

Laan van Nieuw Oost-Indië 25 • 2593 BJ Den Haag
Postbus 16029 • 2500 BA Den Haag
Telefoon 070 348 09 11 • Fax 070 348 06 45
info@tebodin.com • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **Gasunie**
Project: **N2 peak shaving project**

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2

Auteur: S. Weustenenk
Telefoon: +31 74 249 6226
Telefax: +31 74 249 6215
E-mail: s.weustenenk@tebodin.nl

Datum: 4 juni 2009

Kwantitatieve risicoanalyse
N2 peak shaving project

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2
Datum: 4 juni 2009
Pagina: 2 van 34

2	04-06-2009	Update rapportage m.b.t. faalfrequenties stikstofsysteem	S. Weustenenk	S. Elbers
1	28-04-2009	Definitieve rapportage na verwerking commentaar Gasunie	S. Weustenenk	S. Elbers
0	10-04-2009	Concept rapportage locatie Zuidbroek	S. Weustenenk	S. Elbers
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

	Inhoudsopgave	Pagina
	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Beschrijving van de inrichting	8
3	De QRA methodologie	9
4	De selectie van relevante installatieonderdelen (subselectie)	10
4.1	De subselectie	10
5	Definitie van de beschouwde ongevalsscenario's	12
5.1	Algemeen	12
5.2	Insluitsysteem 1: de Air Separation Unit (ASU)	12
5.2.1	Installatieonderdelen	13
5.2.2	Procescondities	13
5.2.3	Faalfrequenties	13
5.2.4	LOC scenario's	13
5.2.5	Modellering	13
5.3	Insluitsysteem 2 (leiding tussen ASU en NCU)	14
5.4	Insluitsysteem 3: de Nitrogen Compressor Unit (N-CU)	14
5.4.1	Installatieonderdelen	14
5.4.2	Procescondities	14
5.4.3	Faalfrequenties	14
5.4.4	LOC scenario's	14
5.4.5	Modellering	15
5.5	Insluitsysteem 5: Transportleiding van- en naar Heiligerlee	16
5.5.1	Installatieonderdelen	16
5.5.2	Procesconditie	16
5.5.3	Faalfrequenties	16
5.5.4	Overzicht LOC scenario's	16
5.5.5	Modellering	17
5.6	Insluitsysteem 9 A/ B: Aardgastoevoer naar mengstation	17
5.6.1	Installatieonderdelen	17
5.6.2	Procesconditie	17
5.6.3	Faalfrequenties	17
5.6.4	Overzicht LOC scenario's	18
5.6.5	Modellering	18
5.7	Insluitsysteem 10: Mengstation	18
5.7.1	Installatieonderdelen	18
5.7.2	Procesconditie	18
5.7.3	Faalfrequenties	19
5.7.4	Overzicht LOC scenario's	19

5.7.5	Modellering	19
5.8	Insluitsysteem 11: Retour-/ opstartleiding	20
5.8.1	Installatieonderdelen	20
5.8.2	Procesconditie	20
5.8.3	Faalfrequenties	20
5.8.4	Overzicht LOC scenario's	20
5.8.5	Modellering	20
5.9	Algemene aannames	21
6	Algemene uitgangspunten voor de modellering	22
6.1	Kans op ontsteking van brandbare stoffen	22
6.2	Letaliteit criteria	22
6.2.1	Methaan	22
6.2.2	Stikstof	23
6.3	Weergegevens	24
6.4	Uitstromingsrichting	24
6.5	Ruwheidslengte van de omgeving	24
6.6	Bevolkingsgegevens	25
7	Resultaten	26
7.1	Plaatsgebonden risico	26
7.1.1	Inleiding	26
7.1.2	Risiconormering	26
7.1.3	Plaatsgebonden risico locatie Zuidbroek	27
7.1.4	Invloedsgebied	28
7.1.5	Groepsrisico	29
7.1.6	Inleiding	29
7.1.7	Risiconormering	29
7.1.8	Groepsrisico locatie Zuidbroek	29
8	Conclusies	30
	Referenties	31
	Bijlage 1: Plotplan locatie Zuidbroek	32
	Bijlage 2: De Subselectie	33
	Bijlage 3: LOC scenario's	34

Samenvatting

In opdracht van de N.V. Nederlandse Gasunie (verder aangeduid als Gasunie) is door Tebodin Consultants & Engineers een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd voor het stikstof mengstation op de locatie Zuidbroek.

Op het mengstation Zuidbroek wordt hoog calorisch gas gemengd met stikstofgas om zodoende de gewenste calorische waarde te bereiken. Het stikstofgas dat hiervoor nodig is wordt eveneens op de locatie Zuidbroek geproduceerd. Omdat de productie van het stikstofgas een continue activiteit is, maar het op specificatie brengen van hoog calorisch gas slechts gedurende bepaalde periodes in het jaar plaatsvindt, is er voor gekozen het stikstofgas tussentijds op te slaan in een voormalige zoutcaverne op de Gasunie locatie Heiligerlee. Beide locaties zijn via een ondergrondse transportleiding (lengte ca. 9,7km, diameter 16 inch) met elkaar verbonden.

De kwantitatieve risicoanalyse is uitgevoerd volgens de richtlijnen uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HARI) [2] en berekend m.b.v. het geünificeerde risicoanalyse pakket Safeti-NL [1].

Bij de uitvoering van deze QRA is besloten om uitsluitend voor het stikstof gedeelte een subselectie uit te voeren. Deze subselectie heeft geresulteerd in een 4-tal insluitsystemen. Voor het aardgas gedeelte is geen subselectie uitgevoerd omdat bekend is dat zowel een breuk als een lekkage van een bovengrondse aardgasleiding kan resulteren in een effect buiten de inrichting, evenals een breuk van een ondergrondse leiding. In totaal zijn in de QRA de volgende 7 insluitsystemen beschouwd:

- Systeem 1: Air Separation Unit oftewel ASU;
- Systeem 2: leiding van de ASU naar de Nitrogen Compressor Unit (N-CU);
- Systeem 3: N-CU;
- Systeem 5: stikstoftransportleiding DN300 van en naar Heiligerlee;
- Systeem 9: Gas toevoer naar de mengstraat;
- Systeem 10: De mengstraat;
- Systeem 11: Opstart/ retourleiding.

Voor de bovengenoemde systemen en de daarbinnen aanwezige procesonderdelen zijn vervolgens ongevalsscenario's opgesteld. Uitzondering hierop zijn de insluitsystemen 1,2 en 3. Voor deze systemen ontbreekt hiervoor de benodigde detailinformatie. In plaats daarvan zijn voor deze systemen op basis van de systeeminhoud een aantal referentiescenario's opgesteld die vervolgens op alle hoekpunten van de "battery limit" zijn beschouwd om zodoende het maximale effect naar de omgeving te bereiken.

Verder wordt ten aanzien van de faalfrequenties voor de LOC scenario's voor binnen de inrichting aanwezige pijpleidingen voor het transport van aardgas aangesloten bij door Gasunie beschikbaar gestelde faaldata. Het uitgangspunt daarbij is dat de door de Gasunie aangeleverde faaldata voldoen aan de voorwaarden genoemd in het conceptvoorstel "modellering leidingbreuken binnen mijnbouwrichtingen" Eelke Kooi (RIVM), d.d. 17 Mei en daarmee door het RIVM zijn goedgekeurd. Voor de stikstofleidingen is eveneens gebruik gemaakt van het conceptvoorstel van het RIVM en de bijbehorende aanvulling [5]. Een uitzondering hierop betreft het scenario "lekkage ondergrondse leiding". Voor dit scenario wordt door het ontbreken van een exacte waarde in het voorstel aangesloten bij de faalfrequentie uit de HARI [2].

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2
Datum: 4 juni 2009
Pagina: 6 van 34

Uit de berekeningen van het plaatsgebonden risico blijkt dat er geen PR 10^{-6} contour buiten de terreingrens wordt berekend op grond waarvan wordt voldaan aan de grenswaarden voor het plaatsgebonden risico zoals deze zijn vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen [4].

Vanwege het feit dat zich binnen het invloedsgebied – als gevolg van een ongewenste gebeurtenis binnen de inrichting – geen bevolking bevindt, kan tevens worden geconcludeerd dat er sprake is van een verwaarloosbaar groepsrisico.

1 Inleiding

N.V. Nederlandse Gasunie (verder aangeduid als Gasunie) is voornemens een stikstof mengstation te installeren op de locatie Zuidbroek. Het doel van deze installatie is om hoogcalorisch gas te mengen met stikstof waardoor de juiste calorische waarde van gas bereikt wordt alvorens het aan het Gasunie netwerk wordt geleverd. Dit proces zal enkele periodes in het jaar plaatsvinden.

Omdat het mengstation in deze zogenaamde piekperiodes over voldoende stikstof moet kunnen beschikken, wordt continu stikstof geproduceerd en opgeslagen in een voormalige zoutcaverne in Heiligerlee. Het transport van stikstof vindt plaats middels een daarvoor aangelegde 16 inch transport leiding met een lengte van 9,7 kilometer.

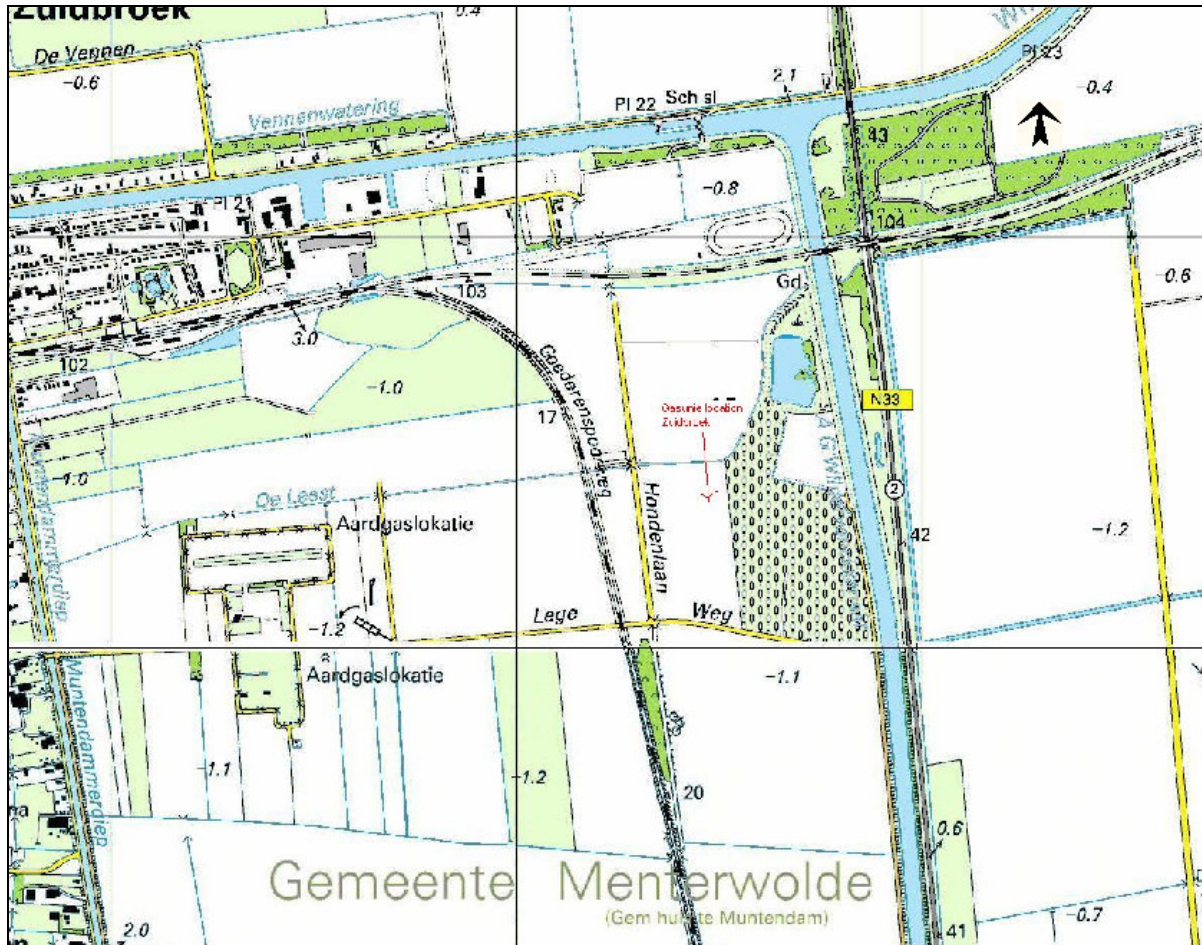
Als onderdeel van het basic engineering project dat Tebodin in opdracht van de Gasunie uitvoert, is deze kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. Deze QRA beslaat zowel het aardgas als het stikstofgedeelte van het mengstation op de inrichting. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de transportleiding van- en naar Heiligerlee buiten het kader van deze opdracht valt.

In een QRA wordt het risico voor de omgeving bepaald dat veroorzaakt wordt door mogelijke ongewenste gebeurtenissen binnen de inrichting. Als eerste stap in de QRA worden ongevalsscenario's gedefinieerd voor installatieonderdelen waarin zich gevaarlijke stoffen bevinden. Het vrijkomen van een brandbare stof (bijvoorbeeld aardgas) kan resulteren in een brand en/ of een explosie, en wanneer de gevaarlijke stof toxisch is kan het vrijkomen van deze stof resulteren in een toxische gaswolk. Hoewel stikstof niet als toxisch is geclassificeerd, kan het vrijkomen van stikstof wel resulteren in letaliteit onder de blootgestelde personen als gevolg van zuurstofverdringing (asphyxiatie). De volgende stap is om de consequenties van de ongevalsscenario's te bepalen en de bijbehorende frequenties van optreden van deze ongevalsscenario's. Door het berekende effect van de ongevalsscenario's te combineren met de kans van optreden wordt vervolgens het risico (= kans x effect) bepaald. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in het plaatsgebonden risico (gepresenteerd met behulp van risicocontouren) en het groepsrisico (gepresenteerd met behulp van een groepsrisicocurve).

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Allereerst wordt in hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van de inrichting. Hoofdstuk 3 geeft een schematisch overzicht van de QRA methodologie. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de uitkomsten van de subselectie waarna in hoofdstuk 5 alle geselecteerde systemen worden beschreven. De gebruikte uitgangspunten en aannames ten tijde van de modellering zijn in hoofdstuk 6 beschreven. Tot slot worden de resultaten en conclusies, respectievelijk in hoofdstuk 7 en 8 beschreven.

2 Beschrijving van de inrichting

Het stikstof mengstation wordt gebouwd nabij het dorp Zuidbroek aan de Hondenlaan, ten westen van de N33 in de provincie Groningen. Op de topografische kaart van Menterwolde/ Muntendam is de locatie te vinden op sectie A, nummers: 987, 988 en 1349, zie figuur 1.



Figuur 1: Topografische kaart Meterwolde/ Muntendam

De dichtstbijzijnde bebouwing bevindt zich op ongeveer 1100 meter afstand ten noordwesten van de inrichting.

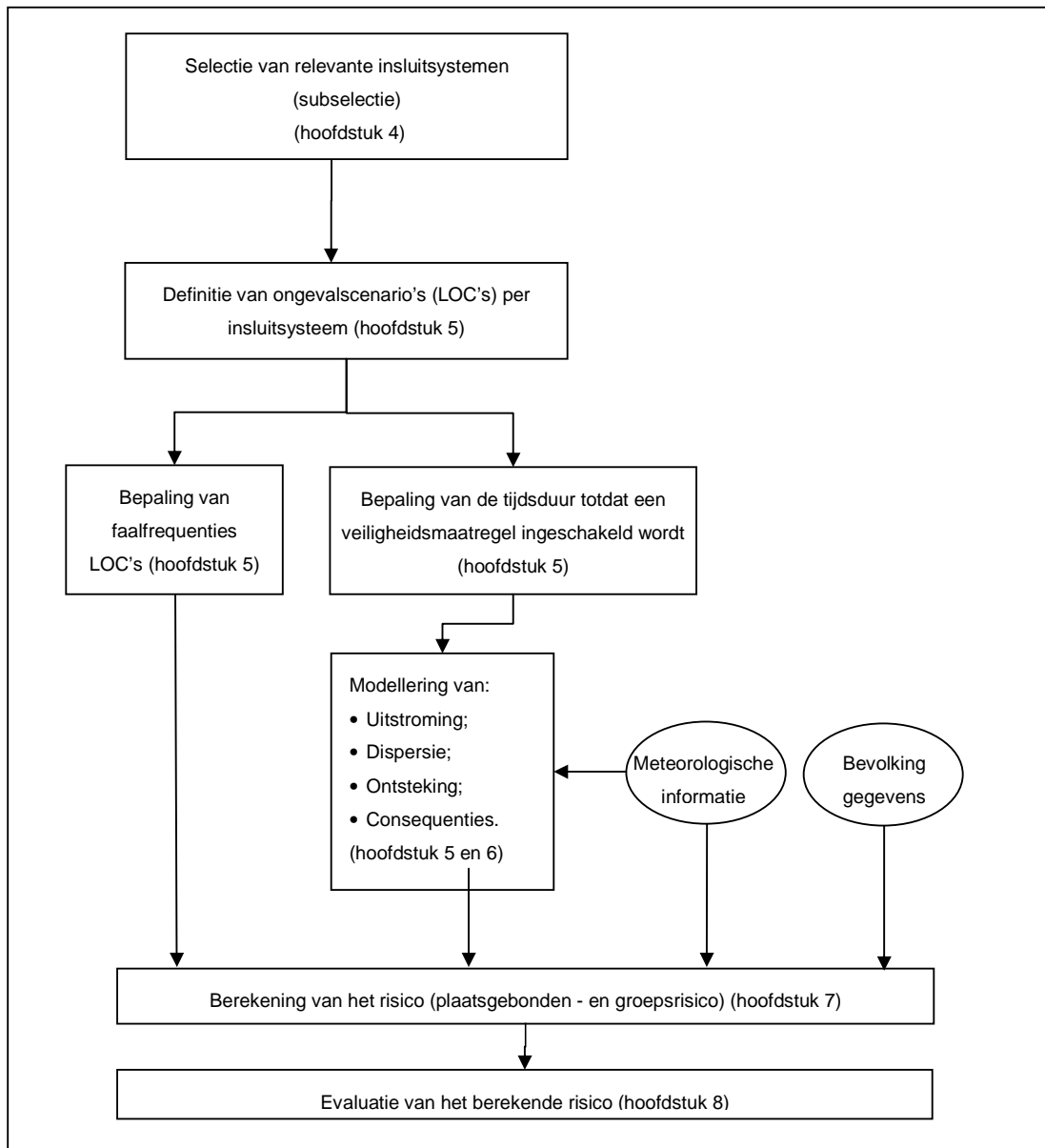
Het stikstof mengstation op locatie Zuidbroek bestaat uit 4 installatieonderdelen:

- Het stikstof productie systeem (de Air Separation Unit, ASU genaamd);
- Het stikstof compressor systeem (de Nitrogen Compressor Unit, NCU genaamd);
- Het stikstof behandelingssysteem (de withdrawal area, WD genaamd);
- Het stikstof mengstation.

Voor het plotplan van de locatie Zuidbroek wordt verwezen naar bijlage 1.

3 De QRA methodologie

De gebruikte methode bij het uitvoeren van deze QRA is gebaseerd op het identificeren van alle insluitsystemen op basis van de aanwezige automatische afsluiters ook wel *Remote Operated Valves* (ROV's) genoemd en terugstroomkleppen ook wel Check Valves genoemd. Op basis hiervan zijn de Loss of Containment (LOC) scenario's per insluitsysteem gedefinieerd en beschouwd. De onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht van de stappen binnen de QRA.



Figuur 2: Schematische weergave QRA methodiek

Alle genoemde stappen in Figuur 2 worden beschreven in de hierna volgende hoofdstukken.

4 De selectie van relevante installatieonderdelen (subselectie)

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de reeds uitgevoerde subselectie voor het stikstof mengstation op de locatie Zuidbroek. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen de stikstof- en aardgas installatieonderdelen. In hoofdstuk 5 wordt vervolgens een overzicht gegeven van alle relevante installatieonderdelen in relatie tot de Loss of containment (LOC) scenario's.

4.1 De subselectie

Omdat binnen een inrichting niet alle aanwezige installatie onderdelen een significante bijdrage leveren aan het externe risico geeft de Handleiding risico berekeningen (verder aangeduid als HARI [2]) aan dat een zogenaamde subselectie uitgevoerd mag worden. In deze QRA is daarbij onderscheid gemaakt in aardgas- en stikstof systeemonderdelen.

Voor aardgas installatieonderdelen is geen subselectie uitgevoerd omdat hiervoor reeds is onderkend dat:

- het scenario "breuk van de leiding" bij ondergrondse pijpleidingen kan resulteren in een effectafstand die buiten de inrichting komt;
- de scenario's "lek 10% de leiding diameter" en "breuk van de leiding" kunnen resulteren in een effectafstand die buiten de inrichtingsgrens komt.

Dit betekent dat de subselectie uitsluitend betrekking heeft op het stikstof gedeelte van het mengstation. Hiertoe zijn allereerst de stikstof installatieonderdelen onderverdeeld op basis van de aanwezigheid van automatische afsluiters. Dit heeft geresulteerd in een 8-tal insluitsystemen. Voor elk van deze insluitsystemen zijn vervolgens de effecten beschouwd voor een 4-tal referentiescenario's (instantaan vrijkomen van de hele inhoud, uitstroming van de gehele inhoud in 10 minuten, lekkage 50 mm en lekkage 10 mm). In de onderstaande tabel staan deze referentiescenario's genoemd en is telkens de bijbehorende effectafstand en de afstand van het insluitsysteem tot de terreingrens (het hekwerk) weergegeven. Insluitsystemen waarvan de effectafstand in één van de referentiescenario's groter is dan de afstand van het systeem tot aan de terreingrens zijn geselecteerd voor de QRA.

Tabel 1: Overzicht van effectafstanden en afstand tot de inrichtingsgrens per insluitsysteem.

Insluitsysteem	Afstand 1% letaliteit (m)								Minimale afstand tot terreingrens (m)	Selectie in QRA
	Instantaan falen		10 min uitstroming		Lek 10 mm		Lek 50 mm			
	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5		
1	24	16	<1	<1	<1	<1	<1	<1	18	Ja
2	23	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1	20	Ja
3	23	13	<1	<1	<1	<1	<1	<1	23	Ja
4	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	81	Nee
5	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	Ja

Insluitsysteem	Afstand 1% letaliteit (m)								Minimale afstand tot terreingrens (m)	Selectie in QRA
	Instantaan falen		10 min uitstroming		Lek 10 mm		Lek 50 mm			
	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5		
6	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	58	Nee
7	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	95	Nee
8	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	32	nee

Uit deze tabel blijkt dat de volgende stikstof installatieonderdelen geselecteerd zijn voor de QRA, te weten:

- Insluitsysteem 1: de Air Separation Unit (ASU);
- Insluitsysteem 2: de leiding van de ASU naar de Nitrogen Compressor Unit (N-CU);
- Insluitsysteem 3: de N-CU;
- Insluitsysteem 5: de stikstoftransportleiding DN300 van en naar Heiligerlee.

De uitgebreide rapportage van de subselectie is als bijlage 2 aan het voorliggende rapport toegevoegd.

5 Definitie van de beschouwde ongevalsscenario's

5.1 Algemeen

Zoals blijkt uit hoofdstuk 4 zijn voor het stikstofgedeelte een 4-tal insluitsystemen geselecteerd voor de QRA. Het aardgas gedeelte bestaat uit een drietal insluitsystemen die eveneens in de QRA worden meegenomen. In totaal zijn de volgende 7 systemen geselecteerd voor de QRA:

- Insluitsysteem 1: de Air Separation Unit (ASU);
- Insluitsysteem 2: de leiding van de ASU naar de Nitrogen Compressor Unit (N-CU);
- Insluitsysteem 3: de N-CU;
- Insluitsysteem 5: de stikstoftransportleiding DN400 van en naar Heiligerlee;
- Insluitsysteem 9: aardgastoevoer naar mengstation;
- Insluitsysteem 10: mengstation;
- Insluitsysteem 11: retour- /opstartleiding.

In de onderstaande paragrafen wordt elk insluitsysteem beschreven aan de hand van de volgende specificaties: (1) welke systeemonderdelen zijn aanwezig, (2) wat zijn de procescondities hiervan, (3) wat zijn de faalfrequenties, (4) welke ongevalsscenario's zijn van toepassing en tot slot (5) op welke manier wordt het systeem gemodelleerd.

Hierbij wordt opgemerkt dat ongevalsscenario's met een kans van optreden van minder dan $1 \cdot 10^{-10}$ per jaar niet worden beschouwd in de QRA en derhalve in het overzicht niet zijn meegenomen.

Verder wordt ten aanzien van de faalfrequenties voor de LOC scenario's voor binnen de inrichting aanwezige pijpleidingen voor het transport van aardgas aangesloten bij door Gasunie beschikbaar gestelde faaldata. Het uitgangspunt daarbij is dat de door de Gasunie aangeleverde faaldata voldoen aan de voorwaarden genoemd in het conceptvoorstel "modellering leidingbreuken binnen mijnbouwinstallaties" Eelke Kooi (RIVM), d.d. 17 Mei en daarmee door het RIVM zijn goedgekeurd. Voor de stikstofleidingen is eveneens gebruik gemaakt van het conceptvoorstel van het RIVM en de bijbehorende aanvulling hierop [5]. Een uitzondering hierop betreft het scenario "lekkage ondergrondse leiding". Voor dit scenario wordt door het ontbreken van een exacte waarde in het voorstel aangesloten bij de in de HARI genoemde faalfrequentie voor een lekkage van een leiding behorende tot de categorie "overige". Deze aanpak resulteert in de hoogste ongevalfrequentie en kan daardoor als conservatief worden aangemerkt.

Daarnaast zijn er voor de stikstofsysteem 1 (ASU) en 3 (NCU) specifieke aannames gemaakt in verband met ontbreken van detailinformatie voor de binnen deze insluitsystemen aanwezige procesonderdelen, zie paragraaf 5.2 en 5.4. Als gevolg hiervan is ook insluitsysteem 2 (leiding tussen ASU en NCU) een specifieke aanname gedaan, zie paragraaf 5.3.

5.2 Insluitsysteem 1: de Air Separation Unit (ASU)

Omdat het engineeringproces voor dit onderdeel nog niet is afgerond zijn er binnen dit systeem nog onvoldoende gegevens bekend voor de QRA. Om in dit stadium toch een indicatie te kunnen geven van het mogelijke effect buiten de inrichting, is gekozen voor een conservatieve benadering. Deze benadering bestaat uit de veronderstelling dat in het systeem vier procesvaten aanwezig zijn (destillatiekolom, reboiler, refluxvat en

condensor) waarbij is uitgegaan van de LOC scenario's behorende bij een procesvat. Voor de systeeminhoud is daarbij uitgegaan van 40 m³ vloeibare stikstof¹.

5.2.1 Installatieonderdelen

Aanname: 4 procesvaten die onderdeel uitmaken van een systeem met een inhoud van 40 m³ vloeibare stikstof (= 14210 kg stikstof).

5.2.2 Procescondities

Voor de procescondities is uitgegaan van de hoogste temperatuur waarbij de stikstof nog vloeibaar is, te weten -147 °C. Dit resulteert automatisch in de grootste bijbehorende dampspanning (33 barg). Samenvattend is voor het systeem uitgegaan van de volgende procescondities:

- Werkdruk: 33 barg;
- Temperatuur: -147 °C.

5.2.3 Faalfrequenties

Voor het beschouwde procesvat bedragen de referentiescenario's conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi [2]:

Tabel 2: Faalfrequenties systeem 1 'procesvat'

scenario	Frequentie/ jaar
Catastrofaal falen	2,00E-05*
uitstroming gedurende 10 min.	2,00E-05*
Lek 10 mm	4,00E-04*

* de faalfrequentie is gebaseerd op de aanwezigheid van vier procesvaten.

5.2.4 LOC scenario's

Tabel 3: LOC scenario's systeem 1 [2]

Nr.	scenario	consequentie	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroomdebiet (kg/s)	Uitstromingstijd (s)
1.	Instantaan	Uitstroming gehele inhoud procesvat	~14207	n.v.t.	n.v.t.
2.	vaste tijdsduur	uitstroming van stikstof in 10 min.	~14400	~24	600
3.	lekkage	uitstroming van stikstof door 10 mm gat	~3600	~2	1800

5.2.5 Modelling

Omdat de exacte gegevens m.b.t. de locatie van de systeemonderdelen ontbreken, is er bij de modellering voor gekozen om de referentiescenario's met de ongevalfrequentie zoals weergegeven in § 5.2.3 op alle hoekpunten van de "battery limit" te laten plaatsvinden. Op deze wijze wordt een maximale bijdrage vanuit de installatie op de omgeving bereikt.

¹ Gebaseerd op een waterinhoud van 50 m³ en een maximale vulgraad van 90%.

5.3 Insluitsysteem 2 (leiding tussen ASU en NCU)

Vanwege de gehanteerde aannames voor insluitsysteem 1 en 3 (referentiescenario's op elk hoekpunt van de "battery limit" te laten plaatsvinden) en de geringe inhoud van het betreffende leidingstuk is besloten om geen aparte scenario's te beschouwen voor de leiding tussen beide installatieonderdelen.

5.4 Insluitsysteem 3: de Nitrogen Compressor Unit (N-CU)

Omdat het engineeringproces voor dit onderdeel nog niet is afgerond zijn er binnen dit systeem nog onvoldoende gegevens bekend voor de QRA. Om in dit stadium toch een indicatie te kunnen geven van het mogelijke effect buiten de inrichting, is gekozen voor een conservatieve benadering. Deze benadering bestaat uit de veronderstelling dat de ongevalsscenario's overeenkomen met de ongevalsscenario's van een "procesvat" terwijl de ongevalsfrequenties gebaseerd zijn op de aanwezigheid van vier compressoren². Daarbij is de frequentie voor het instantaan falen van de compressor opgedeeld in het instantaan vrijkomen van de gehele systeeminhoud (50%) en het vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min (50%). Voor de systeeminhoud is daarbij uitgegaan van 9m³ gasvormige stikstof.

5.4.1 Installatieonderdelen

Aanname: 4 compressoren die onderdeel uitmaken van een systeem met een inhoud van 9 m³ gasvormige stikstof (= 1630 kg stikstof).

5.4.2 Procescondities

Op basis van de reeds uitgevoerde subselectie zijn de volgende procescondities gebruikt:

- Werkdruk: 160 barg;
- Temperatuur: 10 °C.

5.4.3 Faalfrequenties

Voor de beschouwde procesvaten bedragen de referentiescenario's conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi [2]:

Tabel 4: Faalfrequenties systeem 3 'compressor' [2]

scenario	Frequentie/ jaar
Catastrofaal falen	2,00E-04*
uitstroming gedurende 10 min.	2,00E-04*
Lek 10 mm	1,76E-02*

* De faalfrequenties zijn vermenigvuldigd met een factor 4 (is aantal compressoren)

5.4.4 LOC scenario's

² Er is specifiek voor compressoren gekozen vanwege de hogere faalfrequentie ten opzichte van een procesvat.

Tabel 5: LOC scenario's systeem 3 [2]

Nr.	scenario	consequentie	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroomdebiet (kg/s)	Uitstromingstijd (s)
1.	instantaan	Uitstroming gehele inhoud proces vat	~1630	n.v.t.	n.v.t.
2.	vaste tijdsduur	uitstroming van stikstof in 10 min.	~1626	~2,71	~600
3.	lekkage	uistroming van stikstof door 10 mm gat	~1631	~2,66	~613

5.4.5 Modelling

Net als voor de ASU geldt dat op elk van de hoekpunten van de installatiegrens (battery limit) de ongevalsscenario's met de faalfrequenties zoals aangegeven in § 5.4.3 zijn beschouwd.

5.5 Insluitsysteem 5: Transportleiding van- en naar Heiligerlee

5.5.1 Installatieonderdelen

Systeem 5 heeft de volgende installatie onderdelen:

- Ondergrondse leiding (lengte ~ 9,7 km/ DN400 waarvan 116 meter binnen terreingrens).

5.5.2 Procesconditie

Systeem 5 werkt bij de volgende procescondities:

- Werkdruk: 159 barg;
- Temperatuur: 9 °C;
- Debiet: 66 kg/s.

5.5.3 Faalfrequenties

De faalfrequenties van de onderstaande leidingen zijn gebaseerd op het conceptvoorstel van het RIVM [5] respectievelijk de HARI [2], zie toelichting paragraaf 5.1.

Tabel 6: faalfrequenties systeem 5 ondergrondse leiding

scenario	DN	SMYS	Materiaal	wanddikte (mm)	Frequentie (km/jr)
Leiding breuk ondergronds	400	L413	X60	15,2	1,5E-04*
Leiding lek ondergronds	400	L413	X60	15,2	1,5E-03**

* Voorstel modellering leidingbreuken binnen mijnbouwrichtingen (Concept), Eelke Kooi, d.d.17 mei 2009 .

**faalfrequentie afkomstig uit de HARI tabel 28

5.5.4 Overzicht LOC scenario's

Tabel 7: LOC scenario's systeem 5

nr	segment	scenario	consequentie	DN	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroom debiet (kg/s)	Uitstromings-tijd (s)
1	1.	Leiding breuk	transportleiding + 120 sec * debiet (BOP)	400	~91630	~595	~154
	2.	Leiding breuk	transportleiding + 120 sec * debiet (BOP)	400	~91409	~323	~283
	3.	Leiding breuk	transportleiding + 120 sec * debiet (BOP)	400	~91323	~219	~417
	4.	Leiding breuk	transportleiding + 120 sec * debiet (BOP)	400	~91674	~198	~463
	5.	Leiding breuk	transportleiding + 120 sec * debiet (BOP)	400	~91390	~190	~481
2	1.	Leiding breuk	Systeem (5 + 4) + 1800 sec * debiet (BOP)	400	~91630	~595	~154
	2.	Leiding breuk	Systeem (5 + 4) + 1800 sec * debiet (BOP)	400	~91409	~323	~283
	3.	Leiding breuk	Systeem (5 + 4) + 1800 sec * debiet (BOP)	400	~91323	~219	~417
	4.	Leiding breuk	Systeem (5 + 4) + 1800 sec * debiet (BOP)	400	~91674	~198	~463
	5.	Leiding breuk	Systeem (5 + 4) + 1800 sec * debiet (BOP)	400	~91390	~190	~481
3	n.v.t.	Leiding lek	Safeti bepaald	400	~19080	~10,6	~1800

Voor een volledig overzicht van de beschouwde LOC scenario's en gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 3.

5.5.5 Modelling

De pijpleiding is gemodelleerd als een route segment waarbij zich, afhankelijk van de leidinglengte, op elke 5 of 10 meter een ongevalscenario kan voordoen. De scenario's "breuk en lek van de leiding" zijn gemodelleerd als *line rupture model*.

Met betrekking tot het uitstroomdebiet is eveneens conform de QRA voor Heiligerlee [3] uitgegaan van uitstroomdebiet overeenkomstig de blowout potential van de caverne (= 186,5 kg/sec).

5.6 Insluitsysteem 9 A/ B: Aardgastoevoer naar mengstation

5.6.1 Installatieonderdelen

Systeem 9 A/ B bestaat uit de volgende onderdelen:

- Ondergrondse leiding 9B (lengte ~ 205 meter/ DN1200);
- Ondergrondse leiding 9A (lengte ~ 188 meter/ DN1200);
- Ondergrondse leiding 9B - 1 (lengte ~ 102 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding 9A - 1 (lengte ~ 104 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding 9B - 2 (lengte ~ 9 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding 9A - 2 (lengte ~ 9 meter/ DN900).

5.6.2 Procesconditie

Systeem 9 heeft de volgende procescondities:

- Aardgas systeem;
- Werkdruk: 70,6 barg
- Temperatuur: 15 °C.

5.6.3 Faalfrequenties

De faalfrequenties van de onderstaande leidingen (tabel 8) zijn afkomstig van de Gasunie. Uitgangspunt daarbij is dat deze faaldata voldoet aan de voorwaarden zoals genoemd in het conceptvoorstel [5] en daarmee zijn goedgekeurd door het RIVM.

Tabel 8: Faalfrequenties ondergrondse leiding systeem 9 A/ B

scenario	DN	SMYS	Materiaal	wanddikte (mm)	Frequentie (km/jr)
Leiding breuk ondergronds	1200A	L415	L415 MB	21,7	7,59E-08
Leiding lek ondergronds	1200B	L415	L415 MB	21,7	3,12E-06
Leiding breuk ondergronds	900A	L415	L415 MB	16,4	3,14E-07
Leiding lek ondergronds	900B	L415	L415 MB	16,4	6,32E-06

5.6.4 Overzicht LOC scenario's

Tabel 9: LOC scenario's systeem 9 A/ B

Nr.	scenario	consequentie	DN	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroomdebiet (kg/s)	Uitstromingstijd (s)
1.	Leiding breuk	uitstroming systeem 9 a (of b)*	1200	~60300	~13319	~4,53
2.	Leiding breuk	uitstroming systeem 9 a (of b)	900	~60300	~7492	~8,05
3.	leiding breuk	uitstroming systeem 9 a (of b) + terugstroming systeem 10 gedurende 120 sec**	1200	~60300	~13319	~4,53
4.	leiding breuk	uitstroming systeem 9 a (of b) + terugstroming systeem 10 gedurende 120 sec**	900	~60300	~7492	~8,05
5.	Leiding lek	uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	1200	~6660	~3,7	~1800
6.	Leiding lek	uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	900	~6660	~3,7	~1800

Voor een volledig overzicht van de beschouwde LOC scenario's en gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 3.

5.6.5 Modelling

Vanwege het grote aandeel van methaan in aardgas is methaan als representatief voor aardgas beschouwd.

De pijpleiding is gemodelleerd als een route segment waarbij zich, afhankelijk van de leidinglengte, op elke 5 of 10 meter een ongevalscenario kan voordoen. De scenario's "breuk en lek van de leiding" zijn gemodelleerd als *line rupture model*.

5.7 Insluitsysteem 10: Mengstation

5.7.1 Installatieonderdelen

Systeem 10 bestaat uit de volgende onderdelen:

- Ondergrondse leiding (lengte ~353 meter/ DN1200);
- Ondergrondse leiding DN900 – 1 (lengte ~ 44 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding DN900 – 2 (lengte ~ 44 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding DN900 – 3 (lengte ~ 5 meter/ DN900);
- Ondergrondse leiding DN750 – 1 (lengte ~ 32 meter/ DN750);
- Ondergrondse leiding DN750 – 2 (lengte ~ 10 meter/ DN750);
- Ondergrondse leiding DN750 – 3 (lengte ~ 26 meter/ DN750);
- Bovengrondse leiding (lengte ~ 67 meter/ DN400);
- Bovengrondse leiding (lengte ~ 34 meter/ DN200).

5.7.2 Procesconditie

Systeem 10 heeft de volgende procescondities:

- Aardgas systeem;
- Werkdruk: 70,6 barg;
- Temperatuur: 15 °C.

5.7.3 Faalfrequenties

De faalfrequenties van de onderstaande leidingen (tabel 10) zijn afkomstig van de Gasunie. Uitgangspunt daarbij is dat deze faaldata voldoet aan de voorwaarden zoals genoemd in het conceptvoorstel [5] en daarmee zijn goedgekeurd door het RIVM.

Tabel 10: Faalfrequenties onder- en bovengrondse leidingen systeem 10

scenario	DN	SMYS	Materiaal	wanddikte (mm)	Frequentie (km/jr)
leiding breuk ondergronds	1200	L415	L415 MB	21,7	7,59E-08
Leiding lek ondergronds	1200	L415	L415 MB	21,7	3,12E-06
leiding breuk ondergronds	900	L415	L415 MB	16,4	3,14E-07
Leiding lek ondergronds	900	L415	L415 MB	16,4	6,32E-06
leiding breuk ondergronds	750	L415	L240 NB/ MB	13,8	5,78E-07
Leiding lek ondergronds	750	L415	L240 NB/ MB	13,8	8,37E-06
leiding breuk bovengronds	400	L240	L240 NB/ MB	14,2	7,74E-07
Leiding lek bovengronds	400	L240	L240 NB/ MB	14,2	0,00+00*
leiding breuk bovengronds	200	L240	L240 NB/ MB	7,9	2,26E-06
Leiding lek bovengronds	200	L240	L240 NB/ MB	7,9	1,01E-05

* Door Gasunie is aangegeven dat een lekkage van de pijpleiding met een gat ter grootte van 40 mm (=10% van de leidingdiameter, conform HARI [2]) niet optreedt.

5.7.4 Overzicht LOC scenario's

Tabel 11: LOC scenario's systeem 10

Nr.	scenario	consequentie	DN	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroomdebiet (kg/s)	Uitstromingstijd (s)
1.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	200	~60650	~3700	~164
2.	leiding lek	Uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	200	~6660	~3,7	1800
3.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	400	~60650	~1480	~41
4.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	750	~60650	~5203	~12
5.	leiding lek	Uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	750	~6660	~3,7	1800
6.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	900	~60650	~7492	~8
7.	leiding lek	Uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	900	~6660	~3,7	1800
8.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	1200	~60650	~13319	~4,5
9.	Leiding lek	Uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald	1200	~6660	~3,7	1800

Voor een volledig overzicht van de beschouwde LOC scenario's en gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 3

5.7.5 Modellerings

Vanwege het grote aandeel van methaan in aardgas is methaan als representatief voor aardgas beschouwd.

De pijpleiding is gemodelleerd als een route segment waarbij zich, afhankelijk van de leidinglengte, op elke 5 of 10 meter een ongevalsscenario kan voordoen. De scenario's "breuk en lek van de leiding" zijn gemodelleerd als *line rupture model*.

5.8 Insluitsysteem 11: Retour-/ opstartleiding

5.8.1 Installatieonderdelen

Systeem 11 bestaat uit de volgende onderdelen:

- Ondergrondse leiding (lengte ~ 19 meter/ DN300).

5.8.2 Procesconditie

Systeem 11 heeft de volgende procescondities:

- Aardgas systeem;
- Werk druk: 66,2 barg;
- Temperatuur: 15 °C;

5.8.3 Faalfrequenties

De faalfrequenties van de onderstaande leidingen (tabel 12) zijn afkomstig van de Gasunie. Uitgangspunt daarbij is dat deze faaldata voldoet aan de voorwaarden zoals genoemd in het conceptvoorstel [5] en daarmee zijn goedgekeurd door het RIVM.

Tabel 12: Faalfrequenties ondergrondse leiding systeem 11

scenario	DN	SMYS	Materiaal	wanddikte (mm)	Frequentie (km/jr)
Leiding breuk ondergronds	300	L240	L240 NB/ MB	11	9,95-06
Leiding lek ondergronds	300	L240	L240 NB/ MB	11	0,00E+00*

* Door Gasunie is geen frequentie voor een leiding lekkage opgegeven op basis waarvan is uitgegaan van een frequentie van 0,00E+00.

5.8.4 Overzicht LOC scenario's

Tabel 13: LOC scenario's systeem 11

Nr.	scenario	consequentie	DN	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Uitstroomdebiet (kg/s)	Uitstromingstijd (s)
1.	leiding breuk	systeem 10 + 120 sec * 1,5 * debiet	300	~7924,3	~727	~10,9
2.	leiding breuk	Systeem (10+11) + toevoer gedurende 120 sec	300	~8271	~727	~11,4

Voor een volledig overzicht van de beschouwde LOC scenario's en gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 3

5.8.5 Modelling

Vanwege het grote aandeel van methaan in aardgas is methaan als representatief voor aardgas beschouwd.

De pijpleiding is gemodelleerd als een route segment waarbij zich, afhankelijk van de leidinglengte, op elke 5 of 10 meter een ongevalsscenario kan voordoen. De scenario's "breuk en lek van de leiding" zijn gemodelleerd als *line rupture model*.

5.9 Algemene aannames

Met betrekking tot de LOC scenario's die beschreven staan in de paragrafen 5.2 tot en met 5.8 zijn de volgende algemene aannames gemaakt:

1. De automatische afsluiters (kans op falen is 0,001) en terugstroomklep (kans op falen is 0,06) zijn beschouwd als veiligheidssystemen. Door deze systemen kan in geval van een LOC scenario de totale uitstromingshoeveelheid worden beperkt (zie bijlage 4). De faalfrequenties van deze automatische afsluiters en terugstroomkleppen zijn afkomstig uit de HARI [2];
2. Automatische kleppen werken los van elkaar en daarom wordt het gelijktijdig falen van de automatische afsluiters is niet beschouwd;
3. De reactietijd van een automatische afsluiter is 120 seconden, dit gegeven is gebaseerd op de HARI [2];
4. Een terugstroomklep sluit instantaan wanneer terugstroming plaatsvindt;
5. Bij het falen van een automatische afsluiter is de massa van het aangrenzende systeem ook meegenomen in de beschouwing;
6. In geval van een leidingbreuk is een extra massa opgeteld bij de massa van het betreffende stikstof insluitsysteem zodat rekening is gehouden met de maximale uitstrominghoeveelheid. Deze extra massa is 1.5 keer het debiet van het betreffende systeem, gedurende 120 seconden (in geval dat de automatische afsluiter werkt), of 1800 seconden (als automatische afsluiter faalt). De periode van 1800 seconden is conform de HARI gekozen in verband met de maximale blootstellingduur van 30 minuten voor toxische stoffen. Voor het aardgas systeem geldt dat de maximale effecten al bereikt worden in zeer korte tijd (20 seconden) waardoor de uitstroming van 1800 seconden niet relevant is;
7. Scenario's waarbij de berekende kans van optreden kleiner is dan $1 \cdot 10^{-10}$ per jaar zijn niet beschouwd in de QRA;
8. Domino effecten als gevolg van interne of externe oorzaken zijn niet meegenomen in deze QRA;
9. De blootstellingduur voor brandbare stoffen bedraagt 20 seconden en voor toxische stoffen 30 minuten.

6 Algemene uitgangspunten voor de modellering

In dit hoofdstuk zijn de additionele uitgangspunten beschreven die gehanteerd zijn ten behoeve van de modellering van de LOC scenario's in Safeti.NI [1].

6.1 Kans op ontsteking van brandbare stoffen

Met betrekking tot de ontsteking van brandbare stoffen is onderscheidt gemaakt tussen directe ontsteking (1) en vertraagde ontsteking (2).

Ad 1) Directe ontsteking

In deze studie is het gas gemodelleerd als methaan. Tabel 19 laat de kans op ontsteking van methaan zien volgens de HARI [2].

Tabel 14 Ontstekingskansen voor methaan [2]

Bron		Stof
Continue uitstroming	Instantaan vrijkomen	Methaan
< 10 [kg/s]	< 1000 [kg]	0,02
10-100 [kg/s]	1000-10000 [kg]	0,04
> 100 [kg/s]	> 10000 [kg]	0,09

Ad 2) Vertraagde ontsteking

Met betrekking tot de vertraagde ontsteking is de 'vrije veld' methode gehanteerd. Dit wil zeggen dat ontsteking plaats vindt op het tijdstip waarbij de wolk zijn maximale omvang heeft bereikt.

6.2 Letaliteit criteria

6.2.1 Methaan

De Letaliteit effecten voor methaan zijn bepaald aan de hand van de probit relatie voor warmte straling conform de HARI. Hieronder een overzicht van relevante letaliteit criteria voor deze QRA:

Directe ontsteking, zie gebeurtenissenboom vrijkomen brandbaar gas, HARI [2]

1%	10kW/m ²	(jetfire)
100%	35kW/m ²	(jetfire)

Vertraagde ontsteking, zie gebeurtenissenboom vrijkomen brandbaar gas, HARI [2]

100%	direct vlam contact	(flash fire)
------	---------------------	--------------

Overdruk effecten; voor het groepsrisico is aangenomen dat bij een explosie 100% letaliteit optreedt voor een overdruk van minimaal 0,3 bar. Voor een overdruk tussen 0,3 en 0,1 bar bedraagt het letaliteitpercentage 2,5 % gebaseerd op het overlijden van personen als gevolg van het instorten van het huis/ bouwwerk.

Voor het plaatsgebonden risico treedt uitstuitend 100 % letaliteit op bij een overdruk van minimaal 0,3 bar.

6.2.2 Stikstof

Voor de modellering van de effecten met betrekking tot het vrijkomen van stikstof is aangesloten bij de uitgangspunten van de QRA voor Heiligerlee. De relevante uitgangspunten zijn hieronder samengevat.

In een QRA wordt conform de HARI [2] uitgegaan van een maximale tijdsduur van 1800 seconden. Deze tijdsduur heeft betrekking op het vrijkomen van toxische stoffen. Voor deze stoffen wordt namelijk uitgegaan van een maximale duur van de blootstelling van 30 minuten. De effecten die na deze tijdsduur plaatsvinden worden derhalve niet beschouwd.

Stikstof is een inerte stof die als 'niet toxisch' is geclassificeerd. Het vrijkomen van stikstof kan daarentegen wel resulteren in letaliteit onder de blootgestelde personen als gevolg van zuurstofverdringing (asphyxiatie). Om die reden is in de QRA gekeken naar de consequenties van het vrijkomen van stikstof. Daarbij is gebruikt gemaakt van de in de HARI [2] genoemde probit functie, te weten:

$$Pr = -65,7 + \ln(C^{5,2} \times t)$$

Waarin:

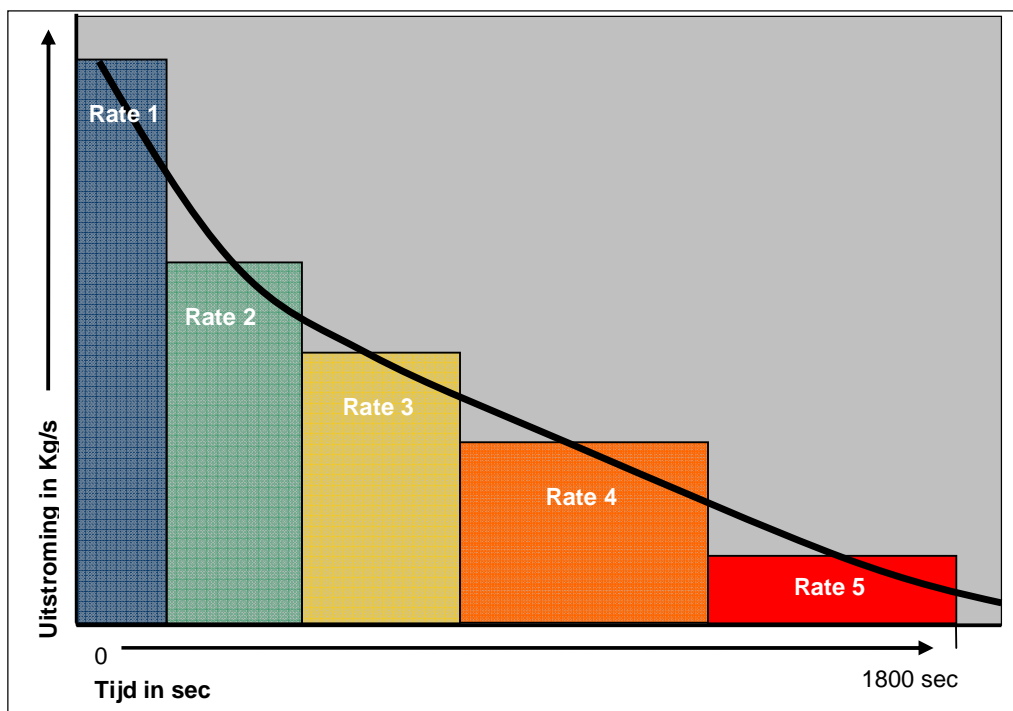
Pr = probitwaarde behorende bij de overlijdenskans (-)

t = blootstellingduur (min)

C = concentratie op tijdstip t (ppm)

Bij (de modellering van) een uitstroming van stikstof speelt, in tegenstelling tot een brandbare stof⁽³⁾, niet de initiële uitstroming een grote rol in het uiteindelijke effect maar de totale dosis (= concentratie x tijdsduur) waaraan personen worden blootgesteld. Dit betekent dat eveneens de duur van de uitstroming relevant is. Om die reden is bij berekeningen die zijn uitgevoerd met het zogenaamde 'long pipeline model' uitgegaan van een multiple rate. Dit houdt in dat er gerekend wordt met een tijdsafhankelijke uitstroming in 5 stappen. Hiervoor is gekozen omdat de uitstroming in parameters (temperatuur, uitstroomhoeveelheid, uistroomsnelheid) sterk varieert in de tijd zoals is afgebeeld in Figuur 3.

⁽³⁾ Voor de uitstroming van een brandbare stof geldt dat het effectgebied grotendeels wordt bepaald door de hoogte van de initiële uitstroming.



Figuur 3: Schematische weergave "multiple rate" uitstroming uit een lange pijpleiding

6.3 Weergegevens

De weersgegevens die gebruikt zijn in deze QRA zijn afkomstig van weerstation Eelde en worden representatief geacht voor de locatie Zuidbroek.

De verdere atmosferische gegevens die zijn gebruikt zijn afkomstig uit Safeti_NL en kunnen worden gezien als standaard waarden:

- Temperatuur 12 °C overdag en 8 °C gedurende de nacht;
- Druk 1,0155 bar overdag en gedurende de nacht;
- Luchtvochtigheid 76,5% overdag en 86,3% gedurende de nacht.

6.4 Uitstromingsrichting

Voor bovengrondse pijpleidingen is de uitstroming in horizontale richting gemodelleerd, voor ondergrondse pijpleidingen is uitgegaan van een verticale de uitstromingsrichting één en ander conform de HARI [2].

6.5 Ruwheidslengte van de omgeving

De omgeving van het stikstof mengstation kan worden aangeduid als een bosrijke, agrarische omgeving. Daarom is een waarde van 30 mm gekozen als ruwheidslengte met betrekking tot de dispersie van vrijgekomen aardgas / stikstof.

6.6 Bevolkingsgegevens

De dichtstbijzijnde bebouwing is gelegen op 1100 meter ten noorden van het mengstation "Zuidbroek". Omdat deze afstand groter is dan het invloedsgebied, is het niet nodig om deze bevolkingsgegevens nader te specificeren.

7 Resultaten

Risico wordt bepaald door twee aspecten, te weten de gevolgen van mogelijke ongevallen (effecten) en de frequentie waarmee die gevolgen optreden. Het risico wordt uitgedrukt in het plaatsgebonden risico en het groepsrisico.

Het risico voor de inrichting van Zuidbroek is berekend met behulp van het software programma Safeti_NL versie 6.53.1.

7.1 Plaatsgebonden risico

7.1.1 Inleiding

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans per jaar dat een willekeurig persoon die zich, onbeschermd, continu op een locatie buiten een inrichting met gevaarlijke stoffen bevindt, dodelijk getroffen wordt door een ongewoon voorval binnen deze inrichting. Het PR houdt geen rekening met de vraag of er daadwerkelijk personen in de omgeving aanwezig zijn.

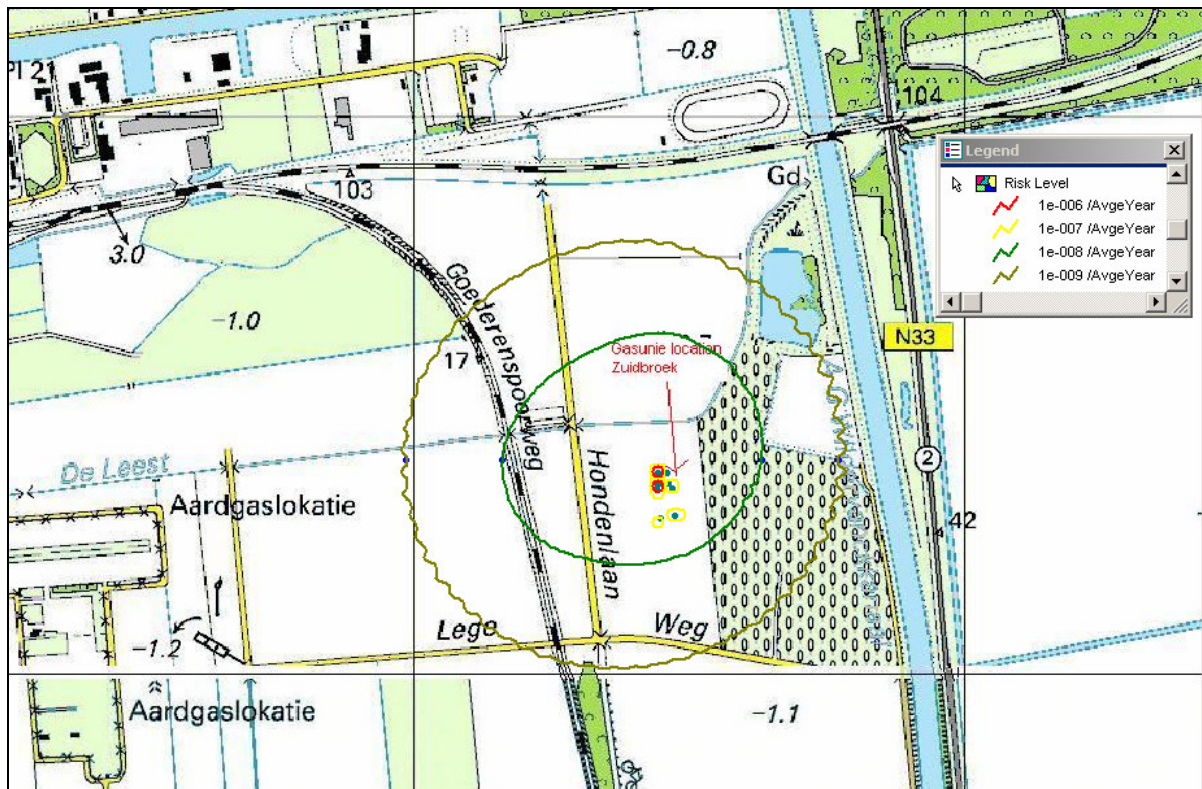
Het PR wordt gepresenteerd door middel van contouren die plaatsen verbinden met een gelijk risico rondom de activiteiten met gevaarlijke stoffen.

7.1.2 Risiconormering

De grenswaarden voor het PR komt voort uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi). Deze grenswaarde voor het plaatsgebonden risico is gesteld op een niveau van 10^{-6} per jaar [2]. Dit wil zeggen dat voor nieuwe situaties de grenswaarde wordt overschreden indien zich woningen of gevoelige objecten (ziekenhuizen, e.d.) bevinden tussen de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour en de terreingrens (het hekwerk).

7.1.3 Plaatsgebonden risico locatie Zuidbroek

Op basis van de beschouwde scenario's is met behulp van Safeti-NL [1] een berekening uitgevoerd voor het plaatsgebonden risico. De resultaten van deze berekening zijn in Figuur 4 weergegeven.



Figuur 4: PR contouren voor de locatie Zuidbroek

Uit Figuur 4 blijkt dat de berekeningen geen PR 10^{-6} per jaar contour buiten de terreingrens opleveren. De inrichting voldoet daarmee aan de in het Bevi gestelde eisen. Dit geldt ook voor de PR 10^{-7} per jaar contour.

De weergegeven PR 10^{-8} en 10^{-9} per jaar contouren bevinden zich op respectievelijk circa 200 en circa 300 meter afstand van de terreingrens. Met behulp van zogenaamde risico ranking punten is vervolgens nagegaan welke ongevalsscenario's bijdragen aan de ligging van deze contouren. Het resultaat hiervan is in Tabel 15 weergegeven.

Tabel 15: Risk ranking points 10^{-8} en 10^{-9} PR contour ten Oosten en Westen van locatie Zuidbroek.

Risk Ranking Points	Scenario		Risicobijdrage (%)	
			Individueel	Cummulatief
10-8 PR contour Oost	10-1	leiding breuk	63,4	63,4
	9-1		26,6	90,0
	10-2		4,0	94,0
	10-3		4,0	98,0
	9-2		1,7	99,7
	overige		0,3	100,0
10-8 PR contour West	10-1	leiding breuk	62,0	62,0
	9-1		28,1	90,1
	10-2		4,0	94,0
	10-3		4,0	98,0
	9-2		1,8	99,8
	overige		0,2	100,0
10-9 PR contour Oost	9-1	leiding breuk	74,3	74,3
	10-1		18,5	92,8
	9-2		4,7	97,5
	10-2		1,2	98,7
	10-3		1,2	99,9
	overige		0,1	100,0
10-9 PR contour West	9-1	leiding breuk	49,6	49,6
	10-1		41,9	91,5
	9-2		3,2	94,7
	10-2		2,7	97,3
	10-3		2,7	100,0

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de berekende contouren worden bepaald door een leidingbreuk in de systemen 9 en 10.

7.1.4 Invloedsgebied

Op verzoek van de Gasunie zijn in de rapportage geen effectafstanden weergegeven.

7.1.5 Groepsrisico

7.1.6 Inleiding

Het groepsrisico (GR) is de kans per jaar dat een groep van (meer dan) N personen wordt gedood door een ongeval binnen de inrichting. Het GR brengt de actuele bevolkingsdichtheid rond de activiteit in rekening.

Het groepsrisico wordt gepresenteerd m.b.v. een fN curve waarin de kans op een dergelijk ongeval staat uitgezet tegen de aantallen dodelijke slachtoffers (N).

7.1.7 Risiconormering

Voor het groepsrisico geldt geen 'harde' norm maar een oriënterende waarde. Dit betekent dat het bevoegde gezag in bepaalde situaties een overschrijding van de oriënterende waarde, mits gemotiveerd, kan toestaan. Voor een groep van tenminste 10 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-5} per jaar. Voor een n maal groter aantal slachtoffers is de bijbehorende frequentie een factor n^2 lager (met andere woorden: voor een aantal van 100 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-7} per jaar).

7.1.8 Groepsrisico locatie Zuidbroek

Vanwege het feit dat zich binnen het invloedsgebied als gevolg van een ongewenste gebeurtenis binnen de inrichting op Zuidbroek geen bevolking bevindt, kan worden geconcludeerd dat er sprake is van een verwaarloosbaar groepsrisico.

8 Conclusies

Tebodin Consultants & Engineers heeft een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd voor het stikstofmengstation op de locatie Zuidbroek.

Deze kwantitatieve risico analyse is uitgevoerd volgens de richtlijnen uit de HARI en berekend met behulp van het geünificeerde risicoanalyse pakket Safeti-NL. Verder wordt ten aanzien van de faalfrequenties voor de LOC scenario's voor binnen de inrichting aanwezige pijpleidingen voor het transport van aardgas aangesloten bij door Gasunie beschikbaar gestelde faaldata. Het uitgangspunt daarbij is dat de door de Gasunie aangeleverde faaldata voldoen aan de voorwaarden genoemd in het conceptvoorstel "modellering leidingbreuken binnen mijnbouwinstallaties" Eelke Kooi (RIVM), d.d. 17 Mei en daarmee door het RIVM zijn goedgekeurd. Voor de stikstofleidingen is eveneens gebruik gemaakt van het conceptvoorstel van het RIVM en de bijbehorende aanvulling [5]. Een uitzondering hierop betreft het scenario "lekkage ondergrondse leiding". Voor dit scenario wordt door het ontbreken van een exacte waarde in het voorstel aangesloten bij de faalfrequentie uit de HARI [2].

In de QRA zijn de volgende installatie systemen beschouwd:

- Systeem 1: Air Separation Unit oftewel ASU;
- Systeem 2: leiding van de ASU naar de Nitrogen Compressor Unit (N-CU);
- Systeem 3: N-CU;
- Systeem 5: stikstoftransportleiding DN300 van en naar Heiligerlee;
- Systeem 9: Gas toevoer naar de mengstraat;
- Systeem 10: De mengstraat;
- Systeem 11: Opstart/ retourleiding.

Op basis van de beschouwde scenario's is met behulp van Safeti-NL [1] een berekening uitgevoerd voor het plaatsgebonden risico. Uit de resultaten van de risicoberekening blijkt echter dat er geen sprake is van een PR 10^{-6} contour waardoor de inrichting voldoet aan de in het Bevi gestelde eisen.

Vanwege het feit dat zich binnen het invloedsgebied – als gevolg van een ongewenste gebeurtenis binnen de inrichting – geen bevolking bevindt, kan worden geconcludeerd dat er sprake is van een verwaarloosbaar groepsrisico.

Referenties

- [1] Safeti_NL versie 6.53.1
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Bevi, RIVM/ CEV versie 3 dd. 1 januari 2009
- [3] Kwantitatieve risicoanalyse locatie Heiligerlee, Tebodin rapport 38719.22 - 3318004
- [4] Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi)
Staatscourant, 10 juni 2004
- [5] Voorstel modellering leidingbreuken binnen mijnbouwinstallaties (Concept), Eelke Kooi (RIVM), d.d. 17 mei 2009.

Voorstel nieuwe indeling leidingen binnen BRZO inrichtingen en mijnbouwinstallaties
Email van Eelke Kooi (RIVM) dd. 27-05-2009

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2
Datum: 4 juni 2009
Pagina: 32 van 34

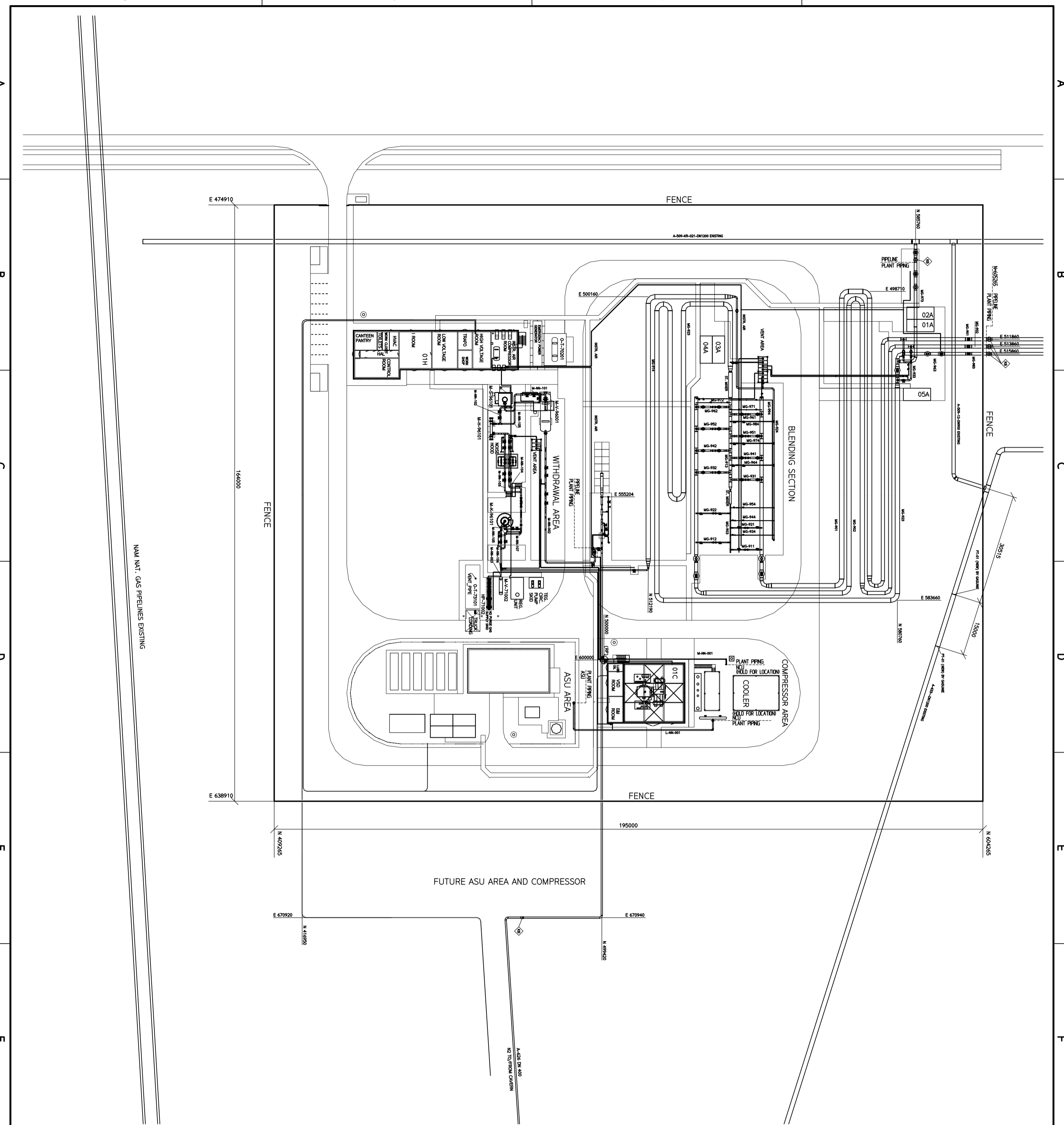
Bijlage 1: Plotplan locatie Zuidbroek

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2
Datum: 4 juni 2009
Pagina: 33 van 34

Bijlage 2: De Subselectie

Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318 002
Revisie: 2
Datum: 4 juni 2009
Pagina: 34 van 34

Bijlage 3: LOC scenario's



PLANT NORTH

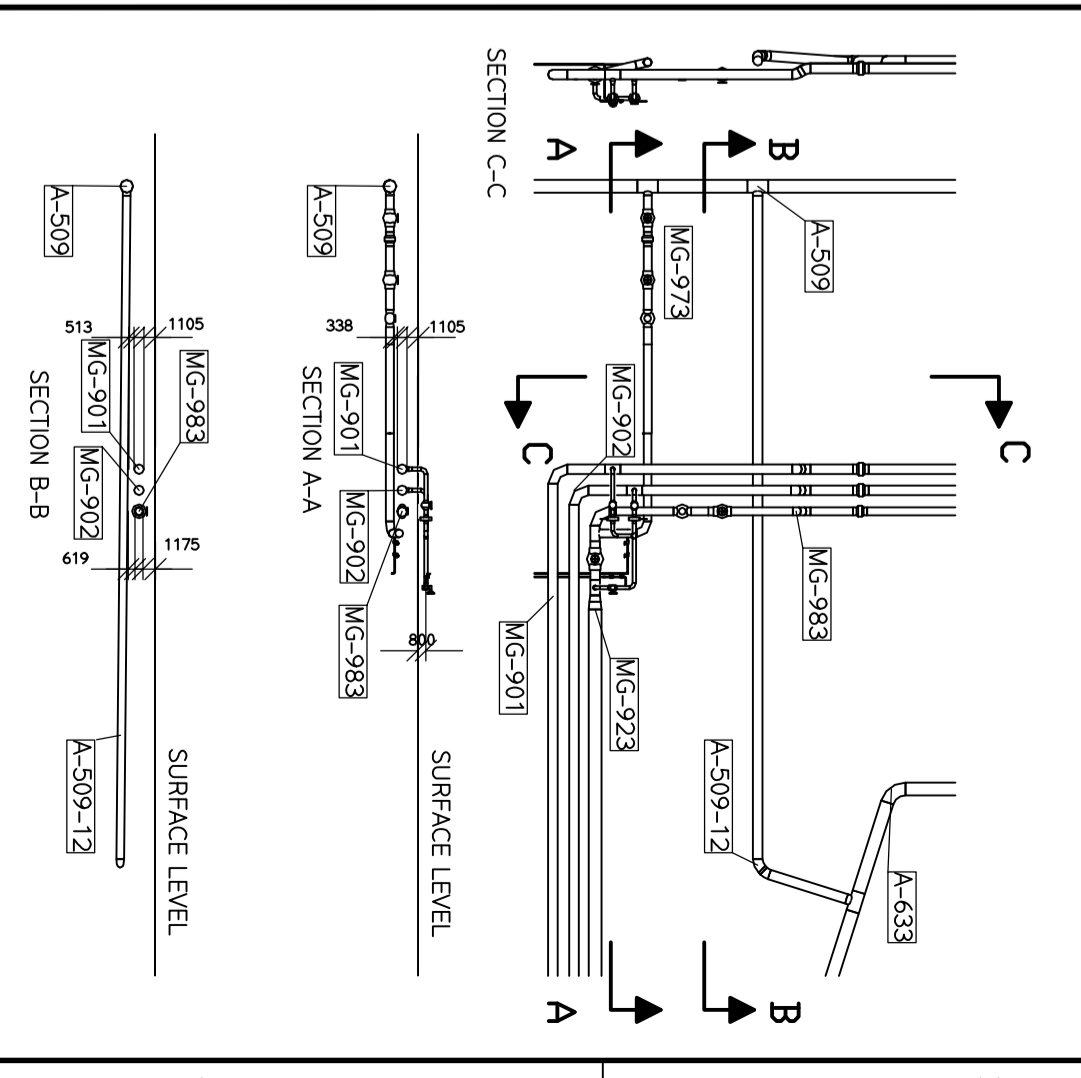
270°

45851°

30°

REFERENCE POINT (RP) = N 500.000 = RD X 255.446.101
 E 600.000 = RD Y 575.308.254
 SURFACE LEVEL: 100.000 = -0.800 NAP (= MAANVELD)
 MG-901 & MG-902 = -1.905 NAP
 MG-983 = -1.975 NAP

SITUATION CROSSING GAS PIPELINES
 MG-901 & MG-902 = -1.905 NAP
 MG-983 = -1.975 NAP



REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
0	27-02-09	Original / Extended Basic Design	MBS	BWR

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
0	27-02-09	Original / Extended Basic Design	MBS	BWR

TEBODIN
 Consultants & Engineers

gasunie

Plotplan
 Location Zuidbroek

N.V. NEDERLANDSE GASUNIE
 PEAK SHAVING INSTALLATION - MENGSTATION ZUIDBROEK

Scale	1:500
Drawn by	AI
Checked by	37/23
Drawn by	00
Checked by	28/2001
Drawn by	01
Checked by	0

Tebodin B.V.

Drienerstate, P.C. Hooftlaan 56 • 7552 HG Hengelo

Postbus 233 • 7550 AE Hengelo

Telefoon 074 249 64 96 • Fax 074 242 57 12

hengelo@tebodin.nl • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **Gasunie**

Project: **N2 peak shaving project**

Ordernummer: 39725.00

Documentnummer: 3318001

Revisie: 0

Auteur: S Weustenenk

Telefoon: 074 249 6226

Telefax: 074 249 62 15

E-mail: s.weustenenk@tebodin.nl

Datum: 10 februari 2009

Kwantitatieve Risico Analyse N2 Peak shaving project

- Sub selectie -

Tebodin B.V.

Ordernummer: 39725.00

Documentnummer: 3318001

Revisie: 0

Datum: 10 februari 2009

Pagina: 2 van 8

0	10-02-2009	Definitieve rapportage	S. Weustenenk	S. Elbers
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

Tebodin B.V.
Ordernummer: 39725.00
Documentnummer: 3318001
Revisie: 0
Datum: 10 februari 2009
Pagina: 3 van 8

	Inhoudsopgave	Pagina
1	Inleiding	4
2	Systeem inventarisatie	5
3	Effect berekeningen	7
4	Conclusie	8

1 Inleiding

Dit rapport maakt onderdeel uit van de kwantitatieve risico analyse (QRA) voor het stikstof meng station binnen de inrichting van de Gasunie op de locatie Zuidbroek. Het doel van dit rapport – de subselectie – is de insluitsystemen binnen deze inrichting aan te wijzen die bepalend zijn voor het externe risico. Insluitsystemen die geen bijdrage hebben op het externe risico hoeven op grond van deze systematiek niet te worden meegenomen in de QRA.

De gebruikte methodiek voor subselectie komt voort uit de HARI (Handreiking Risicoberekeningen, Bevi versie 3.0). Hierbij wordt de maximale effect afstand waarbij 1 % letaliteit optreed voor elk insluitsysteem vergeleken met de afstand tot de terreingrens. Indien de berekende effectafstand kleiner is dan de afstand tot aan de terreingrens kan geconcludeerd worden dat het betreffende scenario geen bijdrage levert aan het risico voor de omgeving.

2 Systeem inventarisatie

De subselectie heeft binnen de inrichting van de Gasunie locatie Zuidbroek betrekking op het stikstofsysteem. Systeemonderdelen die aardgas bevatten maken geen onderdeel van deze analyse uit omdat op voorhand is gesteld dat zowel een breuk als een lekkage van een bovengrondse aardgasleiding kan resulteren in een effect buiten de inrichting, evenals een breuk van een ondergrondse leiding.

Voor het stikstofsysteem is onderscheid gemaakt tussen de verschillende insluitsystemen op basis van de automatische afsluiters. Om deze insluitsystemen te bepalen is gebruikt gemaakt van de documenten genoemd in tabel 1.

Tabel 1: Gebruikte documenten voor het bepalen van de insluitsystemen

Document	Tekening nummer(s)	Revise	Datum
Pressure safety diagram	F-437-..... (geen nadere specificatie)	2	30-01-2009
PFD ASU, NCU and N2 drying	F-437-A-LS-900-001 sht 004 + sht 005	2	30-01-2009
PFD N2 peak installation	A-437-A-LS-900-001-sht 001 + sht 002	1-2	30-01-2009
PI&D N2 peak shaving installation	A-437-A-LS-900-002 sht 002 t/m sht 017	1-2	30-01-2009

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van insluitsystemen die zijn bepaald.

Tabel 2: overzicht van de insluitsystemen

Insluitsysteem	Beschrijving	Minimale P (barg)	maximale P (barg)	minimale T (°C)	maximale T (°C)	Volume (m ³)	Debiet (kg/s)	Stof	V (Nm3)
1	Air separation unit (ASU)	8		-180	35	40	0	N2	361
2	From ASU up to M-CU	8		10	35	2	5,55	N2	18
3	N2 compression unit (M-CU)	8	160	10	140	9	5,55	N2	2178
4	Flowline up to cavern and WD train	70	160	10	35	7	5,56	N2	1264
5	Flowline up to cavern (9,5 km)	70	160	45		0	65,97	N2	7916
6	HP section of WB train	70	160	5	45	61	71,53	N2	11369
7	LP section of WB train	71		15	30	31	71,53	N2	2443
8	Buffer	71		5	30	110	71,53	N2	8668

Tebodin B.V.

Ordernummer: 39725.00

Documentnummer: 3318001

Revisie: 0

Datum: 10 februari 2009

Pagina: 6 van 8

Om te kunnen bepalen wat het maximale volume is van de insluitsystemen tijdens de scenario's worden de volgende aannames gedaan:

1. Naast het stikstofvolume van de beschouwde systemen worden ook de volumes van de aansluitende insluitsystemen meegenomen;
2. De reactie tijd van de afsluiters wordt meegenomen door 120 seconden keer het doorstroomdebiet van het betreffende insluitsysteem op te tellen bij het totale volume, zoals bepaald onder 1;
3. De aanwezigheid van terugslagkleppen worden niet meegenomen in de berekeningen;
4. De uitstroming vindt altijd horizontaal plaats op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld.

Tabel 3: overzicht verlies aan massa (kg) per systeem unit

Insluitsysteem	Aansluitende insluitsystemen	Totale V (m ³)	Totale V (Nm ³)	Massa (kg)	Extra massa (kg)	Totale massa (kg)
1	1 + 2	42	379	474	0	474
2	1 + 2 + 3	51	2558	3197	666	3863
3	2 + 3 + 4	18	3460	4325	666	4991
4	3 + 4 + 5 + 6	77	22727	28409	667,2	29076
5*	4 + 5	7	9180	11475	7916,4	19391
6	4 + 6 + 7	99	15075	18844	8583,6	27428
7	6 + 7 + 8	202	22480	28100	8583,6	36683
8	7 + 8	141	11111	13889	8583,6	22472

* Het volume in de leiding van en naar Heiligerlee wordt niet volledig meegenomen in de effectberekeningen omdat het scenario 'instantaan falen' niet als realistisch gezien kan worden gezien de lengte van de leiding. Om die reden is gekozen het uitstroomdebiet keer 120 seconden mee te nemen als volume voor het betreffende insluitsysteem.

Het volume in Nm³ is berekend met de volgende formule:

$$V(Nm^3) = V(m^3) * P * \frac{(T + 273)}{(Z * 273)}$$

Z is daarbij de compressie factor (~1) en om de stikstof massa in kg te bepalen is uitgegaan van 1,25 kg/ Nm³.

3 Effect berekeningen

De effect afstand waarbij 1% letaliteit optreed is berekend met behulp van de geünificeerde rekenmethode SafetiNL (versie 6.53) voor de weercategorieën F1.5 en D5. Weerklasse D5 (neutraal weer met een windsnelheid van 5m/s0 is de meest voorkomende weerklasse terwijl weerklasse F1.5 (zeerstabiel weer met een windsnelheid van 1.5 m/s) de meest conservatieve windrichting is met betrekking tot de dispersie van een toxische gaswolk (grootste effect afstand).

Voor de effect berekeningen zijn de scenario's 'catastrofaal falen' en 'uitstroom in 10 minuten' beschouwd, dit volgens de HARI paragraaf 2.3.3. Daarnaast zijn ook de scenario's 'lek 10 mm' en 'lek 50 mm' beschouwd. Vervolgens is gekeken naar de effect afstanden van de insluitsystemen en de afstand hiervan tot de terreingrens. Deze afstanden zijn verkregen uit de plotplan locatie Zuidbroek van d.d. 4 februari 2009 en de situatie tekening 'toekomstig N2- mengstation Zuidbroek' van d.d. 10 november 2008.

Hieronder een overzicht van de scenario's, effect afstanden en de afstand tot de terreingrens voor alle insluitsystemen.

Tabel 4: Overzicht van effectafstanden en afstand tot terreingrens per insluitsysteem

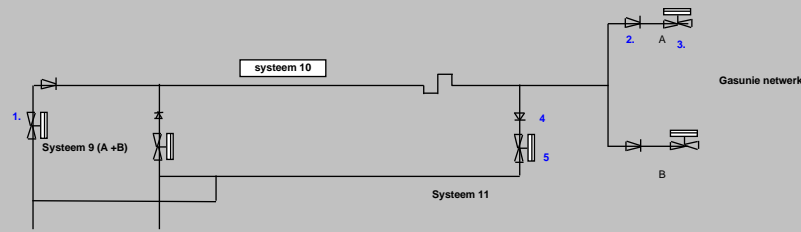
Insluitsysteem	Afstand 1% letaliteit (m)								Minimale afstand tot terreingrens (m)	Selectie in QRA
	Instantaan falen		10 min uitstroming		Lek 10 mm		Lek 50 mm			
	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5		
1	24	16	<1	<1	<1	<1	<1	<1	18	Ja
2	23	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1	20	Ja
3	23	13	<1	<1	<1	<1	<1	<1	23	Ja
4	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	41	Nee
5	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	Ja
6	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	51	Nee
7	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	77	Nee
8	23	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	24,2	nee

4 Conclusie

Op basis van de subselectie methode uit de HARI zijn in eerste instantie 8 insluitsystemen gedefinieerd waarbij voor elk insluitsysteem is gekeken naar de maximale effect afstand en de afstand tot de terreingrens. Hieruit is 4 systemen gekomen die mogelijk effecten hebben buiten de inrichtingsgrens:

- Systeem 1: Air Separation Unit (ASU)
- Systeem 2: Pipeline from ASU to Compressor Unit (M-CU)
- Systeem 3: Compressor Unit (M-CU)
- Systeem 5: Flowline to and from cavern.

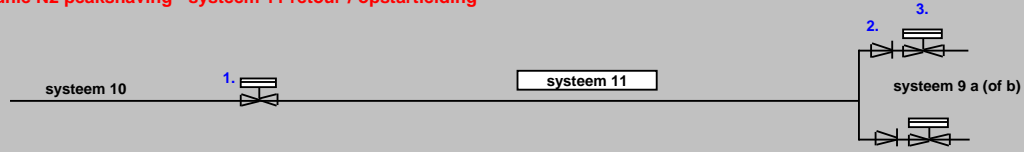
LOC scenario's Gasunie N2 peakshaving - systeem 10: Mengstation



scenarios	Gasunie netwerk					consequenties uitstroom	totale massa in kg.	Factor	Temperatuur (°C)	Druk (barg)	uitstromingsrichting	Leiding breuk (frequenties)										
	system 9 a (of b)	falen ROV 1.	falen check valve 2.	falen ROV 3.	falen check valve 4.							falen ROV 5.	DN200 L=34 m	DN400 L=67 m	DN750-1 L=32 m	DN750-2 L=27 m	DN750-3 L=27 m	DN900-1 L=44 m	DN900-2 L=44 m	DN900-3 L=5 m	DN1200 L=353 m	
1. Breuk leiding ondergronds frequentie (kmj) 200 5,78E-07 750 3,14E-07 800 7,59E-08 1200	system 9 a (of b)	falen ROV 1.	falen check valve 2.	falen ROV 3.	falen check valve 4.	falen ROV 5.	system 10 + toevoer van systeem 9 ged. 120 sec (***)	60650	8,83E-01	15	70,6	verticaal/ horizontaal	6,78E-08	4,58E-08	1,63E-08	1,89E-08	1,38E-08	1,22E-08	1,35E-09	2,37E-08		
							system 10 + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11 gedurende 120 sec (***)	60650	5,63E-02	15	70,6	verticaal/ horizontaal	4,33E-09	2,92E-09	1,04E-09	1,20E-09	8,78E-10	7,78E-10	7,78E-10	8,84E-11	1,51E-09	
							system (10+11) + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11 gedurende 120 sec (***)	n.v.t., f < 1E-10	5,63E-05	15	70,6	verticaal	1,26E-02	6,38E-02	3,89E-03	3,89E-03	2,80E-03	2,80E-03	2,80E-03	2,80E-03	1,37E-03	
							system 10 + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	60650	5,63E-02	15	70,6	verticaal	4,33E-09	2,92E-09	1,04E-09	1,20E-09	8,78E-10	7,78E-10	7,78E-10	8,84E-11	1,51E-09	
							system 10 + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11/ terugstroming uit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	N.v.t., f < 1E-10	3,59E-03	15	70,6	verticaal/ horizontaal	2,76E-10	1,86E-10	6,65E-11	7,68E-11	5,60E-11	4,96E-11	4,96E-11	5,64E-12	9,62E-11	
							system (10+11)+ toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11/ terugstroming uit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	N.v.t., f < 1E-10	3,59E-06	15	70,6	verticaal	8,03E-04	4,97E-03	2,48E-04	2,48E-04	2,48E-04	1,78E-04	1,78E-04	1,78E-04	8,73E-05	
							Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	5,63E-05	15	70,6	verticaal	4,33E-12	2,92E-12	1,04E-12	1,20E-12	8,79E-13	7,78E-13	7,78E-13	8,85E-14	1,51E-12	
							Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,59E-06	15	70,6	verticaal	2,76E-13	1,86E-13	6,65E-14	7,68E-14	5,61E-14	4,96E-14	4,96E-14	5,64E-15	9,63E-14	
							Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,60E-09	15	70,6	verticaal	2,76E-16	1,87E-16	6,65E-17	7,69E-17	5,61E-17	4,97E-17	4,97E-17	5,65E-18	9,64E-17	
							Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	5,64E-08	15	70,6	verticaal	4,33E-15	2,92E-15	1,04E-15	1,21E-15	8,80E-16	7,79E-16	7,79E-16	8,85E-17	1,51E-15	
							Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	5,63E-05	15	70,6	verticaal	4,33E-12	2,92E-12	1,04E-12	1,20E-12	8,79E-13	7,78E-13	7,78E-13	8,85E-14	1,51E-12	
							2. Breuk leiding bovengronds frequentie (kmj) 2,26E-06 200 7,74E-07 400	system 9 a (of b)	falen ROV 1.	falen check valve 2.	falen ROV 3.	falen check valve 4.	falen ROV 5.	system 10 + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11/ terugstroming uit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	N.v.t., f < 1E-10	8,84E-04	15	70,6	verticaal	6,79E-11	4,58E-11	1,63E-11
system 10 + toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11/ terugstroming uit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	N.v.t., f < 1E-10	5,63E-05	15	70,6	verticaal	4,33E-12								2,92E-12	1,04E-12	1,20E-12	8,79E-13	7,78E-13	7,78E-13	8,85E-14	1,51E-12	
system (10+11)+ toevoer vanuit systeem 9 / terugstroming vanuit systeem 11/ terugstroming uit Gasunie net gedurende 120 sec (***)	N.v.t., f < 1E-10	5,64E-08	15	70,6	verticaal	4,33E-15								2,92E-15	1,04E-15	1,21E-15	8,80E-16	7,79E-16	7,79E-16	8,85E-17	1,51E-15	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	5,63E-05	15	70,6	verticaal	4,33E-12								2,92E-12	1,04E-12	1,20E-12	8,79E-13	7,78E-13	7,78E-13	8,85E-14	1,51E-12	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,59E-06	15	70,6	verticaal	2,76E-13								1,86E-13	6,65E-14	7,68E-14	5,61E-14	4,96E-14	4,96E-14	5,64E-15	9,63E-14	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,60E-09	15	70,6	verticaal	2,76E-16								1,87E-16	6,65E-17	7,69E-17	5,61E-17	4,97E-17	4,97E-17	5,65E-18	9,64E-17	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	5,64E-08	15	70,6	verticaal	4,33E-15								2,92E-15	1,04E-15	1,21E-15	8,80E-16	7,79E-16	7,79E-16	8,85E-17	1,51E-15	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,60E-09	15	70,6	verticaal	2,76E-16								1,87E-16	6,65E-17	7,69E-17	5,61E-17	4,97E-17	4,97E-17	5,65E-18	9,64E-17	
Niet relevant, f < 1e-10	N.v.t., f < 1E-10	3,60E-12	15	70,6	verticaal	2,77E-19								1,87E-19	6,66E-20	7,70E-20	5,62E-20	4,97E-20	4,97E-20	5,65E-21	9,65E-20	
Uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald		60650	1	15	70,6	verticaal/ horizontaal								3,43E-07	0,00E+00	2,68E-07	3,10E-07	2,26E-07	2,78E-07	2,78E-07	3,16E-08	1,10E-06

* Opmerking: De DN200 en 400 leidingen worden tezamen gemodelleerd. Daarnaast zijn deze leidingen bovengronds en is de faalfrequentie van DN200 bovengronds is nog niet bekend.
 ** Bij de controle van de resultaten is geconstateerd dat in systeem 10 - tussen de tie in met de opstart/ retourleiding - eveneens een ROV is gepositioneerd. Deze ROV verlaagt de kans op terugstroming vanuit het Gasunie netwerk. In de QRA is deze klep niet meegenomen op grond waarvan de resultaten als conservatief kunnen worden beschouwd.
 (*) De uitstroming is gebaseerd op 1,5 * nominale debiet gedurende 120 sec (de factor 1,5 compenseert voor het wegvallen van tegendruk waardoor er een toename in debiet optreedt). Eveneens is hierin terugstroming verdisconteerd.

LOC scenario's Gasunie N2 peakshaving - systeem 11 retour-/ opstartleiding



scenario's	systeem 10			systeem 9 a (of b)			Consequenties	totale massa in kg.	Factor	Temperature (°C)	Pressure (barg)	Direction	Frequentie leiding-						
	falen ROV 1.	Falen Check Valve 2.	Falen ROV 3.	breuk															
1. breuk leiding (Ondergronds)	N	N	9,40E-01	systeem 11 + toevoer vanuit systeem 10 gedurende 120 sec (*)			7921	9,E-01	15	62,2	Verticaal	DN300-1 L= 15	DN300-2 L= 15						
			9,99E-01	N	9,99E-01	systeem 11 + toevoer vanuit systeem 10 / terugstroming vanuit systeem 9 a(b) gedurende 120 (*)			7921	6,E-02	15	62,2	Verticaal	1 8,94E-09	1 8,94E-09				
			6,00E-02	Y	1,00E-03	systeem 11 + toevoer vanuit systeem 10 / terugstroming vanuit systeem 9 a(b) gedurende 120 (**)			n.v.t., f < 1E-10	6,E-05	15	62,2	Verticaal	6,38E-02	6,38E-02				
			9,40E-01	Y	1,00E-03	systeem (11+ 10) + toevoer vanuit systeem 10 gedurende 120 (*)			8271	9,E-04	15	62,2	Verticaal	1,40E-10	1,40E-10				
	Y	N	Y	9,99E-01	systeem (11 + 10) + toevoer vanuit systeem 10 / terugstroming vanuit systeem 9 a(b) gedurende 120 (*)			n.v.t., f < 1E-10	6,E-05	15	62,2	Verticaal	1,00E-03	1,00E-03					
				6,00E-02	Y	1,00E-03	systeem (11+10) + toevoer vanuit systeem 10 / terugstroming vanuit systeem 9 a(b) gedurende 120 (**)			n.v.t., f < 1E-10	6,E-08	15	62,2	Verticaal	8,96E-15	8,96E-15			
				frequentie(***) 9,95E-06 DN300															
				frequentie(***) 0,00E+00 DN300															
2. Lek leiding (Ondergronds)																			
frequentie(***) 0,00E+00 DN300																			
uitstroming van gas wordt door Safeti bepaald													7921	1	15	62,2	Verticaal	0,00E+00	0,00E+00

(*) De uitstroming is gebaseerd op 1,5 * nominale debiet gedurende 120 sec (de factor 1,5 compenseert voor het wegvallen van tegendruk waardoor er een toename in debiet optreedt). Eveneens is hierin terugstroming verdisconteerd.
 (**) De terugstroming heeft betrekking op 1800 seconden; echter bij uitstroming van een brandbaar gas wordt het maximale effect reeds binnen 120 seconden bereikt.
 (***) Door Gasunie is geen frequentie voor een leiding lekkage opgegeven op basis waarvan is uitgegaan van een frequentie van 0,00E+00.

LOC scenario's Gasunie N2 peakshaving - systeem 9 a/b: Gas aanvoer naar mengstation



scenario's	falen Check Valve 1.	Falen ROV 2.	Consequenties	totale massa in kg.	Factor	Temperatuur (°C)	Druk (barg)	Richting uitstoming	Gemiddelde frequentie					
									DN1200 9B L= 205 m	DN1200 9A L= 188 m	DN900 9B-1 L= 102 m	DN900 9A-1 L= 104 m	DN900 9B-2 L= 9	DN900 9A-2 L= 9
1. breuk leiding	N		uitstoming systeem 9 a (of b)*	60300	9,E-01	15	70,6	verticaal	1,46E-08	1,34E-08	3,01E-08	3,07E-08	2,66E-09	2,66E-09
			fractie	2,29E-02	2,29E-02	4,67E-02	4,67E-02	2,77E-03	2,77E-03					
	Y		uitstoming systeem 9 a (of b) + terugstroming systeem 10 ged. 120 sec**	60300	6,E-02	15	70,6	verticaal	9,33E-10	8,55E-10	1,92E-09	1,96E-09	1,69E-10	1,69E-10
			fractie	1,46E-03	1,46E-03	2,98E-03	2,98E-03	1,76E-04	1,76E-04					
2. Lek leiding	Y		uitstoming systeem 9 a (of b) + systeem 10 + terugstroming systeem 10 ged. 120 sec**	n.v.t. f,< 10E-10	6,E-05	15	70,6	verticaal	9,34E-13	8,56E-13	1,92E-12	1,96E-12	1,70E-13	1,70E-13
			uitstoming van gas wordt door Safeti bepaald	60650	1	15	70,6	verticaal	6,40E-07	5,87E-07	6,45E-07	6,57E-07	9,61E-07	9,61E-07

(*) De uitstoming is gebaseerd op 1,5 * nominale debiet gedurende 120 sec (de factor 1,5 compenseert voor het wegvallen van tegendruk waardoor er een toename in debiet optreedt). Eveneens is hierin terugstroming verdisconteerd.
 (**) Terugstroming uit systeem 10 is reeds verdisconteerd in de factor 1,5 (zie *).