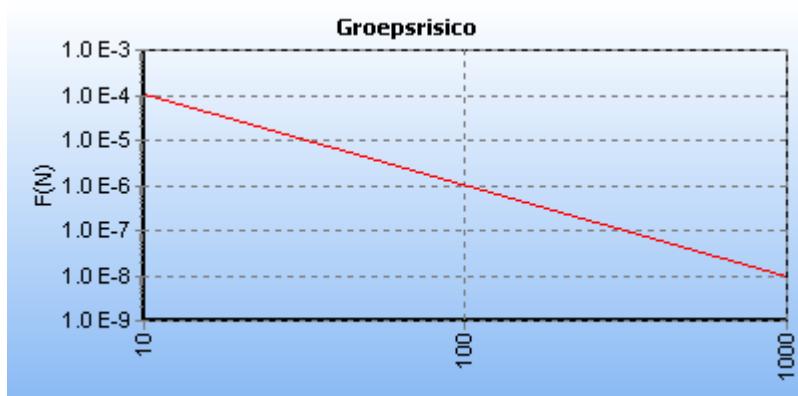
5.39 **Figuur 5.39 FN curve voor W-537-39 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 20.00**



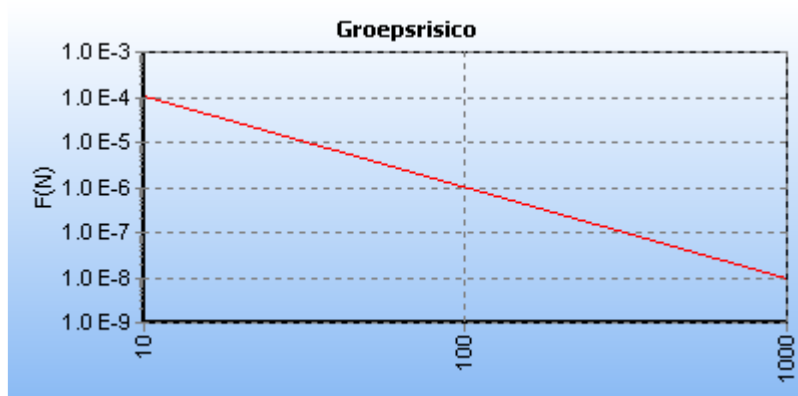
5.40 Figuur 5.40 FN curve voor W-537-45 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 850.00



5.41 Figuur 5.41 FN curve voor W-537-53 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



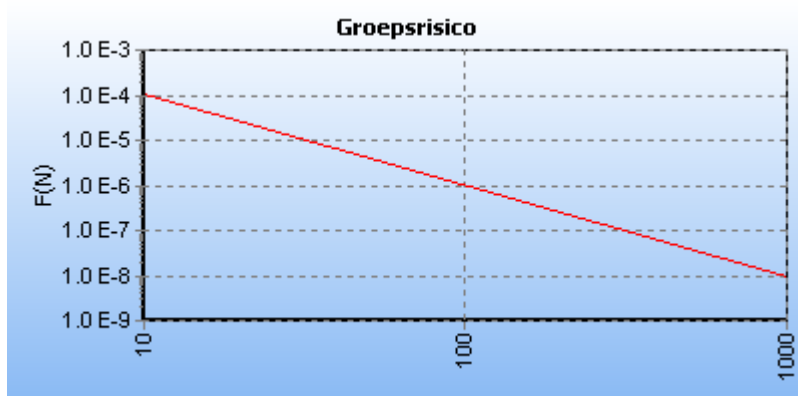
5.42 Figuur 5.42 FN curve voor W-537-57 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



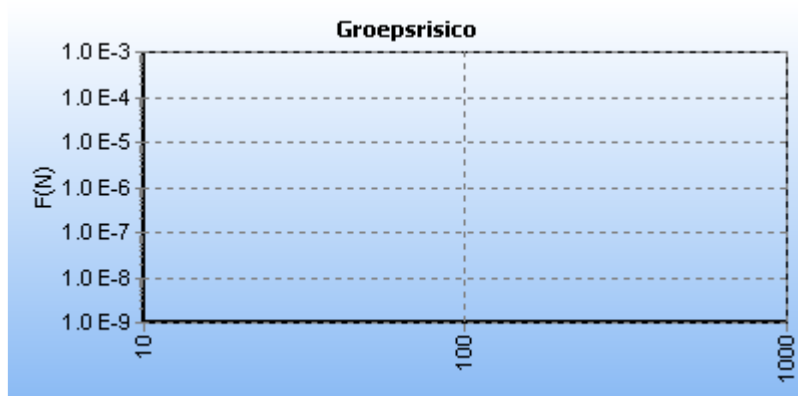
5.43 Figuur 5.43 FN curve voor W-537-60 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 850.00



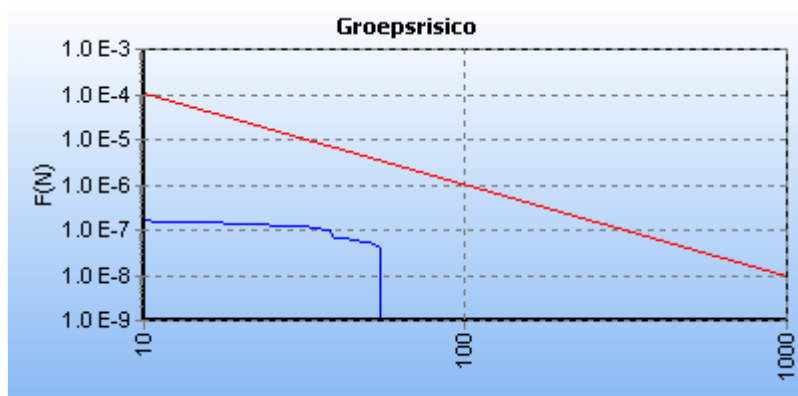
5.44 Figuur 5.44 FN curve voor W-537-61 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 360.00



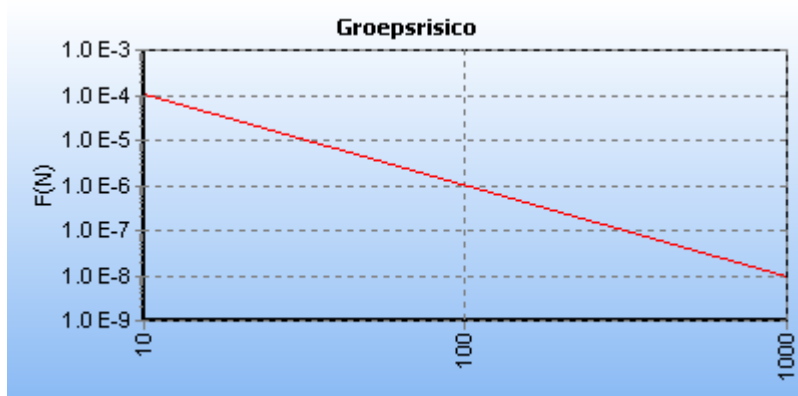
5.45 Figuur 5.45 FN curve voor W-537-65 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



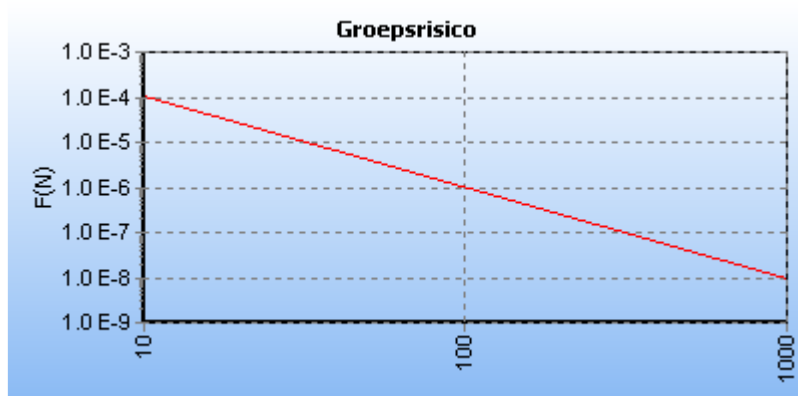
5.46 **Figuur 5.46 FN curve voor W-537-72 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



5.47 **Figuur 5.47 FN curve voor W-537-89 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 180.00**



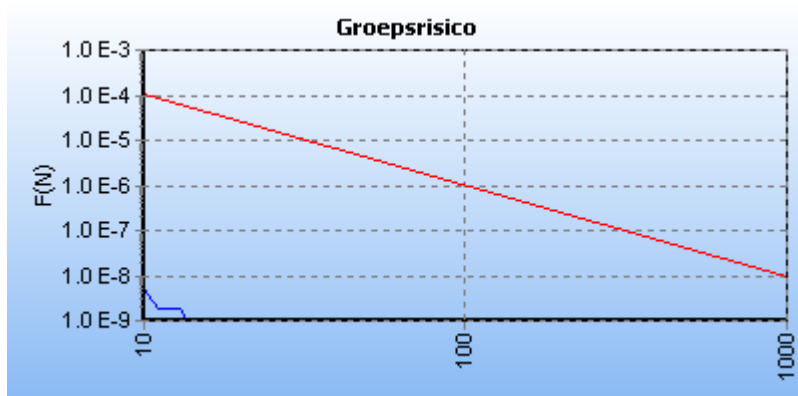
5.48 **Figuur 5.48 FN curve voor W-537-92 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2530.00 en stationing 3530.00**



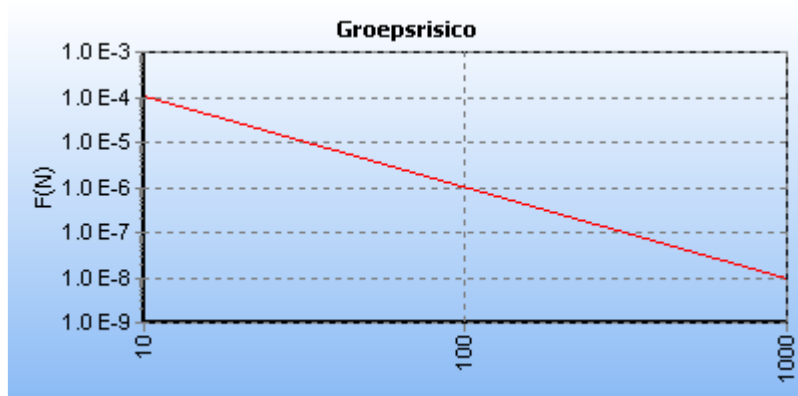
5.49 Figuur 5.49 FN curve voor W-538-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 4110.00 en stationing 5110.00



5.50 Figuur 5.50 FN curve voor W-538-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1810.00 en stationing 2810.00



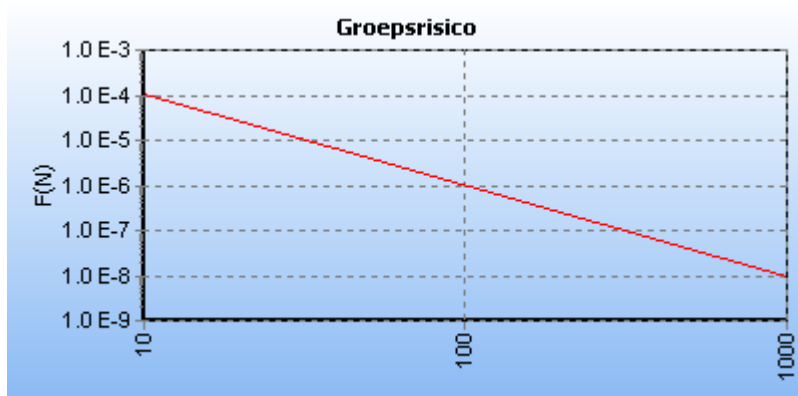
5.51 Figuur 5.51 FN curve voor W-538-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



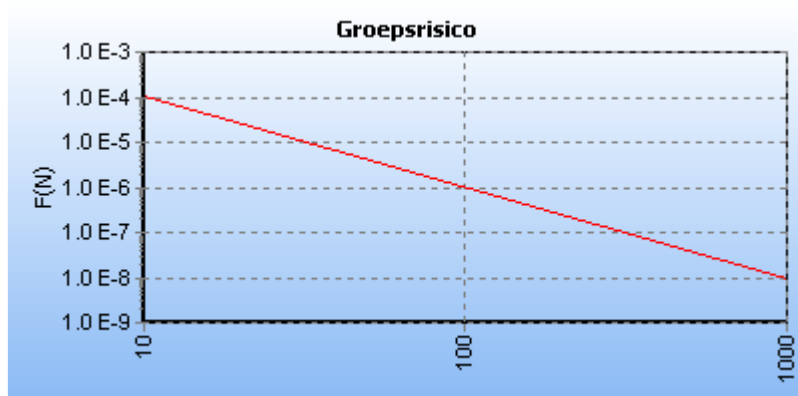
5.52 Figuur 5.52 FN curve voor W-538-07 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 700.00



5.53 Figuur 5.53 FN curve voor W-538-08 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00



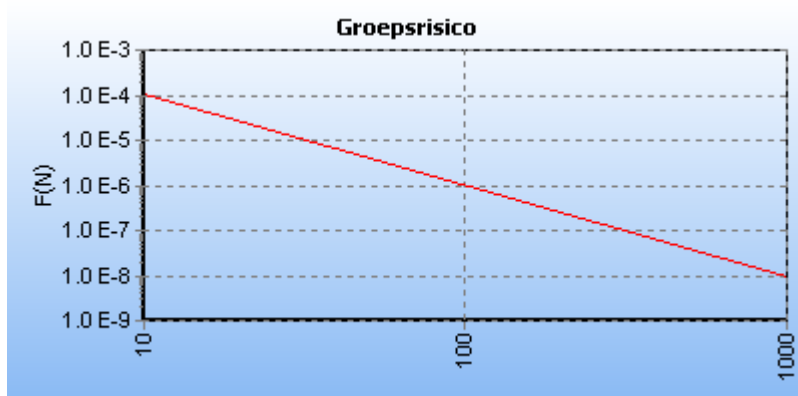
5.54 Figuur 5.54 FN curve voor W-538-13 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



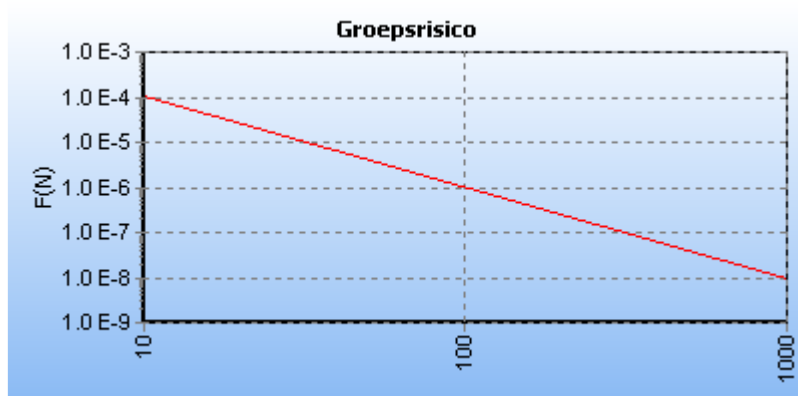
5.55 **Figuur 5.55 FN curve voor W-538-18 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 880.00**



5.56 **Figuur 5.56 FN curve voor W-538-23 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



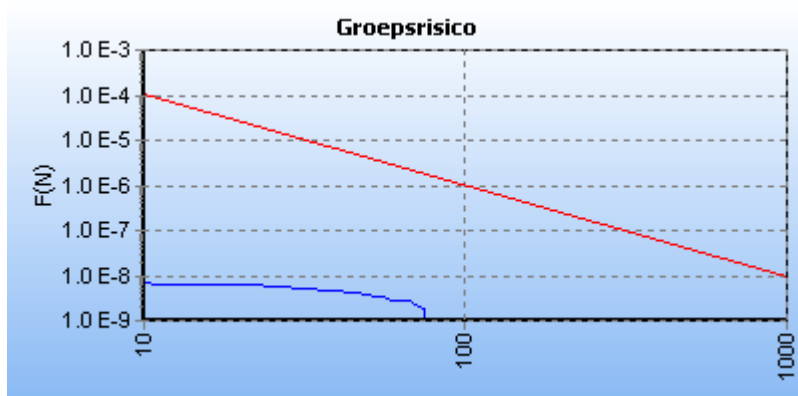
5.57 **Figuur 5.57 FN curve voor W-538-25 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 420.00**



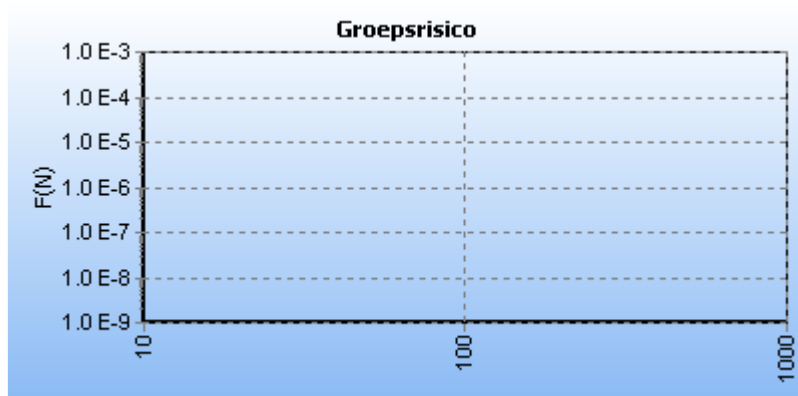
5.58 **Figuur 5.58 FN curve voor W-538-28 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 240.00**



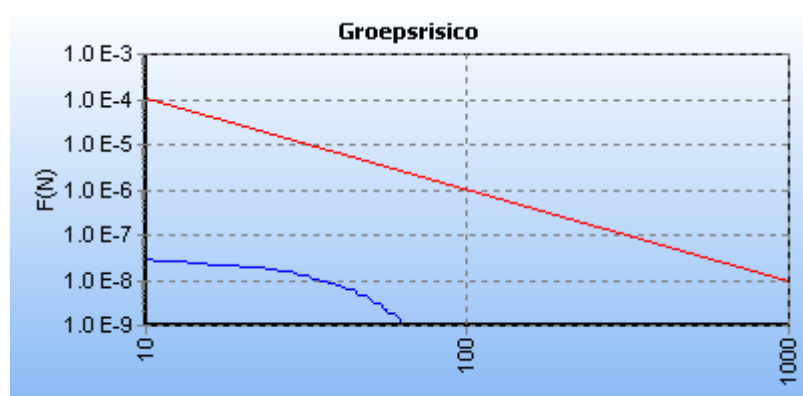
5.59 **Figuur 5.59 FN curve voor W-544-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 4130.00 en stationing 5130.00**



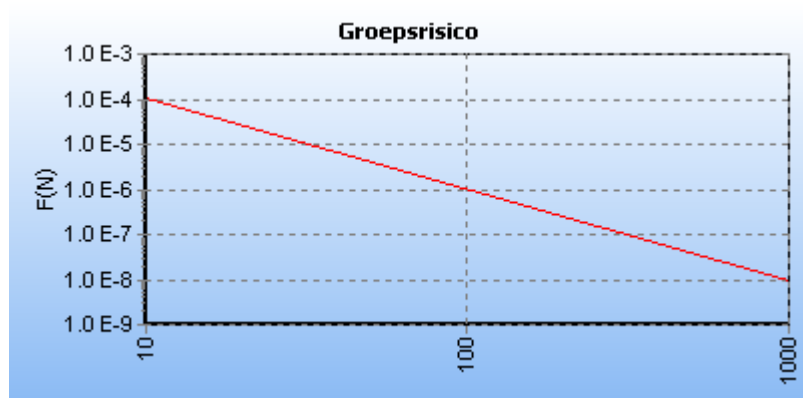
5.60 **Figuur 5.60 FN curve voor W-544-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



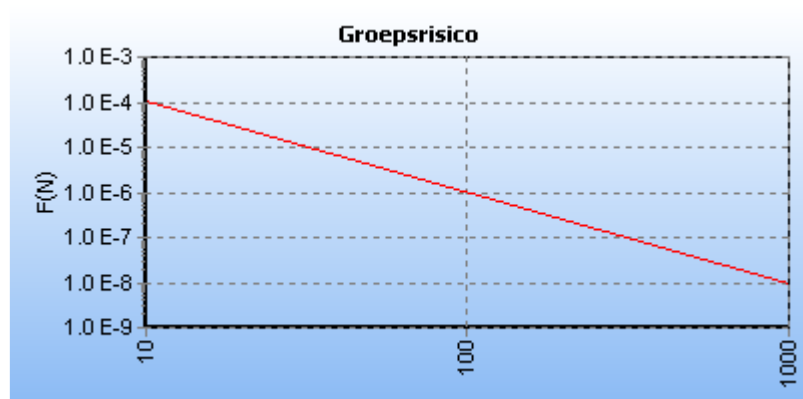
5.61 **Figuur 5.61 FN curve voor W-544-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 850.00**



5.62 **Figuur 5.62 FN curve voor W-544-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 20.00**



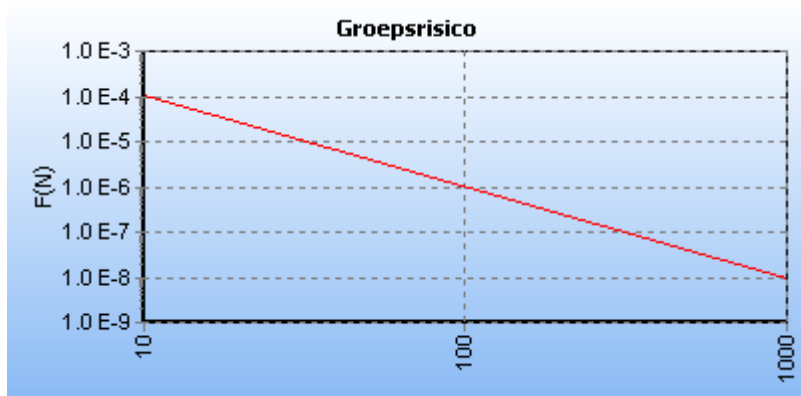
5.63 **Figuur 5.63 FN curve voor W-544-15 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 70.00 en stationing 580.00**



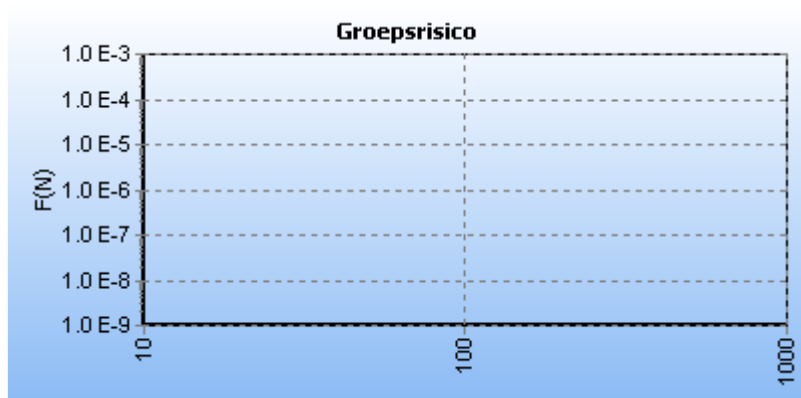
6 FN curves Maasvlakte

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

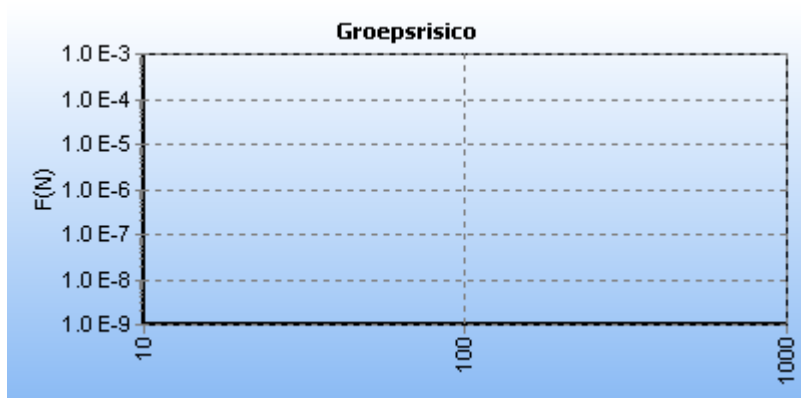
6.1 Figuur 5.1 FN curve voor A-536-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00



6.2 Figuur 5.2 FN curve voor A-536-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



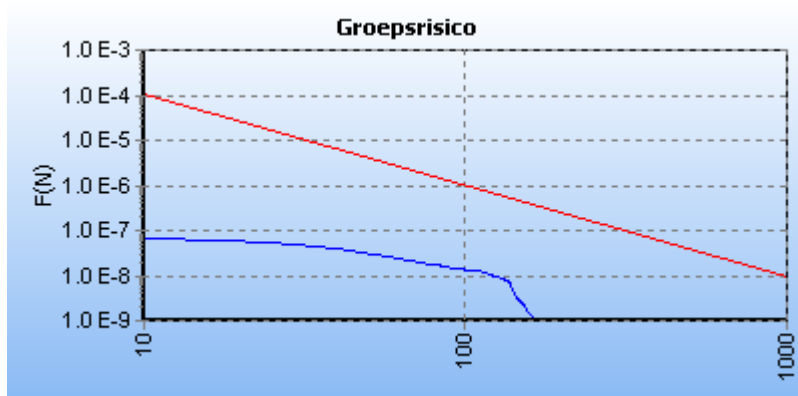
6.3 Figuur 5.3 FN curve voor A-536-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



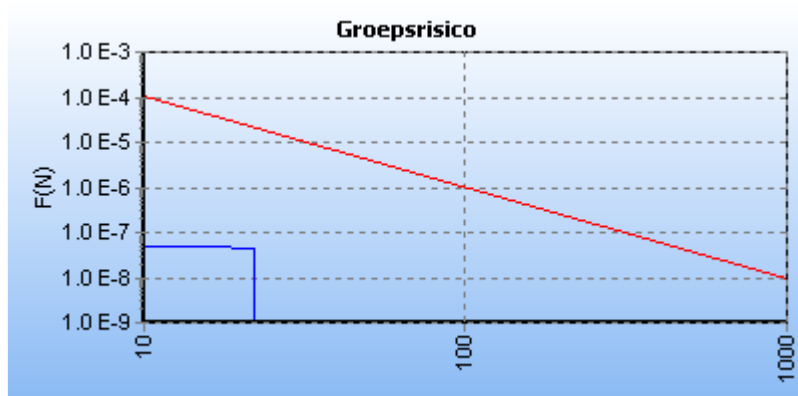
6.4 **Figuur 5.4 FN curve voor A-536-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 360.00**



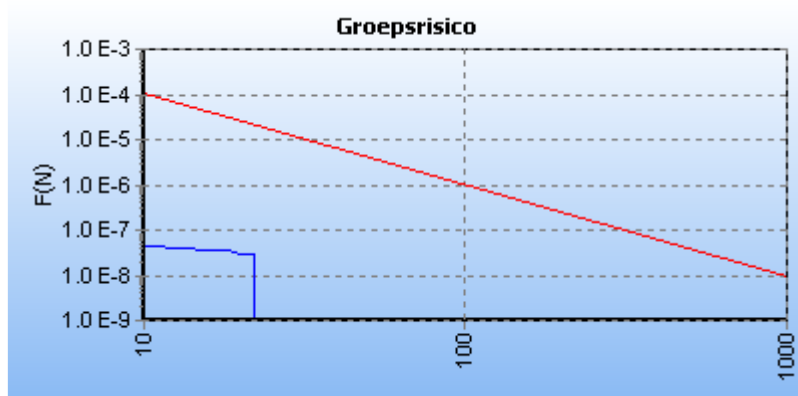
6.5 **Figuur 5.5 FN curve voor A-536 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 20120.00 en stationing 21120.00**



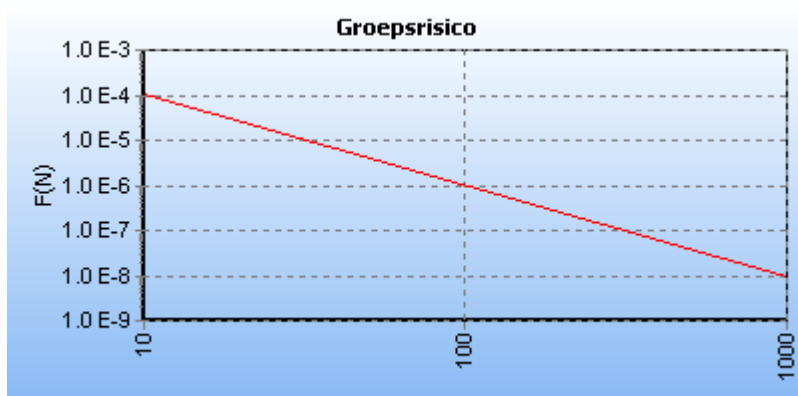
6.6 **Figuur 5.6 FN curve voor A-624-02 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2270.00 en stationing 3270.00**



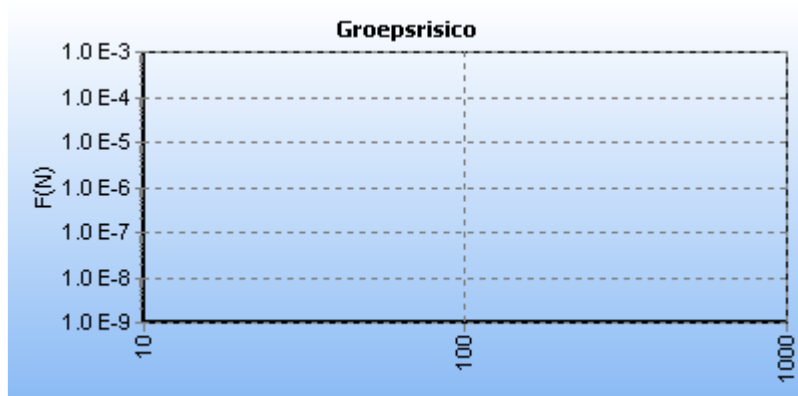
6.7 **Figuur 5.7 FN curve voor A-624-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



6.8 **Figuur 5.8 FN curve voor A-624-04 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 110.00**



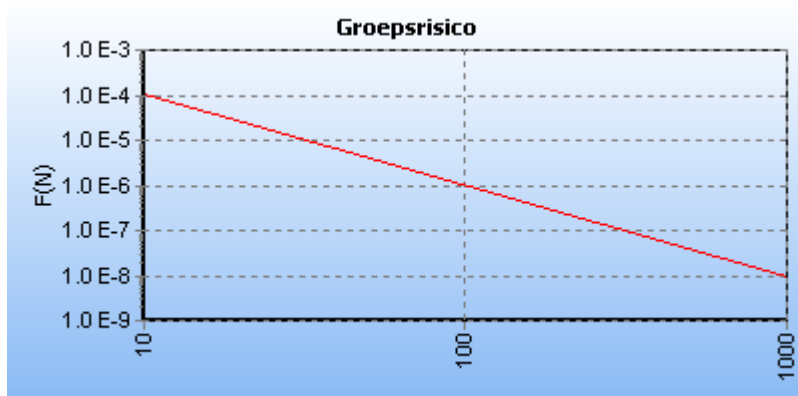
6.9 **Figuur 5.9 FN curve voor A-624-05 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



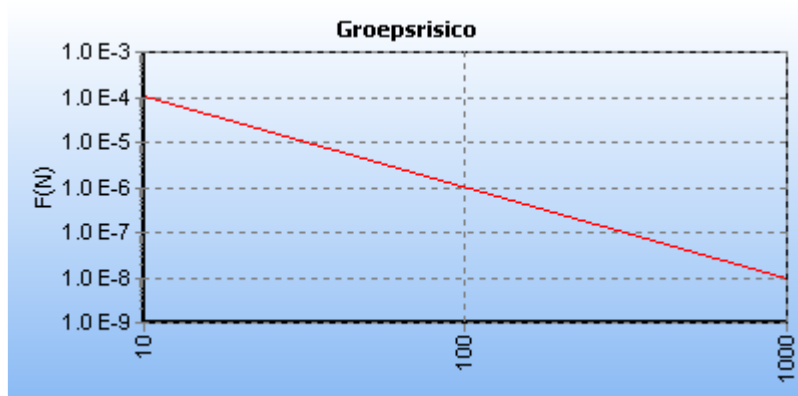
6.10 **Figuur 5.10 FN curve voor A-624-06 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 520.00**



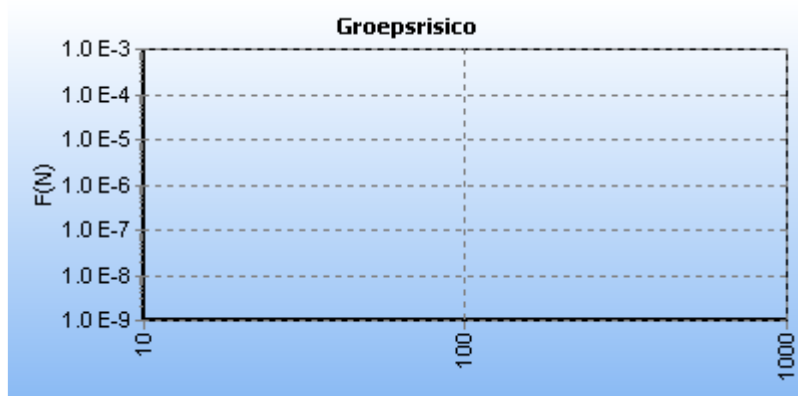
6.11 **Figuur 5.11 FN curve voor A-624-07 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 170.00**



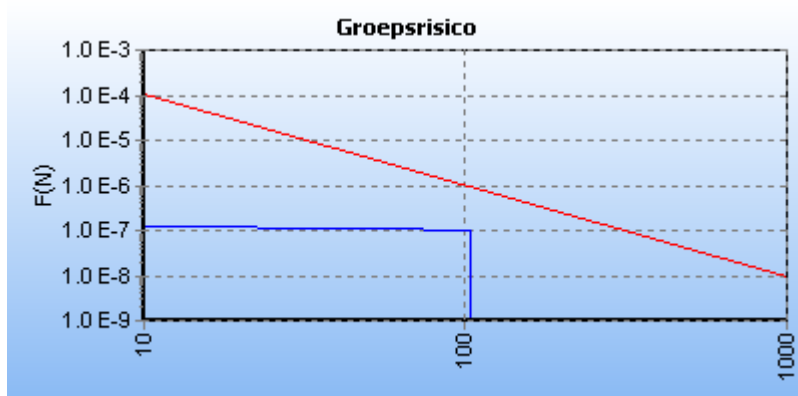
6.12 **Figuur 5.12 FN curve voor A-624-08 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



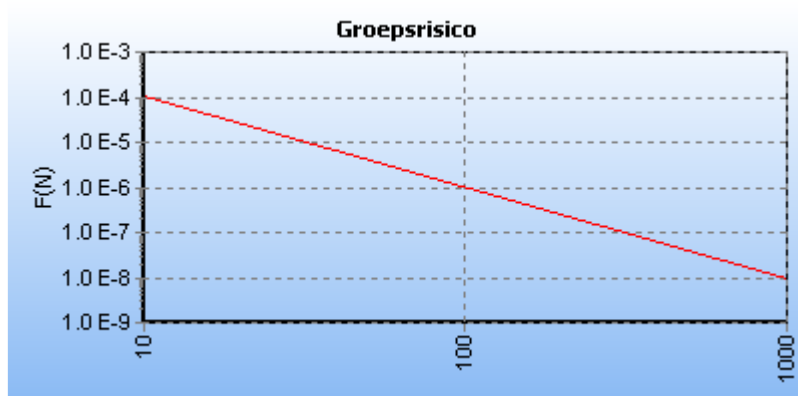
6.13 **Figuur 5.13 FN curve voor A-624-09 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



6.14 **Figuur 5.14 FN curve voor A-624-10 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



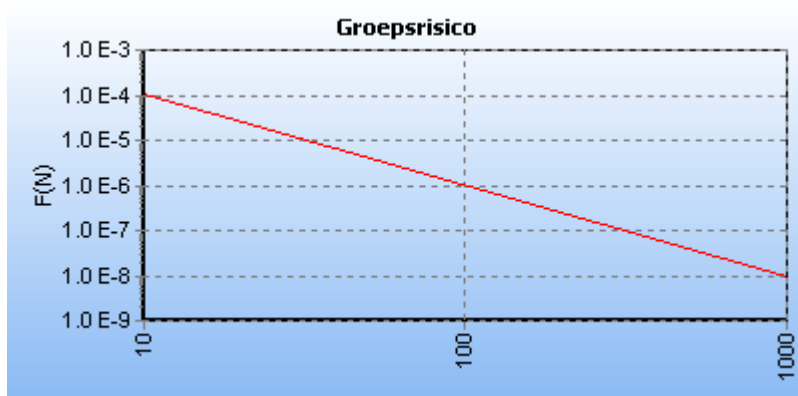
6.15 **Figuur 5.15 FN curve voor A-624-16 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



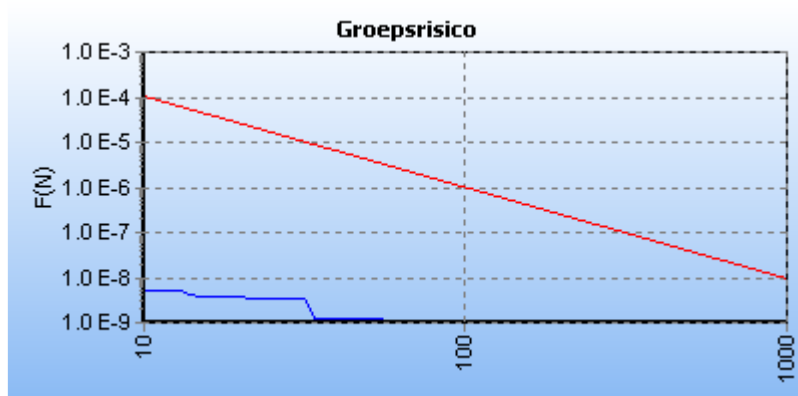
6.16 **Figuur 5.16 FN curve voor A-624-17 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



6.17 **Figuur 5.17 FN curve voor A-624-18 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 340.00 en stationing 1340.00**



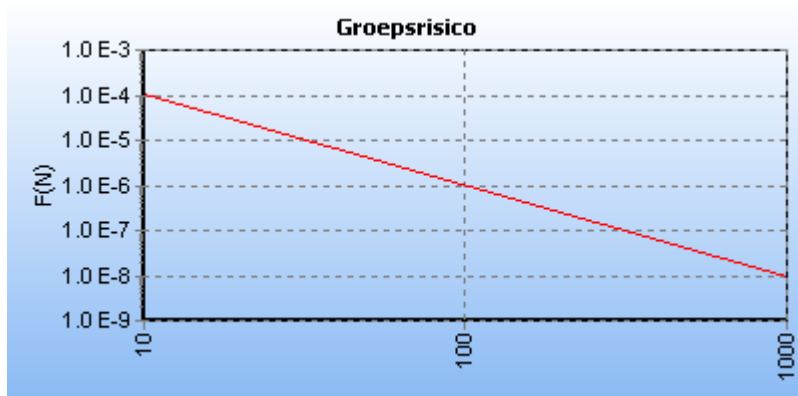
6.18 **Figuur 5.18 FN curve voor A-624-19 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 160.00 en stationing 1160.00**



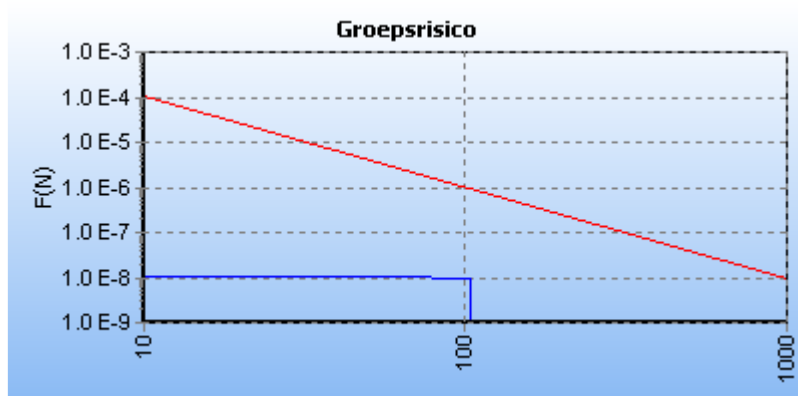
6.19 **Figuur 5.19 FN curve voor A-624-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 470.00**



6.20 **Figuur 5.20 FN curve voor A-624-21 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 40.00**



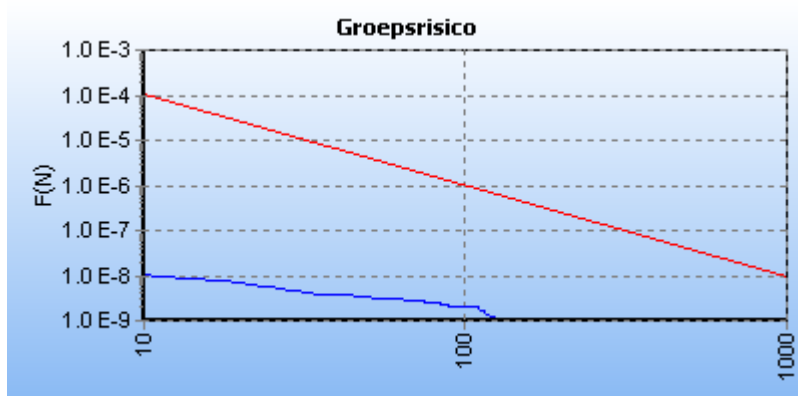
6.21 **Figuur 5.21 FN curve voor A-624 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 960.00 en stationing 1960.00**



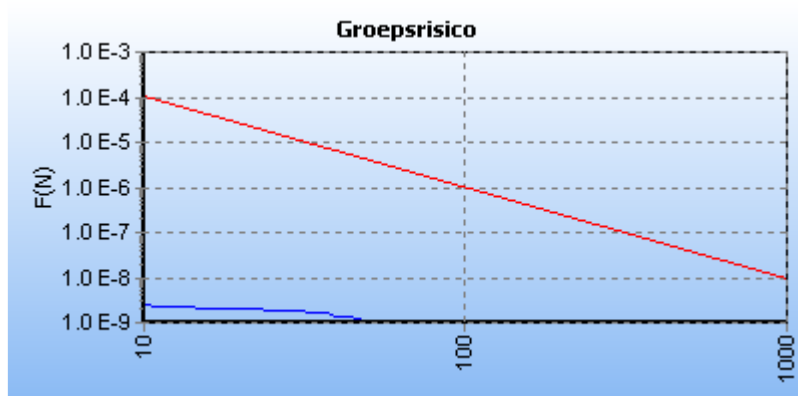
6.22 **Figuur 5.22 FN curve voor W-509-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 15250.00 en stationing 15450.00**



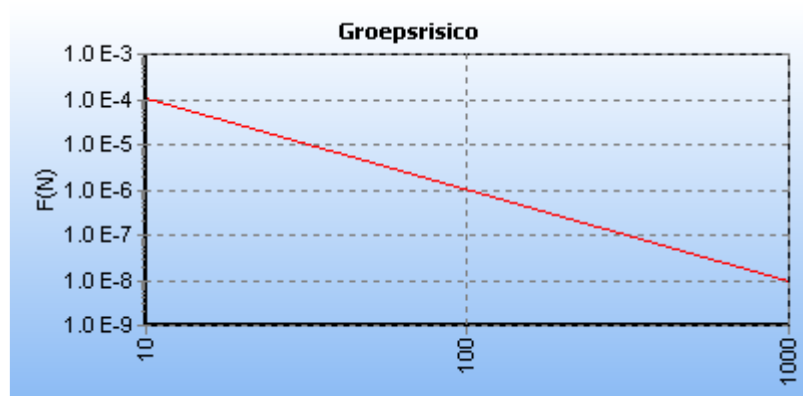
6.23 **Figuur 5.23 FN curve for W-537-01 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 18740.00 en stationing 19740.00**



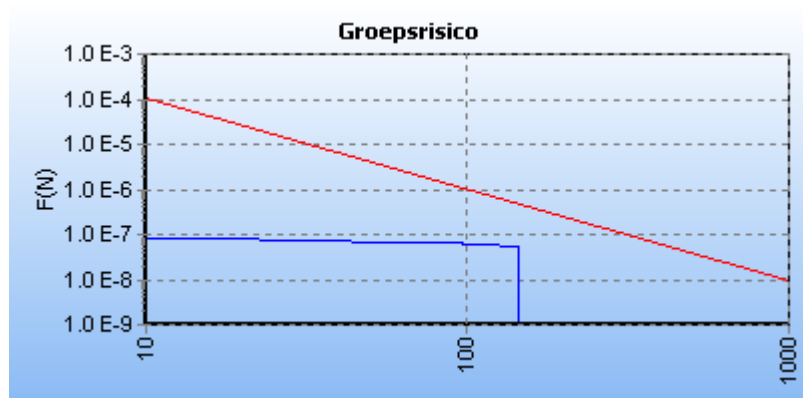
6.24 **Figuur 5.24 FN curve for W-537-43 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 3870.00 en stationing 4870.00**



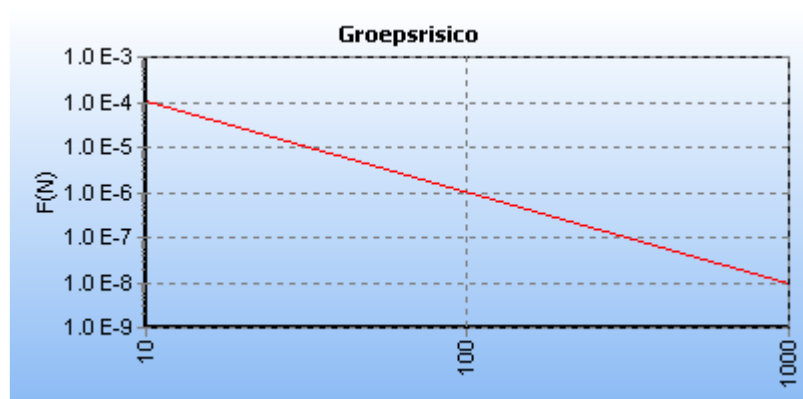
6.25 **Figuur 5.25 FN curve voor W-537-53 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



6.26 **Figuur 5.26 FN curve voor W-537-57 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1130.00 en stationing 2130.00**



6.27 **Figuur 5.27 FN curve voor W-537-60 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 850.00**



6.28 **Figuur 5.28 FN curve voor W-537-63 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 80.00**

