

Veiligheidsrapport Aardgasbuffer Zuidwending

Deel 2, Proces- en installatiebeschrijvingen

Afdeling

OIZ

Rapport

Veiligheidsrapport Aardgasbuffer Zuidwending

Document

Proces- en installatiebeschrijvingen (VR deel 2)

Datum

07 september 2021

Ons kenmerk

VR-ZW_2

Status

Definitief

Samenvatting

Onderhavige rapportage is het tweede deel van het veiligheidsrapport van Aardgasbuffer Zuidwending (VR deel 2). Samen met Veiligheidsrapport (VR) delen 1 en 3 is dit het VR van Aardgasbuffer Zuidwending.

In dit deel van de veiligheidsrapportage (VR deel 2) wordt gedetailleerd ingegaan op de procesvoering zoals deze op het Aardgasbuffer Zuidwending plaatsvindt. Behalve een nadere beschrijving van het proces en de daarbij gebruikte apparatuur, wordt ook stilgestaan bij mogelijke ongewenste gebeurtenissen waarbij gevaarlijke stoffen (met name aardgas) in de atmosfeer terecht kunnen komen als zogenaamde Loss of Containment (LoC).

Op Aardgasbuffer Zuidwending zijn drie soorten gevaarlijke stoffen aanwezig, die relevant zijn voor de externe veiligheid. Voornamelijk aardgas, en in kleinere hoeveelheden aardgastransportvloeistof (voorheen: aardgascondensaat) en diesel. Op de inrichting wordt aardgas in ondergrondse zoutcavernes geïnjecteerd, opgeslagen en uitgezonden.

Het grootste gevaar dat is verbonden met de Aardgasbuffer Zuidwending is de aanwezigheid van een grote hoeveelheid brandbaar aardgas. Als een ongewenste uitstroming optreedt en deze direct wordt ontstoken, ontstaat een steekvlam. Wanneer geen directe ontsteking plaatsvindt, zal een brandbare gaswolk worden gevormd. Ontsteking op afstand resulteert vervolgens in een wolkbrand. Gezien de lage reactiviteit van aardgas zijn overdrukeffecten (explosie) bij ontsteking van aardgaswolken in het vrije veld niet reëel.

Ingeval van een LoC-scenario kunnen schade-effecten optreden die tot buiten de inrichting van Aardgasbuffer Zuidwending reiken. Voor deze installatie zijn tien LoC-/installatiescenario's in detail uitgewerkt. Het scenario met een leidingbreuk in een bovengrondse leiding geeft de grootste effectafstanden, maar heeft een zeer kleine kans van voorkomen.

Deze veiligheidsrapportage toont aan dat er een veiligheidsbeheerssysteem voorhanden is die Aardgasbuffer Zuidwending in staat stelt om te voldoen aan alle relevante wettelijke en interne voorschriften met betrekking tot het bufferen van aardgas en de daaraan gerelateerde activiteiten. Tevens toont het rapport aan dat de mogelijke gevaren en risico's van het bedrijven van Aardgasbuffer Zuidwending zijn geïdentificeerd en geëvalueerd en er zijn maatregelen getroffen die de operators in staat stellen de operaties binnen de van tevoren vastgestelde acceptatiecriteria en prestatienormen uit te voeren.

Inhoud

Samenvatting	2
2.1 Procesbeschrijving	4
2.1.1 Doel van het proces	4
2.1.2 Reactievergelijkingen	4
2.1.3 Logische beschrijving van de procesgang	4
2.1.4 Process flow diagram	13
2.1.5 Bedrijfstijden van de installatie	13
2.1.6 Belangrijke procescondities	13
2.1.7 Procesgrenzen waarbuiten verhoogd gevaar aanwezig is	14
2.1.8 Beschrijving van de voor veiligheid relevante systemen	14
2.1.9 Beschrijving van eigenschappen van gevaarlijke stoffen	16
2.2 Installatie en lay-out	20
2.2.1 Plattegrond	20
2.2.2 Indicatie van de hoeveelheden gevaarlijke stoffen	20
2.2.3 Beschrijving van de installatie, installatiedelen en gebouwen	21
2.2.4 Onderverdeling in insluitsystemen	21
2.2.5 Beleid ruimtelijke planning en logistiek	22
2.3 Veiligheidsbeheerssysteem	23
2.4 Gevaren en maatregelen	24
2.4.1 Specifieke gevaren van het proces en de installatie	24
2.4.2 Specifieke gevaren van de installatie	24
2.4.3 Typen schade-effecten die kunnen ontstaan	24
2.4.4 Mogelijke omvang van deze schade-effecten	24
2.4.5 Gevarenzones van de installatie m.b.t. ontploffingsgevaar	25
2.4.6 Insluitsystemen	25
2.4.7 Gevaarsinschatting van de insluitsystemen	25
2.4.8 Overwegingen voor beveiliging	26
2.4.9 Overzicht van installatiescenario's	26
2.4.10 Installatiescenario's	31
Bijlage 1. Tekeningen	33
Bijlage 2. Installatiescenario's	34

2.1 Procesbeschrijving

2.1.1 Doel van het proces

Het opslaan van aardgas in cavernes is bedoeld om verschillen tussen vraag en aanbod van aardgas op te vangen.

2.1.2 Reactievergelijkingen

In de installaties voor de opslag van aardgas vinden geen chemische reacties plaats. In de installatie voor het maken van waterstof vindt een chemische reactie plaats van water tot zuurstof en waterstof.

2.1.3 Logische beschrijving van de procesgang

In deze beschrijving van het mijnbouwwerk is onderscheid gemaakt in het deel van het mijnbouwwerk dat:

- a. de gastechnische installaties omvat (§2.1.3.1);
- b. de cavernes omvat (§ 2.1.3.2);
- c. de waterstofinstallatie omvat (§ 2.1.3.3).

De filosofie achter de procesbeveiliging is beschreven in § 2.1.8.5, terwijl op 'de grenzen waarbinnen de op het mijnbouwwerk gebruikte apparatuur en beheerssystemen normaal kunnen functioneren' (art. 3.9 onder I van de Arbo-regeling) is ingegaan in § 2.1.7.

2.1.3.1 De gastechnische installaties

In Figuur 1 is een overzicht weergegeven van de bovengrondse installaties en gebouwen.

In de zuidoosthoek van het terrein staat een hoogspanningsgebouw (01E), waar twee stuks 110kV-voedingsleidingen binnenkomen en waar de 110 kV wordt getransformeerd naar 33kV. Verder staat aan de zuidzijde van het terrein het hoofdgebouw (01H) bestaande uit o.a. receptie, kantoren, controle kamer, kantine, etc en het utiliteitengebouw (01G). In het utiliteitengebouw zijn ondergebracht:

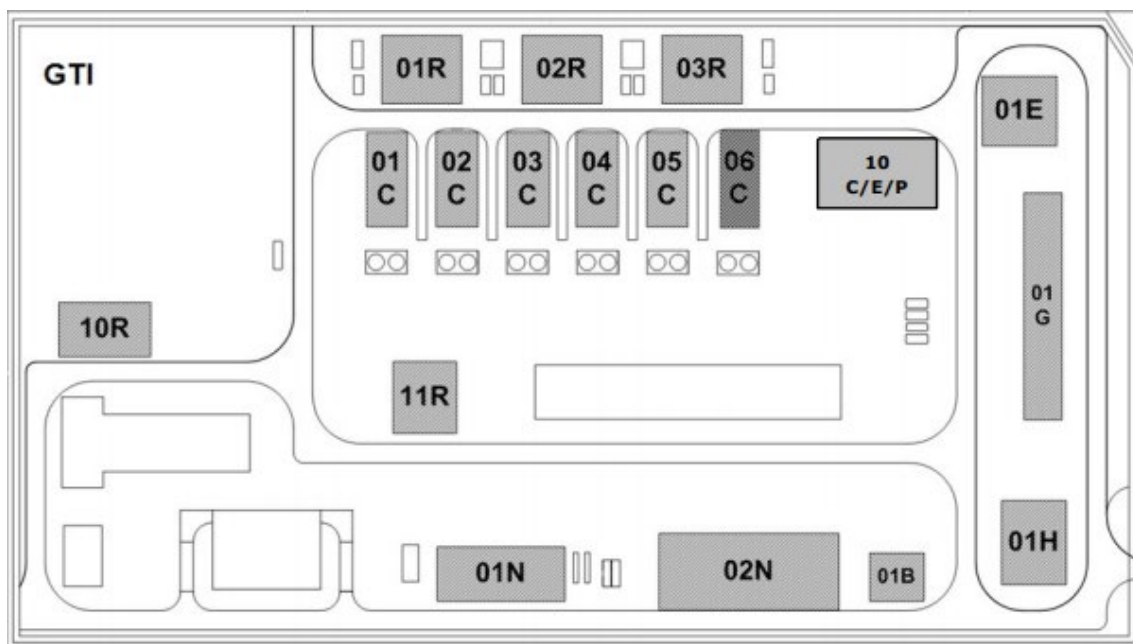
- de laagspanningsruimte;
- de noodstroomvoorziening bestaande uit twee no-break generatoren;
- een ruimte voor spoelluchtvoorziening (purge air room; spoellucht nodig om overdruk te onderhouden op de explosie-veilige elektromotoren van de compressoren);
- een ruimte voor de instrumentenluchtvoorziening;
- een opslagruimte voor vloeistoffen;
- een garage;
- een ruimte voor reserve onderdelen;
- een werkplaats.

Tussen gebouw 01G en 01H bevindt zich een vulstation voor waterstof. Hier kunnen bedrijfswagens gevuld worden met waterstof afkomstig van de waterstofunit (10C/E/P).

Verder westwaarts bevindt zich een milieustation waar de containers voor de diverse soorten afvalstoffen staan. Aan de westzijde van het terrein bevinden zich de heetwaterboilers (01N), de glycolregeneratie-units (02N) en glycol-contactors en het brandstofgebouw (01B). In het midden van de installatie bevindt zich de gas heating area. Aan de oostzijde van die installaties bevinden zich de compressorgebouwen (01C tm 06C), regelgebouwen compressoren (01R, 02R en 03R) en gaskoelers. Tussen het utiliteitengebouw en de compressorgebouwen bevinden zich bovengrondse opslagtanks en het terrein voor het laden/lossen van tankauto's. Tevens bevindt zich hier een kleinschalige waterstofunit (10 C/E/P).

Ten noorden van de glycolregeneratie-units bevinden zich de separatoren waarmee vloeistof uit de caverne-leidingen worden afgescheiden. Aan de noordzijde van het terrein bevinden zich de comptabele gasmeetinstallaties (gasmetering; ten behoeve van de verrekening) en het gebouw (10R) waarin de gasmeetapparatuur (metering building) is ondergebracht.

In het noordoosten van het terrein bevindt zich de gasafblaas of vent stack. Rondom de vent stack is een terrein met een straal van 45 m vrijgehouden in verband met warmtestraling voor het geval de vent stack tot ontsteking komt. In de uiterste noordoosthoek van het terrein ten slotte bevindt zich een kleine ground flare voor het verbranden van het zogenaamde seal gas van de compressoren.



Figuur 1. Overzichtstekening Aardgasbuffer Zuidwending; bovengrondse installatiedelen en gebouwen¹.

Het terrein van de gastechnische installaties is omgeven door een hekwerk en beveiligd met de standaard bewakingsvoorzieningen voor Gasunie-objecten. In het hoofdgebouw bij de hoofdingang is een bewakingsloge aanwezig. Tijdens dagdienst is bewakingspersoneel aanwezig voor toegangscontrole en objectbeveiliging.

¹ Uit het Bedrijfsnoodplan

De gastechnische installatie bestaat uit de volgende eenheden:

- een productie- en injectiemanifold;
- compressietreinen (compressor met gaskoeler)
- een drukreductie- en verwarmingseenheid;
- een gasdroogeenheid;
- een gasmeeteenheid.

Inclusief het verbindend leidingwerk tussen de genoemde units.

Na de gasmeeteenheid wordt het gas (gezien vanuit de productie mode) in het Gasunie-leidingnet gebracht.

Bovengenoemde installaties kunnen ook andersom worden bedreven. Daarbij wordt aardgas aan het leidingnet onttrokken en wordt vervolgens via het injectiesysteem en het manifold in de cavernes gebracht.

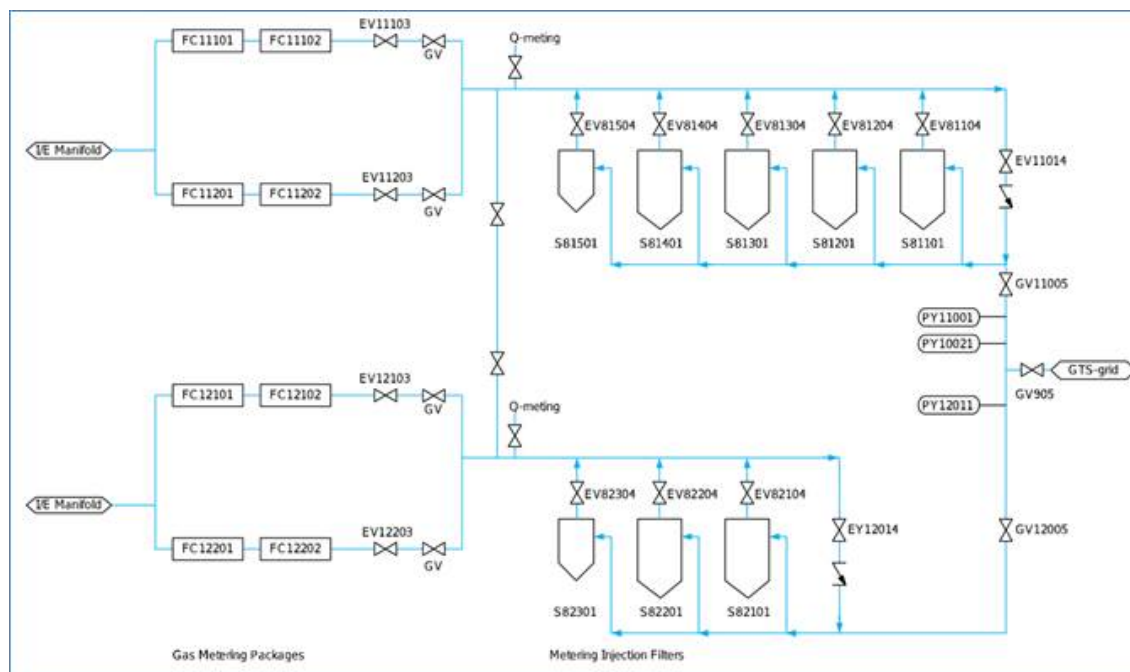
De drukreductie- en verwarmingseenheid wordt verwarmd met water dat met gasgestookte ketels (boilers) op temperatuur wordt gebracht. Gas wordt gedroogd door middel van glycol. De aan het gas onttrokken waterdamp wordt weer uit de glycol verdreven in een gasgestookte glycolregeneratie-eenheid. Voorts zijn er de volgende utiliteiten:

- Waterbehandeling.
- Instrumentenluchtvoorziening.
- Ventsysteem.
- Dieselopslag.
- Vent stack.
- Gotensysteem rondom apparatuur en terreinverharding.

In het hierna volgende zullen de onderscheiden proceseenheden in meer detail worden beschreven.

Gasmeetstraten

Elk van de vier gasmeetstraten kan het gas meten dat zowel in als uit Aardgasbuffer Zuidwending komt (resp. injectie en productie genoemd). Metering filters verwijderen het vocht en vuil dat eventueel in de inkomende gasstroom aanwezig is voordat het de meetstraat passeert. Uit te zenden gas is in de glycolcontactor reeds gedroogd voordat het wordt gemeten. Dat gas zal dan ook rechtstreeks in het Gasunie leidingnet worden gebracht, waarbij de metering filters worden geby-passed. Vóór de meetstraat is een High Pressure Shutdown (HPSD)-systeem aangebracht die de meetstraat en het Gasunie-leidingnet tegen overdruk beveiligt. Zie tekening A-436-LS-000-002-025: Surface facilities PFD Gas metering UGS Zuidwending.



Figuur 2. Schematische weergave meetstraten en scrubbers.

Tabel 1. Toelichting codes Figuur 2

Code	Installatiedeel
GTS-Grid	Hoofd Transport Leidingnet
S81501 t/m S81101 S82301 t/m S82101	metering filters
FC11101 en FC11102	Meetstraat
FC11201 en FC11202	Meetstraat
FC12101 en FC12102	Meetstraat
FC12201 en FC12202	Meetstraat
lagedruk manifold	Aansluiting op manifold richting ondergrondse cavernes
EV	Elektrisch gestuurde kleppen
GV	Lucht- of gasgestuurde afsluiters.

Gasinjectiesysteem

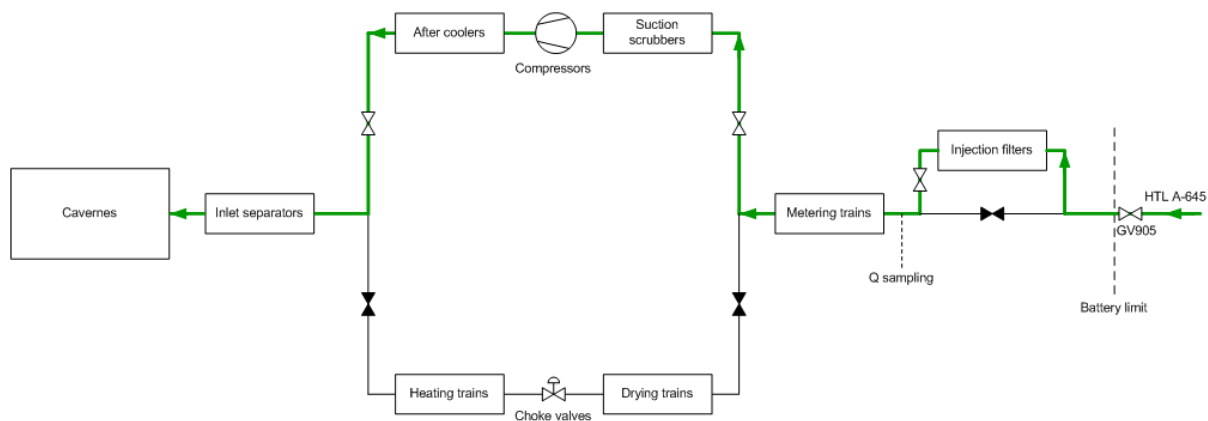
Het injectiesysteem bestaat uit zes parallel opererende compressortreinen (zie ook). Iedere trein bestaat uit een:

- Suction scrubbers in de aanzuigleiding;
- Elektrisch aangedreven centrifugaal compressor waarvan het toerental door middel van een elektronisch besturingssysteem (VSDS) kan worden gevarieerd;
- Luchtgekoelde gas nakoeler.

Het systeem dat de injectiecapaciteit regelt gebruikt de gemeten gasstroom van het meetstation als input voor het toerental van de compressor en voor de regelklep van de inkomende gasstroom van de compressor.

De as-afdichting van de compressoren vindt plaats door daaraan een continue stroom van aardgas onder lage druk, het zogenaamde seal gas, toe te voeren.

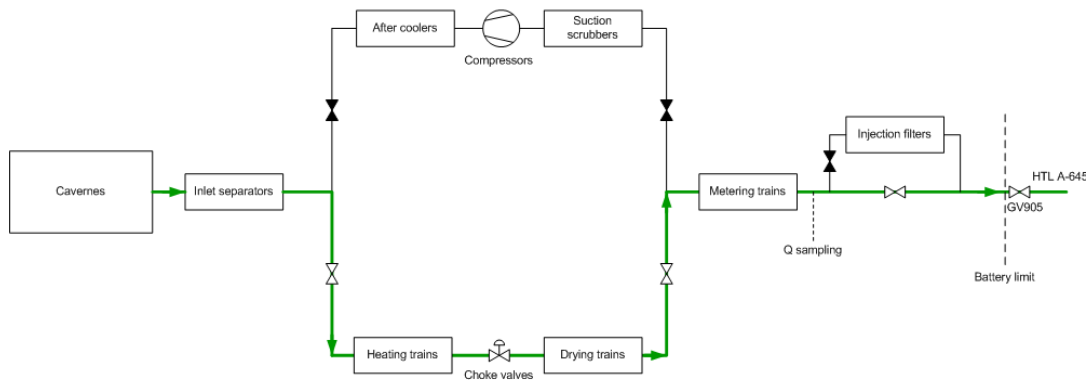
Zie tekening A-436-LS-000-002-026: Surface facilities PFD Gas injection manifold UGS Zuidwending.



Figuur 3. Schematische weergave van het gasinjectiesysteem.

Gasproductie

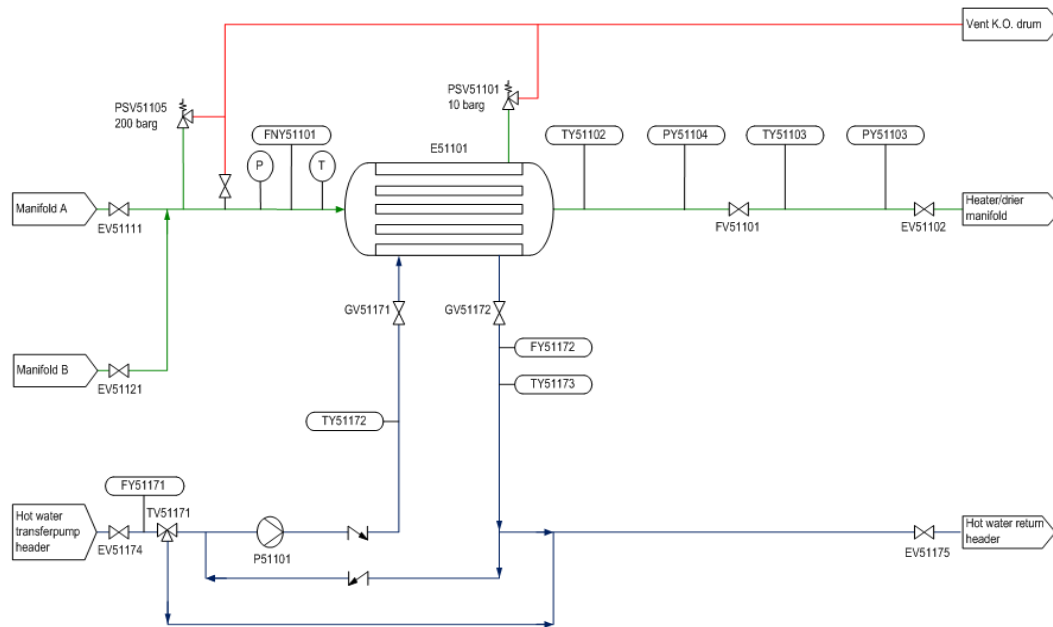
Het productiesysteem is het omgekeerde van het injectiesysteem. Het verschil is dat de gasstroom niet door de injectiefilters wordt geleid. Na de uitzending vanuit de cavernes wordt het gas via inlet separators naar de heater/choke trains (warmtewisselaar en smoorklep) geleid. Er zijn zes parallelle heater/choke trains en iedere heater/choke train bestaat uit een heater en een choke valve. De heater/choke trains zijn aangesloten op vier parallelle drying trains. Vervolgens wordt het in druk gereduceerde en gedroogde aardgas via de metering train uitgezonden naar het landelijke gastransportnet.



Figuur 4. Schematische weergave van het gasproductiesysteem met in figuur 6 het verwarmingssysteem.

Zie tekening A-436-LS-000-002-022: Surface Facilities PFD Production and Injection UGS Zuidwending (Manifold A & B).

Zie tekening A-436-LS-000-002-034: Surface Facilities PFD Production and Injection NU UGS Zuidwending (Manifold C & D).

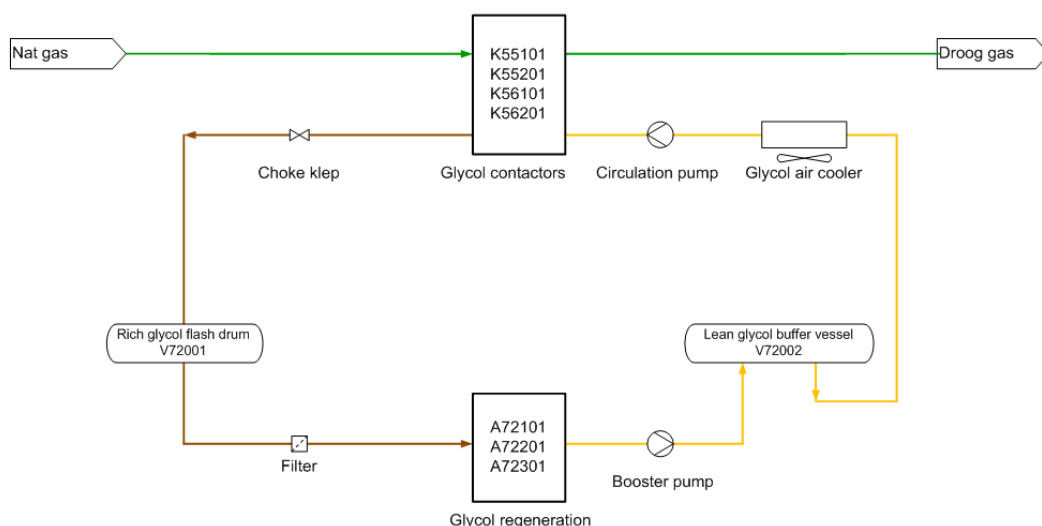


Figuur 5. Schematische weergave van het gasverwarmingsysteem.

Zie tekeningen A-436-LS-000-002-023 en A-436-LS-000-002-024; Surface facilities PFD Gas heating and drying train 1 & 2 UGS Zuidwending.

Gasdrooginstallatie

Vanaf de heater/choke trains wordt het natte gas geleid naar maximaal vier glycolcontactors. Tri-ethyleenglycol (TEG) onttrekt vocht (waterdamp) aan de gasstroom tot een gespecificeerd dauwpunt. Het gedroogde gas stroomt naar het import/export manifold.



Figuur 6. Schematische weergave van de gasdrooginstallatie.

Glycol wordt geregenereerd in drie parallel geschakelde aardgas gestookte glycolregeneratie-units (twee in werking en één reserve). Het zijn standaard units bestaande uit:

- een ontgassingsvat;
- een kolom met een gasgestookte heater;

- een terugstroomvat;
- filters;
- product pompen;
- en een warmtewisselaar.

Behandelde glycol van de regeneratie-units wordt gekoeld tegen de glycolkoelers (Lean Glycol Coolers) en een luchtkoeler (Lean Glycol Trim Cooler). Door die koelers komt de temperatuur op de waarde die vereist is voor de glycol contactors. Glycolpompen pompen de geregenereerde glycol naar de glycolcontactors. Omdat de temperatuur van de gedroogde glycol dicht bij de gastemperatuur ligt zijn de glycolverliezen gering. Teneinde de glycolverliezen te compenseren kan verse glycol door middel van een glycol voedingspomp aan het systeem worden toegevoegd vanuit de glycolopslagtank.

Zie tekeningen A-436-LS-000-002-028 Surface facilities PFD Glycol System en A-436-LS-000-002-029 Surface facilities PFD Glycol Regeneration.

Import/export manifolds

Het gedroogde gas gaat zoals gezegd naar de import/export manifolds. Elk manifold heeft een verbinding met de Injectie Compressortreinen. Van de manifolds stroomt het geproduceerde gas naar de meetstraten en daarna via de injectiefilter by-passes naar het landelijke gastransportnet.

Heetwatersysteem

Er is een centraal systeem voor de verdeling van heet water voor verwarming van het gas. Dat systeem bestaat uit vijf circulatiepompen, een water expansievat en vijf aardgas gestookte heetwaterboilers. De temperatuur van het hete water wordt door regelingen gehandhaafd. Indien extra warmte nodig is worden er meer heetwater boilers ingeschakeld. Zo nodig worden automatisch additionele pompen bijgeschakeld.

Zie tekening A-436-LS-000-002-027 Surface facilities PFD Hot Water System.

Brandstofgas

Fuel gas c.q. brandstofgas wordt gebruikt voor de heetwaterboilers, de glycolregeneratoren, dekengas in tanks, vaten en het ventsysteem. Dit brandstofgas wordt via het brandstofgasgebouw onttrokken aan het landelijk transportnet van Gasunie. Overigens wordt ook off-gas van de glycolregeneratie unit, van vaten met dekengas (blanket gas) en overschot uit het vent systeem als brandstofgas gebruikt.

Zie tekening A-436-LS-000-002-031 Surface facilities PFD Fuel Gas System.

Proceswatersysteem

Procesvloeistoffen afkomstig van inlaat separatoren, gasmeter injectiefilters en gasreinigers van de gasinjectie worden via het centrale vent systeem naar een gas/vloeistofscheidingsvat (vent knockout drum) geleid, waar opgeloste gassen worden verwijderd. De ontgaste vloeistof wordt naar het Proces drain vat gepompt. Vanuit dat vat wordt de gestabiliseerde vloeistof per tankwagen afgevoerd.

Zie tekening A-436-LS-000-002-030 Surface facilities PFD Water Handling

Instrumentenlucht

In instrumentenlucht wordt voorzien door drie systemen (twee werkend en één reserve) bestaande uit een compressor, droger en luchtbuffervat. De druk is 9 bar.

Een deel van de instrumentatielucht wordt ook gebruikt voor (afschakelbare) werklucht.

Zie tekening A-436-LS-000-002-033: Surface Facilities Aardgasbuffer Zuidwending PFD Instrument Air System.

Elektriciteitsvoorziening

Op Bijlage 1, tekening A-436-EB-000-001 Overall Key One Line Diagram Gas Storage Zuidwending, is het Een-lijndiagram van het elektrisch systeem weergegeven. Aardgasbuffer Zuidwending heeft een 110kV aansluiting met het landelijke elektriciteitsnet. De voedingstransformator op de inrichting transformeert de binnenkomende spanning van 110kV naar 33kV. Overige voorzieningen op de inrichting faciliteren transformatie van 33 kV naar spanningen die aansluiten bij desbetreffende apparatuur.

Drinkwater en utility-watersystemen

Zie Bijlage 1, tekening A-436-LS-000-002-036 Surface Facilities Aardgasbuffer Zuidwending PFD Potable And Utility Water System. Drinkwater is afkomstig van het openbaar waterleidingnet. Dat water wordt op de locatie gefilterd voordat het aan het hoofdgebouw wordt toegevoerd. Utility-water wordt (na filtratie) aan het drinkwatersysteem onttrokken. Het wordt via een hydrofoor-installatie in een separaat systeem naar de gebruikers cq substations gevoerd.

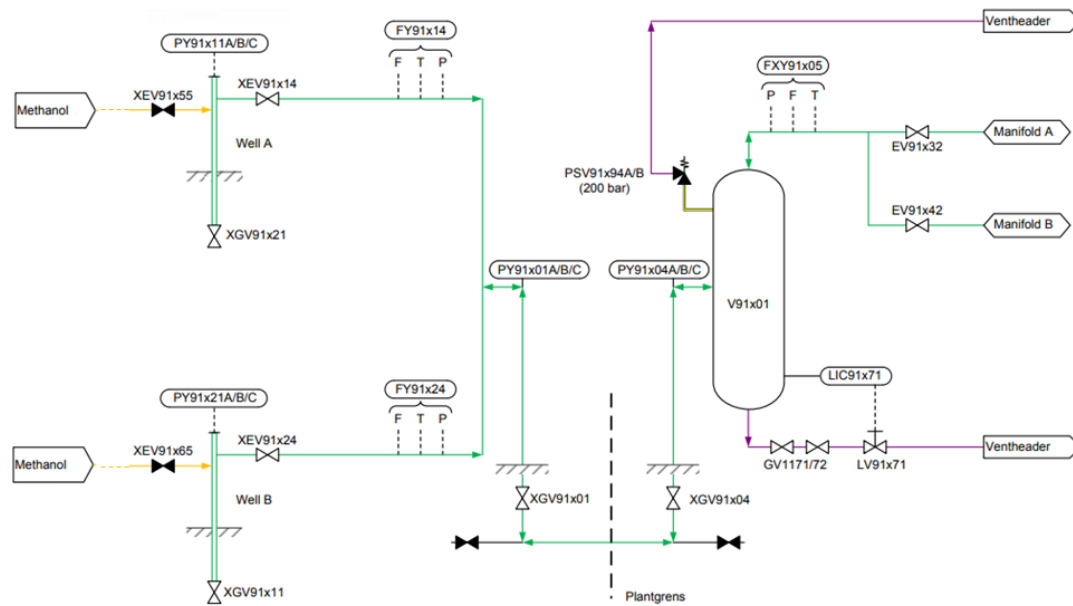
2.1.3.2 De cavernes

Op de plattegrond Aardgasbuffer Zuidwending (figuur 2, VR deel 1) en op de topografische kaart (figuur 5, VR deel 1) zijn de locaties van de cavernes en die van de gastechnische installaties weergegeven.

Op de bestemmingsplankaart zijn tien caverne locaties weergegeven. Hiervan zijn de cavernes A1, A2, A3, A4, A6 en A7 op dit moment in gebruik voor gasopslag. Iedere caverne is voorzien van twee afsluitersets (de christmastree²) en in de 9 5/8" (220,5 mm) productie buis, op ongeveer 50 meter onder het maaiveld, bevindt zich een 'surface controlled sub surface safety valve' (SC-SSSV). De wellheads³ op de cavernes zijn via ondergrondse leidingen verbonden met de gastechnische installaties.

² Met de christmastree bedoelen we het samenstelsel van master en wingvalves.

³ Met de wellhead worden de casing-spools, -hangers, -heads, en tubing-spools, -hangers en -heads bedoeld.



Figuur 3. Wellheads en Inlet Separator van Cavernes

Figuur 7. Schematische procesweergave caverns (bron: ZUIDW-VAP_IH5).

Zie tekeningen A-436-LS-000-002-020 Surface facilities PFD Well Lines Cavern Area A2 & A3 en A-436-LS-000-002-021 Surface facilities PFD Well Lines Cavern Area A4 & A6.

Afgezien van onderhoud en inspectie vinden er op de locaties geen werk activiteiten plaats. Het geometrisch volume per caverne varieert tussen circa 500.000 en 1.000.000 m³ waterinhoud. De wellhead druk varieert per caverne tussen 160 en 170 bar(e). De casing shoe druk varieert per caverne tussen 170 en 190 bar. Het verschil tussen de wellhead pressure en de casing shoe pressure is te verklaren door de additionele druk die ontstaat door de massa van de gaskolom erboven. Voor een actueel overzicht van de geometrisch volume en drukken van de cavernes wordt verwezen naar het opslagplan Aardgasbuffer Zuidwending.

Demonstratieproject waterstof in boorgat A8

Op diverse locaties in de wereld vindt opslag van waterstof in zoutcavernes plaats. EnergyStock wil zich verder verdiepen in de mogelijkheden van opslag van waterstof zodat invulling gegeven kan worden aan de beoogde energietransitie in Nederland. De beoogde aardgasopslag in zoutcaverne A8 bestaat nu nog uit een boorgat (ca 1.700m diep) en een bovengrondse installatie. EnergyStock wil deze boorgat tijdelijk gebruiken om (kleinschalig) demonstraties met waterstof uit te voeren. Geringe aanpassingen aan de installatie zijn nodig om deze geschikt te maken voor waterstof. Het betreft een tijdelijke activiteit van maximaal 12 maanden doorlooptijd (inclusief bouwphase, testen en afbouwen). Met deze demonstratie wil EnergyStock aantonen door middel van uitvoering, monitoring en meting dat toekomstig opslag van waterstof in de ondergrondse zoutcavernes mogelijk is.

2.1.3.3 Waterstofinstallatie

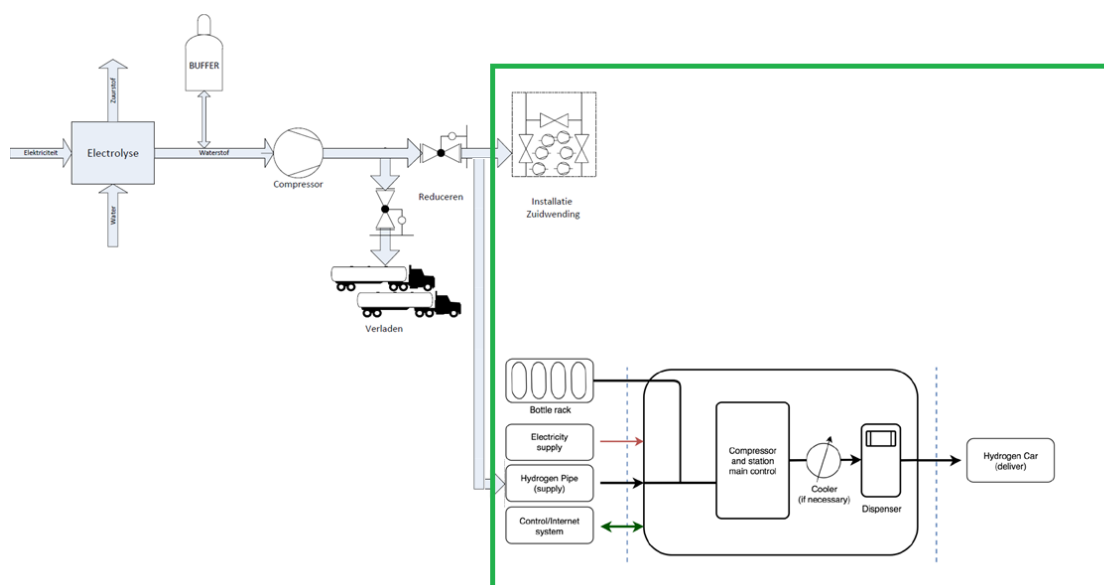
Op de gastechnische installatie bevindt zich een kleinschalige unit met een productiecapaciteit van ca. 190 (n)m³ waterstofgas per uur. Onder invloed van een elektrische stroom ontleedt water tot zuurstof en waterstof. Zuurstof wordt onder atmosferische omstandigheden afgelaten aan de atmosfeer. Het waterstofgas wordt gecomprimeerd naar een druk van 300 bar, waarna:

- Het overgeladen kan worden in verlaadbare tubetrailers en/of
- Gebruikt kan worden als brandstof voor de aanwezige bedrijfswagens van EnergyStock en/of

- Het weggemengd kan worden met aardgas of ingezet kan worden als brandstofgas in een CV ketel gestookt op waterstof (aanwezig in gebouw 01B).

Vóór de compressor bevindt zich een buffervat (ca. 4 m³) waarin het waterstofgas een druk heeft van 20 bar. Het waterstofgas is dermate zuiver dat het direct als brandstof voor de bedrijfswagens van EnergyStock kan dienen die op waterstof rijden. Het waterstofgas wordt per leiding naar de aanwezige dispenser bij het vulstation gevoerd. Daar wordt met behulp van een compressor de druk opgevoerd naar 700 bar. De dispenser heeft een capaciteit van circa 4 bedrijfswagens per dag en kan bediend worden via het bedieningspaneel nabij de compressor/dispenser. Verder is ter plaatse van de waterstofinstallatie een flessenpakket gerealiseerd die als buffer dient voor het vulstation.

Een deel van de waterstof wordt ingezet als brandstofgas in één aanwezige CV ketel gestookt op waterstof in het brandstofgebouw (01B). Tot slot kan via het laadstation waterstof geladen worden in tubetrailers en worden afgevoerd naar klanten van EnergyStock.



Figuur 8. Globaal processchema

2.1.4 Process flow diagram

In Bijlage 1 zijn de process flow diagrams opgenomen. In het process flow diagram zijn de leidingen, tanks, hoofdafsluiters, separators en compressoren vermeld.

2.1.5 Bedrijfstijden van de installatie

Aardgasbuffer Zuidwending is continu in bedrijf.

2.1.6 Belangrijke procescondities

In paragraaf 1.2.5 (VR deel 1) en 2.1.7 zijn de procescondities van de verschillende installatiedelen beschreven. Voor een overzicht van alle procescondities wordt verwezen naar de PFD's in bijlage 1. Op de PFD's staat de volgende informatie vermeld over operationele procescondities:

- Druk (minimaal en maximaal), ook is de plaats van de spec-break weergegeven;
- Temperatuur (minimaal en maximaal);
- Flow (minimaal en maximaal);
- Wobbe-index (W.I.) (minimaal en maximaal);
- Calorische Waarde (C.W.) (minimaal en maximaal).

Op de PFD's is van de aangesloten transportleidingen zowel de Maximale Operationele Druk (MOP) vermeld als de ontwerpdruk (DP). Voor gedetailleerdere informatie wordt verwezen naar de Process & Instrumentation Diagrams (P&ID's).

2.1.7 Procesgrenzen waarbuiten verhoogd gevaar aanwezig is

In deze paragraaf worden de grenzen aangegeven waarbinnen de op het mijnbouwwerk gebruikte apparatuur en beheerssystemen normaal kunnen functioneren (art. 3.9 onder I van de Arbo-regeling). De gevaren die relevant zijn de Aardgasbuffer Zuidwending zijn geïdentificeerd in een HAZOP-studie (HAZard & OPerability studie). Deze methodiek is erop gericht om volgens een vaste structuur een installatie-ontwerp te analyseren, met als doel het identificeren van ontwerpfouten die zouden kunnen leiden tot veiligheidsproblemen en/of problemen op operationeel gebied. Ten aanzien van de geïdentificeerde risico's zijn aanbevelingen vastgesteld in de HAZOP-rapportages. Het opvolgen van de aanbevelingen is vastgelegd in close-out reportages (MDV).

2.1.7.1 Cavernes

Elke caverne heeft twee putten met elk een 9 5/8" (220,5 mm) productiebuis en één wellhead, elk met een maximale capaciteit van 220.000 (n)m³/h. De totale capaciteitsrange van een caverne ligt dus tussen 0 en 440.000 (n)m³/h, zowel voor injectie als voor productie. De enveloppe waarin de cavernes geopereerd kunnen worden is bepaald op basis van geomechanische en thermodynamische berekeningen.

2.1.7.2 Productie

De geïnstalleerde productiecapaciteit bedraagt $1,84 \cdot 10^6$ (n)m³/h.

2.1.7.3 Injectie

De compressoren hebben een injectiecapaciteit van ca. 50.000 tot maximaal 220.000 (n)m³/h, onder bepaalde condities tot maximaal 275.000 (n)m³/h. De laagste capaciteiten worden gerealiseerd door meer of minder te recyclen. De minimum flow zonder recyclen ligt op 120.000 (n)m³/h. De maximale injectie voor beide installatiedelen gezamenlijk en met zes compressoren bedraagt $1,32 \cdot 10^6$ (n)m³/h.

2.1.7.4 Meetstraten

Op de gastechnische installatie zijn vier (gas)meetstraten. De meetstraten voor ieder installatiedeel zijn zowel voor productie als injectie uitgelegd voor een bereik van 30.000 tot 800.000 (n)m³/h. Vanwege de comptabele functie is dit een geïjkt meetsysteem conform een overeengekomen meetprotocol.

2.1.7.5 Waterstofinstallatie

De geïnstalleerde productiecapaciteit van waterstof bedraagt 190(N)m³/h.

2.1.8 Beschrijving van de voor veiligheid relevante systemen

In deze paragraaf worden de voor de veiligheid relevante voorzieningen beschreven. Op de inrichting bevinden zich geen fakkelinstallaties of overige vernietigingsinstallaties.

2.1.8.1 Utilities

Water

Leidingwater wordt – naast huishoudelijke toepassingen – gebruikt voor brandbestrijding (slanghaspels).

Instrumentenlucht

Er wordt instrumentenlucht (mede) gebruikt voor de bediening van afsluiters en andere regelingen. Bij uitval van de instrumentenlucht worden de installatiedelen in veilige stand gebracht. De werkluchtsystemen zijn aftakkingen van het instrumentenluchtsysteem, waarbij altijd voorrang wordt verleend aan instrumentenlucht.

2.1.8.2 Noodstroomvoorziening

De reguliere elektriciteitsvoorziening is reeds beschreven in paragraaf 2.1.3.

Er zijn twee diesel gedreven no-break installaties aanwezig. Deze no-break installaties zijn in staat om gedurende 72 uur de instrumenten en regelcommunicatie te verzorgen en een productie van 1,84 mln (n)m³/h in stand te houden. De no-break installatie kan wel de productie, maar niet de injectiefunctie in stand houden.

2.1.8.3 Dieseloliesysteem

Het dieselolie-systeem omvat een dieselolie-opslagtank met voldoende opslagcapaciteit voor 72 uur stroomlevering. Elk van de noodstroomsystemen beschikt over een eigen pomp voor de dieselolievoorziening.

Zie tekening A-436-LS-000-002-035: Surface facilities PFD Diesel Oil System.

2.1.8.4 Vent- en drainsysteem / Afblaasstack

Leidingen voor aflaten van druk in noodsituaties en van drukveiligheidskleppen zijn verbonden met een vent- en drainsysteem, welke is voorzien van een afblaasstack. Er is een ringleiding voor ventgassen rond de gehele gastechische installatie. Deze leiding mondt, liggend op afschot, uit in het ventgas-scheidingvat (vent knockout drum). De vloeistoffen die in dit vat worden afgescheiden worden naar de aardgastransportvloeistofopslag gepompt.

De afsluiter van het vent systeem opent indien de druk in het ventgassysteem hoger wordt dan de setting van 0,9 bar. Die klep opent ook bij het automatisch aflaten van druk. In geval de afsluiter onverhoopt niet zou openen, bezwijkt bij 3 bar een breekplaat en wordt het vent gas direct naar de vent stack geleid. Daarbij wordt de afsluiter dus ge-by-passed. Het ventgassysteem staat onder lichte overdruk via een purge met brandstofgas om luchtinsluiting (vorming van brandbaar mengsel) te voorkomen.

Ventgas van de rich glycol tank wordt naar de glycol regeneratie units geleid waar het samen met het ontgassings- en stripgas wordt verbrand.

De hoeveelheid gas dat via de vent stack naar de atmosfeer wordt afgevoerd wordt gemeten en geregistreerd. Mocht het gas in de vent stack onverhoopt ontsteken, dan wordt de brand gedoofd door middel van een CO₂-blussysteem.

Zie tekening A-436-LS-000-002-032: Surface facilities PFD Vent System.

2.1.8.5 Procesbesturing/-beveiliging

De installatie is m.b.t. control uitgerust met een Integrated Control & Safeguarding Systeem (ICSS). Dit systeem bestaat uit PLC's van ABB en een presentatie systeem (ook wel SCADA genoemd) van WinCC OA van Siemens (wordt ook PVSS genoemd).

Kenmerkend van het ICSS is dat het zowel process control en besturing als ook de beveiligingen (ESD) afhandelt. Fysiek gebeurt dit in gescheiden gedeelten van het ICSS. Deze gedeelten hangen

echter van nature aan elkaar, waardoor een optimale communicatie tussen control en beveiliging ontstaat. Het systeem is beoordeeld op het afhandelen van beveiligingen tot een SIL (Safety Integrity Level) klasse 2. De SIL-klasse of "Safety Integrity Level" is onderdeel van de internationale normen IEC 61508 en IEC 61511, welke de functionele veiligheid van instrumentele (proces)beveiligingen toetsen. Bij een SIL-klasse hoort een betrouwbaarheidseis van de instrumentele beveiliging op basis waarvan het ontwerp meer of minder betrouwbaar wordt uitgevoerd. Als verificatie dient het eindontwerp te worden getoetst of het ontwerp voldoet aan de gestelde SIL-klasse.

Op enkele plaatsen heeft de installatie overdrukbeveiligingen met een SIL 3 classificatie die normaal gesproken van een mechanische afblaasveiligheid zouden zijn voorzien. Uit milieu-technische overwegingen is echter besloten hier te kiezen om de hoge druk af te sluiten in plaats van af te blazen. Deze beveiligingen gaan buiten het ICSS om en worden door HIPPS (High Integrity Pressure Protection System) afgehandeld.

Al deze separaat opererende systemen maken het tezamen mogelijk om Aardgasbuffer Zuidwending geheel automatisch en onbemand te laten opereren.

De opbouw van het besturingssysteem voor de installaties is modulair. De diverse beveiligingssystemen zijn zelfstandig functionerende onderdelen/systemen. Deze procesbesturing- en beveiligingssystemen zijn voorzien van een dubbele spanningsvoorziening en voeding die onafhankelijk van elkaar werken. Eén voeding is op het openbare elektriciteitsnet aangesloten en de andere op een noodstroomvoorziening (no-break en noodstroomgeneratoren).

Bij uitval van het procesbesturingssysteem (gebaseerd op software PLC systeem) zullen de beveiligingssystemen blijven functioneren. Deze zijn:

- Noodstopsysteem (ook wel ESD-systeem genoemd).
- Branddetectie en blussysteem.
- Gasdetectiesysteem.
- Akoestisch en optische signaleringen (aansturing d.m.v. alarmpaneel of hoorn en relais paneel).

Bij uitval van het centrale procesbesturingssysteem blijven de eenheidsregelpanelen (ERP's) functioneren als onafhankelijk werkende systemen.

2.1.8.6 Blusvoorzieningen

Er is een ondergrondse bluswater ringleiding (diameter 250 mm met een permanente druk van 2,7 bar) aanwezig met bovengrondse hydranten. Deze ringleiding wordt via het pompgebouw naast de gastechnische installatie gekoppeld aan het lokale redundant aanwezige industriewatersysteem. Tevens zijn er zoals eerder gesteld buiten het hekwerk van de gastechnische installatie blusvijvers aanwezig. Daarnaast is er op strategische plaatsen op de gastechnische installatie mobiele blusapparatuur aanwezig. De plaats ervan is aangegeven op de veiligheidsplattegronden (zie Bijlage 1). De pompwagen van de brandweer kan vanuit de blusvijvers de ringleiding voeden.

2.1.9 Beschrijving van eigenschappen van gevaarlijke stoffen

Op Aardgasbuffer Zuidwending zijn vijf gevaarlijke stoffen aanwezig die relevant zijn voor de risico's voor persoonlijke of externe veiligheid, te weten: aardgas, waterstof,

aardgastransportvloeistof, glycol (TEG) en diesel⁴ (zie tabel 3). Verder zijn op de installatie ook de volgende gevaarlijke stoffen aanwezig: koelmiddel met 50% water en 50% 1,2-ethaandiol, koelmiddel met 50% water en 50% mono-ethyleenglycol (MEG) en in kleinere hoeveelheden accu zuur, enkele gasflessen en propyleenglycol.

Tabel 2. Gevaarsidentificatie stoffen

Stofnaam	Chemische formule	UN-nr	GEVI	NFPA	CAS-nr.	Etiket	H- en P-zinnen
Aardgas/methaan	CH ₄	1971	23	240	74-82-8	GHS02 GHS04	H220, P102, P210, P377, P381, P403
Waterstof	H ₂	1049	23	040	1333-74-0	GHS02 GHS04	H220, H280, P210, P377, P381, P410+P403
Aardgas-transportvloeistof ¹	Mengsel koolwaterstoffen	1268	33	130	64741-47-5	GHS02 GHS07 GHS08 GHS09	H224, H315, H350, H340, H304, H336, H411, H361, P201, P210, P280, P301+310, P403+P233, P501
Glycol (TEG)	C ₃ H ₆ (OH) ₃	-	30	110	107-21-1	GHS07 GHS08	H302-373 P-zinnen: geen
Diesel	C ₁₂ H ₂₆ -C ₂₅ H ₅₂	1202	30	120	68476-34-6	GHS02 GHS07 GHS08 GHS09	H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411, P201, P202, P233, P240, P241, P242, P243, P260, P264, P271, P280, P281, P301+310, P302+352, P303 + P361 + P353, P304 + P340, P308+313, P312, P331, P362, P370 + P378, P391, P403 + P235, P405, P501

1. De samenstelling van aardgastransportvloeistof bij Gasunie verschilt van aardgascondensaat die bij offshore productie van gas vrijkomt. Voor de samenstelling van aardgastransportvloeistof wordt verwezen naar het veiligheidsblad in het systeem "[Toxic](#)" (stoffenbestand met daarin de belangrijkste fysische, chemische en veiligheidsgegevens).

2.1.9.1 Aardgas

Aardgas is een brandbaar gas, dat in gasvorm lichter is dan lucht, zodat het bij uitstroming uiteindelijk in de atmosfeer zal opstijgen. Aardgas kan gemakkelijk een explosief mengsel vormen. De explosiegrenzen ligt tussen circa 5% en 15% methaan in lucht. De minimum ontstekingsenergie is 0,28 MJ. Het gas is niet explosief in de open lucht. In een obstakelrijke omgeving of in een besloten ruimte kan een ontbranding wel in een explosie overgaan. Bij hoge concentraties in de lucht, bijvoorbeeld in een slecht geventileerde ruimte, ontstaat bovendien zuurstofgebrek met kans op bewusteloosheid.

⁴ Diesel wordt hier genoemd, omdat het een in het Brzo een met name genoemde stof is voor de aanwijzing voor het Brzo. De drempelwaarden zijn zeer hoog en de hoeveelheden die aanwezig zijn op de gastechische installatie van Zuidwending vormen geen risico voor zware ongevallen.

2.1.9.2 Waterstof

Het gebruik van waterstof brengt risico's met zich mee. Incidenten met waterstof kunnen een grote omvang hebben. Waterstof dringt vanwege het kleine molecuul bijna overal doorheen, is lichter dan lucht en tevens geurloos. Ook is er weinig energie voor nodig om het gas te doen ontsteken. Afhankelijk van de druk en de uitstroomsnelheid kan waterstof, met zeer lage energie, worden ontstoken waardoor een fakkelbrand ontstaat. Daarnaast is bij ophoping van waterstof een explosie mogelijk waarbij een hoge piekoverdruk kan ontstaan omdat waterstof een stof is met een hoge reactiviteit (gevoelig voor vlamversnelling).

Hoge diffusiecoëfficiënt

Door de kleine omvang van het molecuul kan waterstof in of zelfs door materialen heen diffunderen. Dit verhoogt de kans op lekkage en daarom is een beperkt aantal materialen geschikt om in combinatie met waterstof te gebruiken. Kleine lekkages leiden tot nagenoeg onzichtbare microvlammen. De hoge diffusiecoëfficiënt in lucht heeft als voordeel dat in een open ruimte het waterstofgas zich snel zal vermengen en daarmee verdunnen met lucht. Het risico op een explosie wordt daarmee verkleind.

Verbrossing

Diffusie van waterstof kan in bepaalde materialen leiden tot negatieve veranderingen van de materiaaleigenschappen. Dit fenomeen staat bekend als 'waterstofverbrossing'. Doordat waterstof in de haarscheurtjes van het materiaal opgesloten raakt, verzwakt het materiaal met bros worden tot gevolg.

Lichter dan lucht

Waterstofgas is veertien keer lichter dan lucht. Wanneer waterstof in een gesloten ruimte vrijkomt, dan zal het zich verzamelen in het hoogste punt. Het risico bestaat dat een explosie plaatsvindt als gevolg van ophoping boven in een afgesloten ruimte.

Hoge ontstekingskans

Waterstof heeft een hoge ontstekingskans vanwege de lage ontstekingsenergie. Om waterstof te kunnen ontsteken, is slechts een kleine hoeveelheid energie nodig (0,02 mJ). Bovendien kan een mengsel van waterstof en lucht over een zeer breed gebied worden ontstoken (volumepercentage van 4 % tot 75 %). Om ophoping van statische lading in de constructies te vermijden worden elektrisch goed geleidende materialen toegepast en moet worden gezorgd voor potentiaalvereffening. De zelfontbrandingstemperatuur van waterstof is 585 °C.

Nauwelijks zichtbare vlam

Waterstof heeft een kleurloze, nauwelijks zichtbare, vlam en heeft vrijwel geen warmtestraling. Door de vrijwel onzichtbare vlam wordt het effectief bestrijden van een waterstofbrand ernstig bemoeilijkt. Een waterstofbrand is niet goed door de mens te signaleren. Met speciale warmtebeeldcamera's of UV-meting is een vlam te detecteren.

2.1.9.3 Aardgastransportvloeistof (voorheen aardgascondensaat)

Aardgastransportvloeistof bestaat in hoofdzaak uit glycol, methanol en de zwaardere koolwaterstoffen in het aardgas die bij afkoeling van het gas een damp of vloeistof vormen. Deze stoffen kunnen van nature in aardgas aanwezig zijn, maar kunnen ook bij de winning of transport door bewerking in het aardgas terecht zijn gekomen. De samenstelling is niet constant gedurende het jaar. De samenstelling en de fysische en chemische eigenschappen die in de literatuur worden genoemd van aardgascondensaat zijn niet gebaseerd op de kwaliteit van aardgascondensaat op Aardgasbuffer Zuidwending en zijn derhalve hier niet van toepassing. Een deel van de aardgastransportvloeistof bestaat uit de zwaardere componenten die van nature in aardgas zitten. Het aandeel van deze componenten is lager naarmate de afstand tussen de locatie van winning van

het gas en het ontstaan van het aardgastransportvloeistof groter is. Een groot deel van het aardgastransportvloeistof bestaat uit glycol dat bij winning door bewerking in het gas terecht kan komen. Verder kan er smeer- en sealolie afkomstig van appendages (o.a. compressoren, afsluiters) in het aardgastransportvloeistof zitten.

Het aardgastransportvloeistof wordt opgeslagen in een drukvat die in openverbinding staat met het vent- en drainsysteem. De druk in dit systeem wordt afgelaten als dit boven de 0,9 bar komt. De vluchtigste componenten verdampen, waardoor het vlampunt hoger wordt. Hierdoor is sprake van zogenaamd gestabiliseerd aardgastransportvloeistof. Het vlampunt zal variëren per locatie en in de tijd. Volgens Chemiekaarten is het vlampunt -11°C.

2.1.9.4 Diesel

Diesel is een mengsel van koolwaterstoffen waarvan de damp goed mengt met lucht. Diesel is een als 'schadelijk' ingedeelde stof. Het vlampunt is > 55°C en de zelfontbrandingstemperatuur > 220°C.

Diesel wordt gebruikt als brandstof voor de noodstroomgenerator. Het insluitsysteem bestaat uit een atmosferische tank (bovengronds in een lekbak) met brandstofleidingen naar een tussentank en vervolgens naar het inspuitsysteem van de motor. De handelingen met het insluitsysteem zijn beperkt; het no-breaksysteem wordt enkele malen per jaar beproefd en er hoeft slechts zelden brandstof worden bijgevuld. Hoewel diesel brandbaar is, is het vlampunt dusdanig hoog, dat het onwaarschijnlijk is dat een LoC van diesel zal ontsteken zonder dat reeds een brand aanwezig is. De maatregelen om de risico's te beheersen worden grotendeels beschreven in de scenario's met methanol en aardgastransportvloeistof. Om deze reden zijn er geen installatiescenario's uitgewerkt voor diesel.

2.1.9.5 Glycol

In installaties van Gasunie wordt glycol gebruikt als warmteoverdrachtmedium (koelen en verwarmen) en om gas te drogen. Glycol is een als schadelijk ingedeelde stof. In Aardgasbuffer Zuidwending worden verschillende soorten glycol gebruikt:

- Propyleenglycol/mono-ethyleenglycol (MEG) voor het koelen van de elektrische installaties van elektrisch aangedreven compressoren
- Tri-ethyleenglycol (TEG) voor het drogen van aardgas dat afkomstig is uit ondergrondse gasopslagen.

Aangezien de gevaareigenschappen voor externe veiligheid en arbeidsveiligheid qua aard en ernst niet significant verschillen wordt de risico's van de soorten glycol gezamenlijk behandeld. Gezien de aard van de stof, de beperkte hoeveelheden waarin de stof aanwezig is en het feit dat het vaak gemengd is met water, is het niet reëel dat een incident met glycol leidt tot een incident dat relevant is voor arbeidsveiligheid of externe veiligheid. Na de glycol regeneratie is glycol aanwezig met een hoge temperatuur. Indien een operator wordt blootgesteld aan deze hete vloeistof is letsel niet uit te sluiten, maar dit type incident wordt niet typerend geacht voor deze installatie. Om deze reden worden er geen installatiescenario's uitgewerkt met een LoC van glycol.

2.2 Installatie en lay-out

2.2.1 Plattegrond

Hiervoor wordt verwezen naar het plotplan van Aardgasbuffer Zuidwending (Bijlage 1).

Ter toelichting:

- De controlekamer bevindt zich in gebouw 01H.
- De opslagvoorziening van hulpstoffen is niet apart genoemd. De aard en hoeveelheden van de opgeslagen hulpstoffen is niet zodanig dat deze tot majeure incidenten kunnen leiden.
- De wegen rondom de installatie zijn niet weergegeven op de overzichtstekening van de installatie.

Op de overzichtstekening zijn geen transportroutes op de inrichting weergegeven, omdat er geen frequent transport plaatsvindt. Per transport binnen de inrichting wordt de beste route bepaald voordat het voertuig toegang krijgt tot de inrichting.

Op de risicokaart zijn de wegen rondom de inrichting niet aangeduid als zijnde onderdeel van het basisnet weg voor transport van gevaarlijke stoffen. Zie voor 'gevaaren van buiten' verder paragraaf 1.3.4.

Gasunie beschikt niet over tekeningen van de installatie waarop de wegen rondom de installatie zijn weergegeven. In de onderstaande schermafbeelding van de www.risicokaart.nl zijn de wegen rondom de inrichting weergegeven. Op de Risicokaart staat geen risicocontour door transport.



Figuur 9. Schermafbeelding van www.risicokaart.nl met wegen rondom de inrichting

2.2.2 Indicatie van de hoeveelheden gevaarlijke stoffen

Een overzicht van de maximale hoeveelheden op Aardgasbuffer Zuidwending aanwezige gevaarlijke stoffen is in tabel 5 opgenomen. Alleen de relevante stoffen voor het Brzo zijn vermeld. Voor een compleet overzicht van de aanwezige gevaarlijke stoffen wordt verwezen naar het systeem "[Toxic](#)" (stoffenbestand met daarin de belangrijkste fysische, chemische en veiligheidsgegevens).

Tabel 3. Overzicht hoeveelheden gevaarlijke stoffen⁵

Stof	Verwijzing SEVESO III; Bijlage 1	Maximale hoeveelheid op installatie (ton)	Fysische vorm (fase, druk, temperatuur)	Capaciteit grootste insluitsysteem (ton)*	Aanduiding en locatie grootste insluitsysteem*
Aardgas	Nr. 18 in Deel 2	449.000	Gas, 170 bar, 280K (gemiddeld)	113 (GTI)	Cavernes, veldleidingen en gasstation
Aardgastransport-vloeistof (ontvlambare vloeistof)	P5c in Deel 1	85	Vloeistof met daarboven een deken van aardgas, druk 0,9 bar(g), omgevingstemperatuur	85	Opslagtanks (V-79001 en V-74001)
Diesel (Schadelijk en milieugevaarlijk)	Nr. 34 in Deel 2	49	Vloeistof, atmosferische druk, omgevingstemperatuur	41	Dieseltank
Waterstof	Nr. 15 in Deel 2	2	Gas, 20-700 bar, omgevingstemperatuur	0,0036	Tubetrailer

2.2.3 Beschrijving van de installatie, installatiedelen en gebouwen

In deel 1 is reeds een beschrijving gegeven van het bedrijfsterrein en de daarop voorkomende belangrijkste bovengrondse installaties en gebouwen. In paragraaf 2.1.3 is een beschrijving gegeven van het proces waarbij de belangrijkste installatiedelen zijn genoemd.

2.2.4 Onderverdeling in insluitsystemen

De installatie kan worden onderverdeeld in afzonderlijke insluitsystemen, die afzonderlijk met afstand bediende afsluiters (geïnitieerd door ESD) kunnen worden ingeblokt, zie tabel 6.

Tabel 4. Indeling in insluitsystemen

Insluitsysteem	Subinsluitsysteem
Gastechnische installatie (Injectie)	Gasreiniging (acht scrubbers)
	Vier Meetstraten
	Zes compressie-eenheden
Gastechnische installatie (Productie)	Zes verwarmings- en drukreductie eenheden (heater/choke trains)
	Vier glycolcontactors
	Drie glycolregeneratie-units

⁵ Glycol is in deze tabel niet opgenomen omdat deze niet voor komt in de lijst met gevaarlijke stoffen in bijlage 1, deel 1 en 2 van SEVESO III.

Insluitsysteem	Subinsluitsysteem
Caverne A1	Vloeistofvanger
	Caverne
Caverne A2	Vloeistofvanger
	Caverne
Caverne A3	Vloeistofvanger
	Caverne
Caverne A4	Vloeistofvanger
	Caverne
Caverne A6	Vloeistofvanger
	Caverne
Caverne A7	Vloeistofvanger
	Caverne
Vent-/drainsysteem	
Opslagtank aardgastransportvloeistof	
Tubetrailer waterstofinstallatie	

(Sub-)insluitsystemen zijn afzonderlijk in te blokken. In een aantal gevallen kan dit vanuit de controlekamer. Voor andere situaties kan dit alleen handmatig, maar altijd vanuit een veilige locatie⁶. Daarnaast geldt dat het kunnen inblokken van (sub-)insluitsystemen niet altijd een substantiële vermindering van de effecten tot gevolg hoeft te hebben, omdat de blokafsluiters een bepaalde looptijd hebben. Door het inblokken wordt wel de tijdsduur van de effecten beperkt. De meest effectieve manier om een aardgasbrand te doven (wegnemen van de brandstof) is door het systeem drukloos te maken door gecontroleerd af te blazen via de afblaasstacks.

2.2.5 Beleid ruimtelijke planning en logistiek

Behandeld in VR deel 1, paragraaf 1.2.1.

⁶ Als een handafsluiter niet veilig te bedienen is, kan altijd een groter insluitsysteem worden gekozen dat wel veilig in te sluiten is.

2.3 Veiligheidsbeheerssysteem

Gezien de beperkte grootte van de inrichting Aardgasbuffer Zuidwending en de kleine organisatie die hier werkzaamheden verricht, gelden op installatieniveau geen andere aspecten dan die in [deel 1](#) van de veiligheidsrapportage zijn beschreven.

2.4 Gevaren en maatregelen

In dit hoofdstuk worden de specifieke gevaren, de omvang van de mogelijke effecten bij incidenten en de maatregelen die Gasunie heeft genomen om incidenten te voorkomen beschreven.

2.4.1 Specifieke gevaren van het proces en de installatie

Het proces op Aardgasbuffer Zuidwending is gericht op fysische processen, namelijk het comprimeren en expanderen van aardgas. In het hoofdproces vinden geen chemische reacties plaats. Het grootste gevaar dat is verbonden met de installatie (incl. cavernes) is de aanwezigheid van een grote hoeveelheid aardgas. In de aardgasleidingen is (vrijwel) geen zuurstof aanwezig en de procestemperatuur is ver beneden de zelfontbrandingstemperatuur van aardgas. Het gas kan dus niet spontaan ontsteken tijdens de normale bedrijfsvoering.

Alleen bij het accidenteel vrijkomen van gas (ongewoon voorval) kan dit leiden tot een brand of explosie wanneer er een ontstekingsbron aanwezig is. Er kan bij het vrijkomen van gas alleen een explosie optreden wanneer het gebied voldoende ingesloten ('confined') is.

Voor alle installatieonderdelen, met uitzondering van de aardgastransportvloeistofopslag, geldt dat als gevolg van het vrijkomen van grote hoeveelheden aardgas door lekkage/falen van componenten er brandgevaarlijke situaties kunnen ontstaan.

2.4.2 Specifieke gevaren van de installatie

Onderhoud aan de cavernes kan worden uitgevoerd met een zogenaamde wireline operatie. Hierbij staat de caverne onder druk. Indien hierbij een incident plaats vindt, bestaat er een –overigens zeer onwaarschijnlijke– kans op een blow out. Deze wireline operaties worden door gespecialiseerde firma's met speciale apparatuur uitgevoerd. Bij dergelijk onderhoud worden zeer hoge veiligheidsmaatregelen genomen. In dit VR is een installatiescenario beschreven voor het scenario van een blowout als gevolg van een calamiteit een tijdens wireline operatie, daarin zijn tevens de preventieve en repressieve maatregelen beschreven (zie Installatiescenario 19).

De compressoren zijn elk in een compressorgebouw opgesteld. Indien in het compressorgebouw een ongewenste uitstroming plaatsvindt en dit wordt ontstoken, kan een explosie ontstaan.

2.4.3 Typen schade-effecten die kunnen ontstaan

Indien een eventuele LoC van aardgas, waterstof, methanol of aardgastransportvloeistof wordt ontstoken kan direct vlamcontact, blootstelling aan de optredende warmtestraling of een blootstelling aan de overdrukeffecten in geval van een explosie leiden tot letsel en schadelijke effecten. Ook kunnen letsel en schadelijke effecten ontstaan door projectielen als gevolg van een explosie of door hoge geluidsniveaus tijdens afblaasactiviteiten of fakkelbranden. Letaal letsel op Aardgasbuffer Zuidwending is niet uit te sluiten. De waarschijnlijkheid van dergelijke scenario's is zeer klein.

2.4.4 Mogelijke omvang van deze schade-effecten

In geval van een LoC-scenario kunnen schade-effecten optreden die tot buiten de inrichting van Aardgasbuffer Zuidwending reiken. De omvang van de schade-effecten is afhankelijk van het scenario (zie ook de installatiescenario's). Het installatiescenario met een leidingbreuk van een bovengrondse leiding van 16 inch (circa 170 bar) geeft de grootste effectafstanden (installatiescenario 1).

Naast de installatiescenario's geeft ook de kwantitatieve risicoanalyse (QRA), zie deel 3 VR, inzicht in de (maximale) effectafstanden die bereikt kunnen worden.

2.4.5 Gevarenzones van de installatie m.b.t. ontploffingsgevaar

De locatie voldoet aan de geldende ATEX richtlijn voor zonering en gebruik van apparatuur in gebieden met explosiegevaar. De gevarenzone indeling is uitgevoerd conform NPR 7910-1. De indeling van de gevarenzones staat op de zoneringtekening, zie Bijlage 1.

2.4.6 Insluitsystemen

De insluitsystemen zijn beschreven in paragraaf 2.2.4 (Onderverdeling in insluitsystemen).

2.4.7 Gevaarsinschatting van de insluitsystemen

Het intrinsieke gevaar van een insluitsysteem is afhankelijk van de hoeveelheid stof, de fysische en toxische eigenschappen van de stof en de specifieke procescondities. Om het potentiële gevaar te kunnen vaststellen zijn de aanwijzingsgetallen bepaald (volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3 – Module C, 1 januari 2021, zie ook onderstaande tabel).

Tabel 5. Berekening aanwijzingsgetallen. Zie voor nadere toelichting Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3 – Module C, 1 januari 2021

$A = \frac{Q \cdot O_1 \cdot O_2 \cdot O_3}{G}$	Q; De in het insluitsysteem aanwezige hoeveelheid stof in ton
	O ₁ , O ₂ , O ₃ ; factoren voor procescondities (geen eenheid)
	G; grenswaarde in ton
	O ₁ ; proces = 1, opslag = 0,1
	O ₂ ; buiten = 1, binnen = 0,1, tankput = 0,1 (indien T _p ≤ T _{kook} + 5 °C) of tankput = 1 (indien T _p > T _{kook} + 5 °C)
	O ₃ ; gasfase = 10, vloeistof = 0,1~10 afhankelijk van verzadigingsdruk en partiële dampspanning bij procestemperatuur en T _{kook} .

De resultaten van de berekeningen van de aanwijzingsgetallen per insluitsysteem met aardgas staan in Tabel 8. De grenswaarde voor brandbare stoffen is 10 ton. Stikstof (en LIN) is niet toxisch en is niet brandbaar. Er is daarom geen grenswaarde beschikbaar voor stikstof en LIN.

Tabel 6. Aanwijzingsgetallen insluitsystemen

Insluitsysteem	Q [ton]	O1	O2	O3	G [ton]	Aanwijs- getal
Gastechnische installatie	152	1	1	10	10	152
Caverne A1	138.777	1	1	10	10	138.777
Caverne A2	80003	1	1	10	10	80.003
Caverne A3	86670	1	1	10	10	86.670
Caverne A4	78669	1	1	10	10	78.669
Caverne A6	85336	1	1	10	10	85.336
Caverne A7	133.338	1	1	10	10	133.338
Waterstofinstallatie	2	1	1	10	10	2
Aardgastransportvloeistof- opslagtank ¹ en vent-/drainsysteem	85	0,1	1	10	10	8

¹ De factor O3 bij deze stoffen is conservatief op 10 gesteld.

2.4.8 Overwegingen voor beveiliging

Ten aanzien van de preventie van zware ongevallen hanteert Gasunie de volgende uitgangspunten (in volgorde van prioriteit):

1. Het voorkomen van het ongecontroleerd vrijkomen van gevaarlijke stoffen (een loss of containment; LoC) door een intrinsiek veilig, duurzaam en integer ontwerp, constructie en operationeel beheer van de installatie, dat gebaseerd is op nationaal en internationaal gehanteerde normen. Ter beheersing van dit doel maakt Gasunie gebruik van [Gasunie Technische Standaarden](#) (GTS) en de bijbehorende systematiek. Hierin zijn technieken voorgeschreven die zichzelf bewezen hebben en die gebaseerd zijn op, of gebruikmaken van, recente inzichten op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu.
2. Indien een LoC niet uit te sluiten is, moeten adequate barrières (lines of defence; LOD) worden aangebracht om de kans op LoC te verkleinen of om escalatie te voorkomen. De prioriteit van de beheersmaatregelen zijn:
 - Preventieve beheersmaatregelen (maatregelen gericht op het voorkomen van een calamiteit).
 - i. Technische beheersmaatregelen. De technische beheersmaatregelen zijn veelal beschreven in de GTS'en. Er zijn o.a. GTS'en voor het intrinsiek veilig en integer ontwerp van installaties, het aanbrengen van beveiligingen, zonering, gasdetectie, ESD en onderhoud;
 - ii. Organisatorische beheersmaatregelen (zoals werkvergunning, etc.).
 - Repressieve beheersmaatregelen (maatregelen gericht op het beperken van een effect na een calamiteit).
 - i. Bedrijfshulpverlening;
 - ii. Calamiteitenplannen (vastgelegd in het [Handboek Emergency Control](#));
 - iii. Bedrijfsnoodplannen.
 - Het toepassen van een Management of Change systematiek waarbij wijzigingen van technische en/of organisatorische aard ten aanzien van het veiligheidsbeheerssysteem op maat zijn geborgd. Op maat betekent hier dat afhankelijk van de situatie, maar vanuit de gedachte van de voorgaande punten ten aanzien van veiligheid, wordt gehandeld.

Verder wordt op basis van de door Gasunie gehanteerde risicomatrix een beoordeling gegeven van het risico voor de geïnventariseerde installatiescenario's. Deze beoordeling van het risico begint met het inschatten van het basisrisico (het risico zonder beheersmaatregelen) op basis van expert judgement door een expert team (samengesteld uit deskundigen van het hoofdkantoor en de installatie). Op basis van het soort effect en de omvang ervan wordt vervolgens geschat wat het aantal slachtoffers binnen en buiten de inrichting kan zijn. Vervolgens is voor elke onafhankelijke beheersmaatregel de kans of de ernst van het effect één stap gereduceerd. Hierbij is vanzelfsprekend beoordeeld of de beheersmaatregel de kans op het installatiescenario of het effect van het installatiescenario reduceert.

Uitsluitend indien het risico een beoordeling 'L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden' oplevert, is sprake van een acceptabele situatie zonder nadere acties. Bij elke andere beoordeling dienen maatregelen te worden getroffen om het risico te reduceren. Daarbij wordt qua aanvullende maatregelen de bovengenoemde prioriteit gevolgd.

2.4.9 Overzicht van installatiescenario's

De installatiescenario's die voor de Aardgasbuffer Zuidwending zijn beschouwd, zijn gebaseerd op een inventarisatie van scenario's die kunnen leiden tot een zwaar ongeval. Voor een groot deel is hierbij gebruik gemaakt van de resultaten van een internationaal project met aardgas-transportbedrijven waarin een gezamenlijke methodiek en risicomodel voor het uitvoeren van kwantitatieve risicoanalyses is ontwikkeld. De keuze van de scenario's is gemaakt op basis van het Scenariodocument Gasunie.

Voor elk van de geïnventariseerde installatiescenario's is vervolgens een directe oorzaak gedefinieerd. In PGS 6 (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen; Aanwijzingen voor implementatie van Brzo 2015) wordt een aantal directe oorzaken genoemd (zijn overgenomen uit het Rrzo 2015), waarvan tenminste moet worden beschouwd of ze een scenario op gang kunnen brengen.

Directe oorzaken voor een LoC zijn: corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fout tijdens gebruik, wijziging en onderhoud. De directe oorzaken zijn zo gekozen dat door middel van de uitgewerkte installatiescenario's een representatief beeld ontstaat van de aanwezige LOD's binnen de inrichting van het compressorstation om de ongevalsscenario's zoveel mogelijk te voorkomen dan wel de gevolgen daarvan tot een minimum te beperken. In het onderstaande wordt beschreven op basis van welke redenen is gekozen geen of juist wel een scenario uit te werken op basis van de in de Rrzo gespecificeerde directe oorzaken.

Corrosie

Corrosie als faaloorzaak in ondergrondse leidingen heeft een relatief lage kans van voorkomen (zeker binnen het hekwerk), doch kan leiden tot een aardgasuitstroming in verticale richting. Daarom is corrosie beschouwd als direct oorzaak in het scenario: 'Lekkage ondergrondse leiding'.

Erosie

Erosie wordt uitgesloten als faaloorzaak van een LoC in de installaties en leidingen van Gasunie. Fijne deeltjes als gevolg van het proces komen niet voor in het Gasunie-leidingensysteem. Voordat het aardgas in de Gasunie leidingen wordt ontvangen, is het door de leveranciers door filters ontdaan van vloeistof en vaste deeltjes. Door condensatie kunnen in de leidingen vloeistofdeeltjes ontstaan. Het aardgas wordt gefilterd door middel van filterseparatoren en/of cyclonen.

Het systeemontwerp is zodanig, dat de stroomsnelheid lager is dan 20 m/s. Door Gasunie is in de jaren '70 vastgesteld, dat bij deze stroomsnelheden erosie is uit te sluiten.

Externe belasting

In het ontwerp van de constructies worden op basis van vastgelegde (GTS) gedetailleerde normen en procedures uitgebreide berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de benodigde sterkte van de draagconstructies. In scenario 1 'Leidingbreuk van een bovengronds gelegen leiding' worden deze normen benoemd en zijn de beheersmaatregelen uitgewerkt die gelden voor een scenario met als oorzaak 'impact'. Omdat de effecten zoals beschreven in dit scenario maatgevend zijn en de beheersmaatregelen voor een scenario voor 'externe belasting' niet wezenlijk anders zijn, wordt er geen apart installatiescenario uitgewerkt voor 'externe belasting'.

Impact

Impact is opgenomen als oorzaak van een leidingbreuk van een bovengronds gelegen aanvoerleiding en van een blowout als gevolg van een calamiteit tijdens een wireline operatie. Deze scenario's kunnen de grootst mogelijke uitstroming en dispersie van aardgas in de atmosfeer veroorzaken.

Overdruk

De ontwerpdruk van de gastechnische installatie van Aardgasbuffer Zuidwending is bijzonder hoog, waardoor het niet mogelijk is om vanuit de cavernes of vanuit het HTL overdruk te genereren in de GTI. De volgende scenario's zijn (zonder de aanwezige beveiligingen) wel mogelijk:

1. Overdruk in de cavernes vanuit de GTI.
2. Overdruk in de lagedruk delen van de GTI vanuit de hogedruk delen.

3. Overdruk vanuit de GTI naar het HTL.

Ad 1. De cavernes mogen een maximale druk van ca.170 bar (wellheadpressure) bevatten, dit verschilt per caverne. In principe kunnen de compressoren de cavernes op overdruk brengen, maar de injectiecapaciteit is beperkt ten opzichte van het volume van de cavernes. Door overdruk-beveiliging in de vorm van een ESD, het toezicht van de operators in de bedieningskamer en het feit dat dit scenario zich relatief langzaam ontwikkelt is geen scenario opgenomen voor deze faaloorzaak.

Ad 2. Bij overgangen in drukklasse van installatiedelen wordt de druk beheerst door middel van drukregelingen en overdrukbeveiligingen (in de vorm van HIPPS).

Ad 3. Bij overgangen in drukklasse van GTI naar het HTL wordt de druk beheerst door middel van drukregelingen en overdrukbeveiligingen (in de vorm van HPSD's).

Een mogelijk overdrukscenario in het condensaatstelsel (aardgastransportvloeistof) van Aardgasbuffer Zuidwending is uitvoerig geanalyseerd en beoordeeld tijdens een expertmeeting op 22 september 2015. De inhoud en conclusies van de expertmeeting zijn vastgelegd in notitie 74107177/5/definitief, opgesteld door Alex Bloemsma van DNV GL "*Beoordeling installatiescenario overdruk condensaat-tank Aardgasbuffer Zuidwending*". Hierin is geconcludeerd dat overdruk in het condensaatstelsel van Aardgasbuffer Zuidwending geen realistisch scenario is vanwege de beveiligingen in het stelsel.

Onderdruk

De cavernes hebben een minimum druk nodig om weerstand te bieden tegen de druk van de aardlagen boven de caverne. Een te lage druk zal op termijn problemen leveren en kan het noodzakelijk maken om de cavernes uit gebruik te nemen en te vullen met water of pek. Door drukregeling, het toezicht van de operators in de bedieningskamer en het feit dat dit scenario zich relatief langzaam ontwikkelt is geen scenario opgenomen voor deze faaloorzaak.

Als een compressor aardgas aanzuigt, terwijl de afsluiter in de aanvoerleiding gesloten is kan de compressor een onderdruk genereren. Deze onderdruk wordt begrensd door de persdruk en de compressiefactor van de compressor. Als de persdruk gelijk is aan de atmosferische druk, is de maximale onderdruk ca. 0,75 bar(a). Deze leidingen zijn bestand tegen deze druk. Voor deze faaloorzaak is daarom geen scenario opgenomen. Wel zijn de compressoren beveiligd voor dit scenario.

Lage temperatuur

Lage temperaturen kunnen ontstaan door het Joule-Thompson effect tijdens het reduceren van druk. Om de temperatuur van het gas binnen de ontwerp-specificaties van de installatiedelen te houden zijn warmtewisselaars met regeling en beveiliging (alarm en trip) geïnstalleerd. De ontwerp-specificaties komen al aan de orde in scenario 2, 3, 5 en 7. De effecten van een lage temperatuur scenario (breuk) wordt reeds beschreven in de andere scenario's. Voor deze faaloorzaak is daarom geen scenario opgenomen.

Hoge temperatuur

De maximaal haalbare temperaturen door compressie van aardgas kunnen niet leiden tot het falen van de omhulling. Aantasting van de coating op de leidingen door temperatuurverhoging door compressie is wel mogelijk op enkele locaties. De leidingen en installaties zijn dusdanig ontworpen, dat ze bestand zijn tegen deze temperaturen. Daar waar verwarmingstoestellen in de installatie aanwezig zijn (bijvoorbeeld de warmtewisselaar voor de drukverlaging en in de glycol regeneratie) is door het ontwerp van de installatie (gebruik geschikte materialen, procesregelingen en – beveiligingen) geborgd dat de temperaturen binnen de ontwerp-specificaties blijven.

Hoewel de installaties ruim bemeten zijn, waardoor de afstand van een externe brand tot de installatie minimaal een aantal meters zal zijn, is hoge temperatuur ten gevolge van een externe brand niet uit te sluiten. Typerend aan de installatie zijn echter de bovengrondse gasvoerende leidingen, indien een lekkage van een leiding ontsteekt en vervolgens een andere leiding aanstraalt kan de ontwerp temperatuur van de aangestraalde leiding worden overschreden, verzwakken en uiteindelijk falen. Dit scenario is uitgewerkt in scenario 15.

Trillingen

Deze faaloorzaak is uitgewerkt in scenario 5; waarin het afbreken of scheuren van leiding-appendage wordt beschreven. Risico's als gevolg van strominggeïnduceerde pulsaties zijn gemitigeerd door analyse en juist ontwerp. Daarnaast wordt de stroomsnelheid van het gas binnen de specificaties gehouden.

Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud⁷

Deze oorzaak is opgenomen in de scenario's:

- 'Lekkage afsluiter in persleiding van compressor',
- 'Blikseminslag in afblaasstack',
- 'Gasdoorslag van glycolcontactor naar glycolregeneratie'
- 'Gasuitstroom langs casing'
- 'Ontsteking van explosief mengsel bij ophoping van waterstof in compressorcontainer'

In Tabel 9 is een overzicht opgenomen van de installatiescenario's die voor de installatie zijn beschouwd. In Figuur 9 is de locatie van de installatiescenario's weergegeven.

⁷ Het is tijdens het ontwerp, gebruik of onderhoud van een installatie mogelijk dat er menselijke fouten kunnen worden gemaakt. Deze zijn onderdeel van foutenboom 'Overschrijding belastingsgrenzen' door fouten in het ontwerp of het bouwen of onderhoud van een installatie en onderdeel van de foutenboom 'Falen omhulling door fout operator' tijdens het gebruik van een installatie.

Tabel 7. Overzicht geselecteerde installatiescenario's⁸

Nr.	Scenario	Toelichting keuze	Directe oorzaak (PGS 6/Rrzo)
1	Leidingbreuk van een bovengronds gelegen leiding	Grootst mogelijke uitstroming en dispersie van aardgas in de atmosfeer (en tevens resulteert tevens in de grootste fakkelbrand bij directe ontsteking).	Impact
2	Lekkage afsluiter in persleiding van compressor	Het scenario kent een relatief hoge kans van optreden en is typisch voor ongevalsscenario's die in het compressor- en brandstofgebouw kunnen plaatsvinden.	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
3	Lekkage ondergrondse leiding	Het scenario heeft een relatief lage kans van voorkomen (zeker binnen het hekwerk), doch kan leiden tot een redelijke aardgasuitstroming in verticale richting.	Corrosie
4	Blikseminslag in afblaas-stack	Aan dit scenario wordt de hoogste kans van optreden toegekend binnen het kader van externe beïnvloedingen.	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
5	Afbreken / scheuren leidingappendage door trillingen	Het scenario kent een relatief hoge kans van optreden en is typisch voor systemen met zwaar rotating equipment zoals compressoren.	Trillingen
15	Domino-effect van lek naar breuk leiding	Dit scenario beschrijft de risico's van het falen van een leiding doordat deze wordt aangestraald door een ontstoken lek uit een nabijgelegen leiding. De kans hiertoe is aanwezig doordat er meerdere bovengrondse leidingen op de installatie zijn die in elkaars nabijheid liggen.	Hoge temperatuur
16	Gasdoorslag van glycolcontactor naar glycolregeneratie	Dit scenario is opgenomen, omdat het een typerend scenario is voor de risico's van de glycolcontactor en de beheersmaatregelen om deze risico's te beheersen goed weergeeft.	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
18	Gasuitstroom langs casing	Dit scenario is typerend voor de functie van Aardgasbuffer Zuidwending en daarom relevant om te beschouwen. Het scenario beschrijft de typerende beheersmaatregelen die zijn genomen om de integriteit van een caverne te waarborgen.	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
19	Blowout als gevolg van calamiteit tijdens wireline operatie	Dit scenario is typerend voor de functie van Aardgasbuffer Zuidwending en daarom relevant om te beschouwen. Het scenario beschrijft de specifieke risico's en beheersmaatregelen tijdens werkzaamheden aan de wellhead. Het gevolg van de gasuitstroom zoals	Impact

⁸ De nummering van de installatiescenario's in deze tabel komt overeen met de nummering zoals in het Scenariodocument.

Nr.	Scenario	Toelichting keuze	Directe oorzaak (PGS 6/Rrzo)
		beschreven in dit installatiescenario is een blowout (waarvan de mogelijke gevolgen zijn gekwantificeerd in een QRA scenario en opgenomen in het Rampenbestrijdingsplan en Bedrijfsnoodplan).	
23	Ontsteking van explosief mengsel bij ophoping van waterstof in compressorcontainer	Waterstof is een stof met een hoge reactiviteit (in tegenstelling tot aardgas dat een lage reactiviteit heeft). Hierdoor is er een verhoogd explosiegevaar wanneer het gas zich ergens ophoopt. Dit scenario is typerend voor de waterstofinstallatie en daarom relevant om te beschouwen.	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud



Figuur 10. Locaties van installatiescenario's (rood omrand). Zowel op de gastechnische installatie als op de caverne pads

2.4.10 Installatiescenario's

In deze paragraaf wordt voor elk van deze scenario's een volledige uitwerking gegeven in bijlage 2, conform de rapportage eisen in PGS 6. De effecten zijn berekend met behulp van softwareprogramma Phast 8.4. Dit is de meest recente versie van Phast, het consequentie model dat door Safeti-NL wordt gebruikt. De berekeningen zijn uitgevoerd conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. De modellering van alle scenario's is terug te vinden in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.

Schade-effecten zijn berekend op een hoogte van 1 meter boven grondniveau, voor weertype D5 (met dag parameters) en F1,5 (met nacht parameters). Voor warmtestraling zijn afstanden berekend tot 3, 10 en 35 kW/m² en voor volkbranden zijn de afstanden tot de 'Lower Flammable Limit' (LFL) en 'Upper flammable Limit' (UFL) berekend. Er zijn geen installatiescenario's met toxische of overdruk schade-effecten.

Tot slot is voor elk van de beschouwde LoC-scenario's een inschatting gemaakt van de kans van optreden en de mogelijke gevolgen daarbij, na het nemen van alle LOD's. Op basis hiervan is een risicobeoordeling gegeven. Voor zowel de kwantificering van de kans, de aanduiding van de gevolgen en de risicobeoordeling wordt verwezen naar het PBZO-document (Preventiebeleid ter voorkoming van zware ongevallen, zie bijlage 3 van deel 1).

Bijlage 1. Tekeningen

In VR-deel 1, bijlage 1, staan de tekeningnummers en verwijzingen genoemd waarnaar verwezen wordt in tenminste één van de drie VR delen van Aardgasbuffer Zuidwending. Deze is dan ook voor ieder VR deel van Aardgasbuffer Zuidwending gelijk. In [DDS+ \(digitaal documentatiesysteem\)](#) is de actuele versie van de tekeningen op te vragen.

Bijlage 2. Installatiescenario’s

Installatiescenario 1. Leidingbreuk van een bovengronds gelegen leiding						Toelichting op keuze		
Directe oorzaak		Impact				PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.		
Basisoorzaak		Falen omhulling door inslag, botsing, stoten (PGS6, foutenboom 5).				In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.		
Beschrijving		Bij de aanvang van stoppelwerkzaamheden in het kader van een project op een installatie wordt een aanboorafsluiter met een split-T over gasvoerende leidingen gehesen. Door het afbreken van een of meerdere hijs-ogen op de last valt de aanboorafsluiter op de leiding waardoor deze scheurt.				De hijsogen die door de fabrikant zijn aangebracht, zijn mogelijk niet geschikt voor het hijsen van een gecombineerde last van de aanboorafsluiter, de actuator en de split-T (de actuator stuurt de afsluiter, de split-T is de helft van een t-stuk). Het gaat hier om een project op een 'bouwplaats'; een terrein waarop in opdracht van Gasunie bouwen/of constructiewerkzaamheden worden uitgevoerd (CSA-38-N).		
Exacte locatie van LoC		Het scenario is uitgewerkt voor de inlaat van de inlet seperator in de flowline tussen caverne A7 en de gastechnische installatie.				Deze leiding bevindt zich bovengronds, heeft de grootste effectafstand door een druk van 170 bar en een diameter van 16 inch. Direct naast de inlet seperator is een weg gelegen.		
LoC type		Leidingbreuk						
Gevaarlijke stof		Aardgas						
Hoeveelheid of debiet		Gemiddelde uitstroming tussen t=0 en t= 20 sec: 1,3 ton/s, uitstroming op t=600 sec: 0,28 ton/s				Bij een breuk van de leiding loopt de druk en daarmee de hoeveelheid aardgas die uitstroomt de eerste 20 seconden sterk terug. Daarna blijft de uitstromende hoeveelheid constant tot dat het betreffende leidingdeel wordt ingeblokt en de uitstroming wordt beëindigd. De uitstroming is berekend met Phast 8.4 in de PSUX-file met de 'Installatiescenario's Zuidwending' is de uitstroming berekend met het scenario type 'long pipeline' genaamd 'Installatiescenario 1' en uitgelezen van het tabblad Discharge.		
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig						
Uitstroomcondities		Druk: 170 barg Temperatuur: 9 °C						
Uitstroomopening		16 inch				Dit is de diameter van de grootste bovengrondse leiding op de inrichting.		
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand				De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het 'long pipeline model' genaamd 'Installatiescenario 1'.		
		Afstand tot 35 kW/m²		D5: 289 m F1,5: 286 m				
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: 390 m F1,5: 381 m				
		Afstand tot 3 kW/m²		D5: 554 m F1,5: 553 m				
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)								
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie				
PV: Is wel eens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: Meerdere doden (E)		C – Niet acceptabel		Indien het incident gebeurt zullen er altijd meerdere werknemers bij hijsklussen binnen de 35 kW/m² contour zijn. De kans dat dit incident plaatsvindt, wordt niet significant geacht gedurende de levensduur van de installatie.		
EV: 10 ⁻⁴ < f < 10 ⁻² (3)		EV: 1 tot 10 doden (C)		M – Acceptabel onder toepassing van ALARA		Binnen de 35 kW/m² contour zijn geen woonhuizen aanwezig. De kans dat dit incident plaatsvindt, wordt niet significant geacht gedurende de levensduur van de installatie.		
Lines of Defence								
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)	Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)	Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk 'Generieke Voorzieningen' resp. de scenario's op inrichting-niveau.	Procedure, alarm, opleiding, ontwerp
PRE	REP	T	P	O				
PRE		T			De hijskraan is uitgerust met een LMB systeem (Last Moment Beveiliging).			Ontwerp
PRE			P		Beoordeling noodzaak hijs- en uitvoeringsplan	CSA-38-N	Indien een hijsplan noodzakelijk is zal Gasunie dit aan de hijsfirma kenbaar maken. De criteria voor deze beoordeling staan beschreven in CSA-38-N	Procedure
PRE			P		Gasunie kiest enkel hijsfirma's die conform VVT werken	CSA-38-N	VVT is de Vereniging Verticaal Transport (VVT), de brancheorganisatie voor bedrijven werkzaam in het verticaal transport en geeft werkrichtlijnen af voor veilig hijsen op bouwplaatsen.	Procedure

PRE			P		Opstellen hijsplan	CSA-38-N	De hijsfirma stelt een hijsplan op conform de richtlijnen van CSA-38-N. Met dit hijsplan legt de hijsfirma vast welk materieel nodig is en dat het materieel geschikt is voor de hijsklus. Uit het hijsplan blijkt onder andere wat de belasting op de bodem is, wat het hijsbereik is, welke gereedschappen zullen worden gebruikt, etc.	Procedure
PRE			P		Opstellen uitvoeringsplan	CSA-38-N	Gasunie stelt op basis van het hijsplan een uitvoeringsplan op, conform CSA-38-N.	Procedure
PRE			P		Controle geschikt materieel en last	hijsplan en uitvoeringsplan ¹	Het hijsplan van de hijsfirma wordt beoordeeld door Gasunie. Of deze beoordeling heeft plaatsgevonden wordt geverifieerd bij de toolbox voorafgaand aan de hijsoperatie. Bij aankomst van het hijsmaterieel op locatie beoordeelt Gasunie of het materieel overeenkomt met de specificaties zoals vastgelegd in het hijsplan. Het hijsplan zorgt ervoor, dat de juiste kraan wordt gekozen. Alleen bij een afwijkend gewicht van de last zou het kunnen, dat de last te zwaar is voor de kraan en grijpt de LMB tijdig in. Als dat het geval is, moet er een andere kraan komen die de last wel kan dragen. De machinist moet dus op een gegeven moment wel controleren of het gewicht van de last overeenkomt met het aan de hijsfirma opgegeven gewicht van de last.	Procedure
PRE			P		Toolbox waarin aan de hand van een checklist de conformiteit met het hijsplan, uitvoeringsplan en overige risico's worden beoordeeld (zoals de vastgelegd in de TRA).	Checklist toolbox	Met de toolbox wordt geverifieerd dat een ieder op de hoogte is van de veiligheidsmaatregelen en wordt zeker gesteld dat iedereen op de hoogte is van, en dat er wordt gewerkt conform de veiligheidsmaatregelen in het hijsplan en uitvoeringsplan	Procedure
PRE			P		Beoordeling en aanslaan van de last door een VVL gecertificeerde aanpikker (rigger)	CSA-38-N	Borging van het vakmanschap van de aanpikker	Opleiding
PRE			P		Het hijsgebied wordt afgezet	CSA-38-N	Deze LOD voorkomt dat het hijsgebied wordt betreden door niet betrokkenen.	Procedure
PRE			P		De fabrikant van de last levert een specificatie mee van de manier waarop de last gehesen mag worden.	Lifting procedure bij de last wordt aangeleverd door de fabrikant.	Hijsogen op de last mogen niet zonder meer worden gebuikt in geval van een samengestelde last, indien dit niet is aangegeven.	Procedure
PRE			P		Hijsmiddelen worden geïnspecteerd en gekeurd	Certificaten hijsmiddelen Kraanboeken	Periodieke keuring en inspectie van hijsmiddelen conform EKH en TCVT schema W1-01. De aanpikker is verantwoordelijk voor de beoordeling en visuele inspectie van de hijsmiddelen die hij/zij gebruikt. Steekproefsgewijs wordt door Gasunie een visuele inspectie op de hijsmiddelen uitgevoerd.	Procedure
PRE			P		De hijsfirma vraagt specificatie van de hijsogen op bij de opdrachtgever van de last	VVT richtlijnen	Indien deze specificaties niet geleverd kunnen worden zal de hijsfirma in overleg met de opdrachtgever een passende oplossing formuleren.	Procedure
PRE				O	Specificeren van de last	Hijsplan conform CSA-38-N	Hijsvoorzieningen, gewicht, zwaartepunt, etc wordt gespecificeerd en vastgelegd in hijsplan conform CSA-38-N	Procedure
PRE				O	Opleiding van de kraanmachinist	TCVT certificaat	Borging van het vakmanschap van de kraanmachinist	Opleiding
PRE				O	Toezicht van Gasunie op de totale hijsklus	Werkvergunningenprocedure Handboek 'directievoering projecten'	Door het toezicht op het hijsplan door Gasunie wordt zekergesteld, dat wordt gewerkt conform de overeengekomen veiligheidsmaatregelen	Procedure
PRE				O	De verantwoordelijkheid van het uitvoeren van hijsklus ligt bij de hijsmeester. De hijsmeester is een persoon van de hoofdaannemer of van Gasunie.	Uitvoeringsplan hijswerkzaamheden	De verantwoordelijkheden en taken van de betrokkenen bij de hijsklus worden vastgelegd in uitvoeringsplan hijswerkzaamheden. Door aanwijzing van een hijsmeester wordt geborgd dat er één persoon aanwezig is die toezicht houdt op de werkzaamheden en toeziet op uitvoering in overeenstemming met de documenten (hijsplan, uitvoeringsplan, checklist, CSA-38-N, etc)	Procedure
PRE				O	Opleiding bedienend personeel	VCA	Minimale eisen aan het vakmanschap van de aanwezigen	Opleiding
PRE				O	Werkvergunningensysteem	VGM 3.2-10	Het werkvergunningensysteem garandeert een risicobeoordeling van de taak door een deskundig persoon en communicatie over de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen met de vergunninghouder.	Procedure
	REP	T			Op afstand bedienbare afsluiters	PFD, P&ID A-436-LS-913-001-020/021, OSA-07-N Voorschriften noodstopssystemen AutomatischeOp afstand bedienbare afsluiters op gastechnische installatie, (zie P&ID A 436-LS-91300-001-0021); GV91304 (FC), GV91370 (FC), GV91372 (FC) Bij caverne A7 (zie P&ID A 436 LS 913-001-021); XGV91301 (FC), XGV91314 (FC), XEV91314 (FC), XGV91319 (FC), SSV XGV91356 (FC), XGV91324 (FC), XEV91324 (FC), SSV XGV91366 (FC)	LOD want kan insluiten kan vanaf grote afstand van de LoC. Een gasbrand moet worden bestreden door het beëindigen van de uitstroming van gas. De op afstand bestuurbare afsluiters maken mogelijk om snel en efficiënt een LoC te beëindigen. De sluittijd is afhankelijk van het type afsluiter en de diameter: een richttijd voor het sluiten van een afsluiter is 0,5 tot 4 seconden per inch (zie MSM-08-E, version 7, 16/4/2013). Zowel bij de inlet separator als bij de caverne zijn ook nog een aantal handbediende afsluiters aanwezig om de gastoevoer vanuit caverne A7 te beëindigen. Deze zijn niet opgenomen als LOD, omdat alleen de duur van het scenario hiermee wordt verkort. De gevolgen zullen niet kleiner worden, omdat in de eerste minuut na de ontsteking van de uitstroming de gevolgen zullen ontstaan.	Ontwerp
	REP	T			Flowmeting met hoog alarm op wellhead A7a/b	FE91324 stuurt via logic solver US-91320 afsluiter XGV91324 (FC) dicht	Bij een leidingbreuk zal de flow hoger worden dan normaal. Het hoge flow-alarm zal de toevoer van gas uit de caverne beëindigen in dit geval. Deze flowmeting is onderdeel van de procesbesturing en kan niet worden gezien als een beveiliging maar alleen als een regeling.	Alarm

¹ Het hijsplan is van het kraanbedrijf en geeft antwoord op de vraag welke kraan wordt ingezet om de last te kunnen dragen en geeft de opstellingstekening. In het hijsplan staat, dat de kraan de last van de begin- naar de eindpositie kan verplaatsen. Hoe en door wie (verantwoordelijkheden) staat in het uitvoeringsplan

	REP	T			LPSD op caveerne A7 sluit SC-SSSV	PT91311A/B/C stuurt via Safeguarding caveerne A7 (UZ-91310) de XGV91311/21 dicht	Bij leidingbreuk zal de druk in caveerne A7 op termijn lager worden en in dat geval sluit de LPSD de Sub Surface Safety Valve (SC-SSSV) XGV91311/21.	Alarm
	REP	T			Dichtsturen GV 91331/41 en EV 91332/42 bij signaal safeguarding van caveerne A7	Safeguarding caveerne A7 US91310 stuurt GV91331/41 dicht en geeft signaal door naar logic solver US-91350 en die stuurt EV91332/42 dicht	Het signaal van Safeguarding caveerne A7 US91310 zal bij een lage druk in de caveerne op termijn ook de outlet (gezien vanaf de caveerne) van de inletseparator dichtsturen.	Procedure
	REP	T			Niveaumeting met low alarm op outlet van de inlet separator	LIT91372 stuurt via logic solver UZ-91370 afsluiter GV91370 (FC) dicht	De DN50 vloeistofleiding is van kleiner belang bij dit scenario, maar deze LOD zorgt ervoor dat de vloeistofleiding normaliter is afgesloten tenzij er vloeistof moet worden afgelaten uit de separator.	Alarm
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en eigen calamiteitenorganisatie	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan. Een brandmelding gaat ook direct door naar de CCP. CCP verwittigt het CMK. CMK belt de brandweer. CCP belt de wachtdienst.	Procedure
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies en opleiding voor omgang met calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Bedrijfsnoodplan, Handboek Operations Emergency control (OEC)	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie				
PV: Bekend binnen de branche (2)		PV: Meerdere doden (E)		H - Niet gewenst, management goedkeuring middels - GTS: LA 15.0474 : Abbing Mollink Verklaring tot acceptatie van restrisiko's overeenkomstig vigerende PBZO voor periode van twee jaar tbv GTS. - BBL VOF: 15.0016: Mollink Pijkeren; Verklaring tot acceptatie van restrisiko's overeenkomstig vigerende PBZO voor periode van twee jaar tbv BBL.		Deze beoordeling is hoofdzakelijk gebaseerd op het ontbreken van een of meerdere beheersmaatregelen voor de risico's gerelateerd aan het afbreken van hijsogen. Tijdens de expertmeeting is vastgesteld dat momenteel onvoldoende zeker gesteld wordt dat de hijsvoorzieningen op de (gecombineerde) last toereikend zijn voor de hijsklus. Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risico reducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M bereikt is, plan van aanpak + risicostudie noodzakelijk, alleen met instemming van unitmanager O of P mag een H situatie blijven bestaan.		
EV: 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶ (2)		EV: 1 tot 10 doden (C)		M - Acceptabel onder toepassing van ALARA		Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.		

Installatiescenario 2. Lekkage afsluiter in persleiding van compressor			Toelichting op keuze
Directe oorzaak	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.		PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.
Basisoorzaak	Overschrijding belastinggrenzen (PGS6, foutenboom 2 ²), veroudering / slijtage		In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.
Beschrijving	Door een lekkende inwendige seal van de afsluiter EV60144 van de compressor komt aardgas via de stemafdichting in de compressorhal vrij. Het vrijkomende gas wordt met vertraging ontstoken door een defecte kabel bij de HPSD-transmitters. Door de vertraagde ontsteking is het effect een wolkbrand.		1 Verduidelijking van het ontstaan van het scenario. Lekkage treedt op in een spleet bij de stem van de afsluiter. Hierdoor treedt een lekkage met een beperkt debiet op, waardoor het geen reëel scenario is dat de hal met een explosief mengsel is gevuld, maar er ontstaat een wolk met een explosief mengsel met een beperkte grootte. 2. Voor de uitwerking van het scenario wordt gekozen voor een wolkbrand, omdat er onvoldoende obstakels zijn om een explosie te veroorzaken en onvoldoende volume om de hal te vullen met een explosief mengsel.
Exacte locatie van LoC	Binnen: in de actuator van de drainafsluiter 005 (zie tekening MAN Gas Injection Compressor – Dry Gas Seal System 837036478) bij compressor C601 in gebouw 01C.		Dit is één van de grootste gasafsluiters in het compressorgebouw.
LoC type	Lekkage, berekent als een rond gat met een diameter van 5 mm.		Door de beperking van Phast kunnen alleen effecten van ronde gaten worden berekend.
Gevaarlijke stof	Aardgas		
Hoeveelheid of debiet	8,5 g/s (constant)		Deze lekkage is ten opzichte van de gehele inhoud van het systeem zo klein dat deze geen invloed heeft op de druk en daarmee het uitstroomdebiet. De uitstroming blijft constant tot het lek groter wordt of de lekkage wordt ontdekt. Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 2'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.
Fase van de vrijkomende stof	Gasvormig		
Uitstroomcondities	Druk: 2 barg Temperatuur: 9 °C		Bij slijtage zal de volumestroom van de lekkage in het begin zeer klein zijn, waardoor er een grote drukval is over de seal. Op basis van expert opinion wordt het niet realistisch geacht dat deze lekkage ongemerkt kan doorgroeien.
Uitstroomopening	2,5 mm diameter		De ruimte tussen de stem en de behuizing van de stem, waarbij rekening is gehouden met een niet goed functionerende afdichting heeft een geschat oppervlak van 60 mm². Het gas zal daarna via het ventgaatje ('breather') op de stem of het ventgaatje op de tandwielkast vrijkomen. Het ventgaatje op de schutbuis voor het aflaten van druk uit het tandwielhuis is 5 mm².
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)	Effect: gaswolk, wolkbrand ³		Rondom de uitstroming zijn in principe geen actieve ontstekingsbronnen aanwezig, waardoor het niet waarschijnlijk is dat de LoC direct wordt ontstoken. Het effect is daarom berekend van een vertraagde ontsteking van de LoC: een wolkbrand.
	Afstand tot LFL:	D5: 0,64 m F1,5: 1,1 m	De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het scenario genaamd 'Installatiescenario 2'.
	Afstand tot UFL:	D5: 0,42 m F1,5: 0,41 m	
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)			
Kans op zwaar ongeval	Effect van de gevolgen	Classificatie	
PV: Is wel eens gebeurd bij Gasunie (3)	PV: Verzuim / LTI (C)	M – Acceptabel onder toepassing van ALARA	Door het beperkte effectgebied kan er maximaal één persoon letsel oplopen, het letsel wordt als niet letaal ingeschat.
EV: Geen kans op zwaar ongeval buiten de terreingrens	EV: Geen effect buiten de inrichting	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Er is geen kans op effect buiten het hekwerk van de inrichting.
Lines of Defence			

² Foutenboom genoemd in bijlage 8 van PGS 6:2006 (Aanwijzingen voor implementatie van Brzo'99).

³ Doordat het een klein lek betreft is de maximale omvang van de brandbare gaswolk gering en is de ontbranding vergelijkbaar met die in het vrije veld. De snelheid van het vlamfront is kleiner dan de geluidssnelheid, waardoor sprake is van een wolkbrand en niet van een explosie. Als een LoC dusdanig groot is dat de compressorhal gevuld is, zal door de omhulling wel een explosie kunnen optreden. Doordat de muren van de compressorhal al bij een geringe overdruk bezwijken, zullen overdrukeffecten buiten het hek van de inrichting ontbreken of gering zijn.

Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)	Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)	Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.	procedure, alarm, opleiding, ontwerp
PRE	REP	T	P	O				
PRE		T			Uitgebreide materiaalconstructie-eisen vastgelegd in Gasunie Technische Standaards (GTS).	GTS MSW-03-E	LOD omdat het ervoor zorgt kwalitatief hoogstaand materiaal besteld wordt waarmee de kans kleiner wordt dat seals gaan lekken	Ontwerp
PRE			P		Uitgebreid onderhoud- en inspectieprogramma	OBIS documenten afsluiter VGM 3.3-31	Onderhoud en inspectie zorgt ervoor dat de afsluiter blijft voldoen aan de ontwerpspecificaties. De link geeft een totaal aan onderhoudsdocumenten maar is niet specifiek.	Procedure
PRE			P		Adequate vakopleiding en uitvoerige training en onderhoudstechnici zorgt voor adequaat onderhoud en adequate montage van de LOD's	VGM 2.4-10 LEERHUIS	LOD want zorgt ervoor dat onderhoud en inspectie ook daadwerkelijk goed uitgevoerd kan worden	Opleiding
PRE			P		Gebruik van enkel gecodeerde materialen vanuit een centraal magazijn	PR 4-LOG-35 Overzicht processen en werkinstructies Centraal Magazijn (CM) Proceshuis: Specificeren en verwerven materialen GTS MSW-03-E	LOD zorgt ervoor dat materialen volgens specificatie (LOD 5) besteld ook daadwerkelijk uitgeleverd worden	Procedure
PRE				O	Werkvergunningstelsel	VGM 3.2-10	LOD na LoC: men weet hoe te handelen + veiligstellen indien noodzakelijk	Procedure
	REP	T			Signalering door geluidsemissie lekkage	NVT, lekkage van 1 g/s is al hoorbaar	LOD want de lekkage wordt opgemerkt voordat het leidt tot een gevaarlijke situatie. Geluid ontstaat door het grote drukverschil daarom is het technisch zie ook 7	Alarm
	REP	T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosieveilig uitgevoerd	Zoneringtekening A-436-EO-001-003, EVD , VGM 2.3-18 Uitgangspunten explosieveiligheid bij Gasunie	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenczones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte locatie en zwaarte van de gevarenczones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	Ontwerp
	REP	T			Aanwezigheid gasdetectie, met directe alarmering controlekamer	Opstellingstekeningen totaaloverzicht A-436-VB-000-010-003 en Opstellingstekening compressorgebouw 01C A-436-VB-01C-001	LOD want signaleert en maakt actie mogelijk. 10 % LEL is alarm, 40% LEL is inblokken en afblazen compressorhal.	Alarm
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP	T			Handbrandmelders	Opstellingstekeningen totaaloverzicht A-436-VB-000-010-003 en Opstellingstekening compressorgebouw 01C A-436-VB-01C-001	LOD want maakt actie mogelijk	Alarm
	REP	T			Op afstand bedienbare afsluiters	Afsluiters GV60111, EV60112, GV60143 (A-436-LS-601-001-020) en EV60144 en GV60145 (A-436-LS-601-001-020) OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen	LOD want kan insluiten steeds op grote afstand van de LoC. De sluitijd is afhankelijk van het type afsluiter en de diameter: 0,5 tot 4 seconden per inch (zie MSM-08-E, version 7, 16/4/2013).	Ontwerp
	REP	T			Ventilatie compressorgebouw	OSA-06-N Explosieveiligheid	LOD want bij een beperkte lekkage voorkomt ventilatie van het compressorgebouw ophoping van gas. Bij een grote lekkage is ventilatie geen LOD meer en neemt de gasdetectie over. Zie ook zonering.	Ontwerp

	REP	T			Compressoren zijn opgesteld in 'enclosures'; een frame waarop platen zijn aangebracht die in geval van een explosie vervormen en daarmee de druk kunnen aflaten.	OSA-06-N Explosieveiligheid	Bij het ontwerp van een installatie moet rekening worden gehouden met de gevolgen van een eventuele explosie. Afhankelijk van de situatie kan dit door bijvoorbeeld: – zwakke delen in gebouwen (dak); wordt verder in engineering bepaald. Tegenwoordig i.o.m. Eurocode 1 Belastingen op constructies. Zie OSB-02-N Gebouwen	Ontwerp
	REP	T			Aanwezigheid brandmelders met directe alarmering controlekamer en repressieve actie	GTS_OSM-02-N , OSM-18-N Branddetectie- en automatische brandbestrijdingssystemen	LOD na incident want grijpt in op incident	Alarm
	REP		P		Afblazen onder noodstopcondities	OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen	LOD want Automatisch wordt de compressorhal bij een actieve "Noodstop compressor-hal" afgeblazen door: – brandmelding van twee of meer machines, of – melding "hoge gasconcentratie" van twee of meer machines.	Procedure
	REP			O	LDAR metingen	Leak Detection and Repair	Elk jaar wordt 25% van de potentiële lekbronnen gecontroleerd met lekdetectie apparatuur. Indien een hogere concentratie dan 1000 ppm CH4 wordt gemeten, wordt beoordeeld of de lekkage kan worden verholpen.	Procedure
	REP			O	Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	LOD want hierdoor worden onveilige situaties gesignaleerd waarna passende actie kan worden genomen.	Procedure
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Procedure
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies en opleiding voor omgang met calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Bedrijfsnoodplan , Handboek Operations Emergency control (OEC)	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Verzuim / LTI (C)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	
EV: Geen kans op zwaar ongeval buiten de terreingrens					EV: Geen effect buiten de inrichting	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

Installatiescenario 3. Lekkage ondergrondse leiding						Toelichting op keuze			
Directe oorzaak		Corrosie				PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.			
Basisoorzaak		Corrosie (foutenboom 1)				In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006. De verwijzing duidt op de foutenbomen in bijlage 8 van de PGS6. Hoewel het hier gaat om een natgasleiding, is het scenario beschreven voor externe corrosie, geen interne corrosie. De risico's m.b.t. interne corrosie zijn afgedekt door gebruik van coating en de continue monitoring van integriteit. Tevens is bij dimensionering van de leidingen een corrosietoeslag gehanteerd (grotere wanddikte toegepast).			
Beschrijving		Door een beschadiging van de coating van de ondergrondse leiding treedt corrosie op. Als gevolg hiervan ontstaat een gat in de leiding waardoor aardgas in de atmosfeer terechtkomt. Ontsteking van het vrijgekomen gas resulteert daarbij in een fakkelbrand.				Ontstaan van het scenario: Een LoC als gevolg van corrosie is het meest waarschijnlijk bij een ondergrondse leiding als een defect aan de coating is ontstaan. Toelichting keuze effect: Corrosie is een langzaam proces, waardoor de wanddikte langzaam zal afnemen. Als een lekkage ontstaat zal de diameter van het lek eerst heel klein zijn, maar wellicht niet worden opgemerkt, omdat het gas diffuus via de grond ontsnapt. Op basis van expert opinion is een lekgrootte van 5 mm aangenomen als moment dat het lek wordt ontdekt. De ontstekingskans per tijdseenheid van een dergelijk lek is klein is, is toch gekozen voor een fakkelbrand als effect, omdat het lang kan duren voor het lek is ontdekt.			
Exacte locatie van LoC		Het scenario is uitgewerkt voor de inlaat van de inlet seperator in de flowline tussen cavernen A7 en de gastechnische installatie.				Dit scenario is mogelijk op gehele locatie waar zich een ondergrondse leiding bevindt. De effectafstand is met name afhankelijk van de grootte van het lek.			
LoC type		Leiding lekkage							
Gevaarlijke stof		Aardgas							
Hoeveelheid of debiet		0,63 kg/s (constant)				Deze lekkage is ten opzichte van de gehele inhoud van het systeem zo klein dat deze geen invloed heeft op de druk en daarmee het uitstroomdebiet. De uitstroming blijft constant tot het lek groter wordt of de lekkage wordt ontdekt. Aangezien het lek ondergronds is, zal de uitstroming en daarmee de fakkelbrand verticaal gericht zijn. Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 3'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.			
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig							
Uitstroomcondities		Druk: 170 barg Temperatuur: 9 °C							
Uitstroomopening		Gatgrootte 5 mm				Op basis van expert opinion is een lekgrootte van 5 mm aangenomen als moment dat het lek wordt ontdekt.			
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand ⁴		D5: 1,3 m F1,5: Niet bereikt op grondniveau		De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het scenario genaamd 'Installatiescenario 3'.			
		Afstand tot 35 kW/m²		D5: 6,0 m F1,5: 1,5 m					
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: 11 m F1,5: 10 m					
		Afstand tot 3 kW/m²							
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)									
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie					
PV: Is weleens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: Verzuim/LTI (B)		M – Acceptabel onder toepassing van ALARA		De kans dat dit scenario zich ontwikkelt is realistisch, echter door het effect van het scenario wordt de kans op letsel beperkt geacht.			
EV: Geen kans op effect zwaar ongeval buiten de terreingrens		EV: Geen effecten buiten de terreingrens		M – Acceptabel onder toepassing van ALARA					
Lines of Defence									
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden		Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp	
PRE	REP	T	P	O					

⁴ Effect berekend met Phast als fakkelbrand. In de praktijk zal een dergelijk lek diffuus via de bodem weglekken. Hierdoor zal de effectafstand kleiner zijn dan berekend.

PRE		T			Toepassen hogere ontwerpspecificatie dan volgens Pressure Equipment Directive (PED – richtlijn) wordt vereist.	GTS_OSW-01-N	Door een hogere ontwerpspecificatie dan voorgeschreven kan er meer materiaal verloren gaan zonder dat er een LoC plaats vindt.	Ontwerp
PRE		T			Kathodische bescherming (KB) van ondergrondse leidingdelen en periodieke inspectie KB	GTS_OSE-04-N, periodieke inspectie en monitoring in SAP	Kathodische bescherming zorgt ervoor dat bij een beschadiging van de coating er geen ijzer in oplossing gaat danwel een verbinding aangaat met zuurstof. De kathodische bescherming kan ook worden gebruikt om te beoordelen wat de staat van de coating van de leiding is.	Ontwerp
PRE		T			Leiding voorzien van coating en repareren indien noodzakelijk	GTS_OSW-06-N	Door een hoogwaardige coating is de kans op een beschadiging kleiner en door juiste coating-reparaties wordt externe corrosie voorkomen.	Ontwerp
PRE		T			Ontwerp volgens GTS	GTS_OSW-06-N	Het hoogwaardige ontwerp voorkomt corrosie door een juiste materiaalkeuze.	Ontwerp
PRE			P		Inspectie voor ingebruikname leiding	Coating rapport. Deze staat in het kwaliteitsboek bij registratuur.	De inspectie voor ingebruikname garandeert dat de leiding conform specificaties wordt opgeleverd, danwel dat passende maatregelen kunnen worden genomen bij afwijkingen.	Procedure
PRE				O	Geavanceerde inspectiemethoden (o.a. Pearson- inspectie) voor het opsporen van beschadigingen aan de coating	STH_KB-01	Met deze inspectiemethoden worden coating-defecten gedetecteerd en kunnen passende maatregelen worden genomen.	Procedure
PRE				O	Corrosie onderzoek bestaande leidingen	Rapportages	Door corrosie onderzoek kan worden beoordeeld of de leiding nog in een goede staat is.	Procedure
PRE				O	Werkvergunningstelsel	VGM_3.2-10	Het werkvergunningensysteem garandeert een risicobeoordeling van de taak door een deskundig persoon en communicatie over de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen met de vergunninghouder.	Procedure
	REP	T			Op afstand bedienbare afsluiters	P&ID A-436-LS-913-001-020/021, OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen Op afstand bedienbare afsluiters op gastechische installatie (zie P&ID A-436-LS-913-001-021); GV91304 (FC), GV91370 (FC), GV91372 (FC) Bij caverne A7 (zie P&ID A-436-LS-913-001-021); XGV91301 (FC), XGV91314 (FC), XEV91314 (FC), XGV91319 (FC), SSV XGV91356 (FC), XGV91324 (FC), XEV91324 (FC), SSV XGV91366 (FC)	Een gasbrand moet worden bestreden door het beëindigen van de uitstroming van gas. De op afstand bestuurbare afsluiters maken mogelijk om snel en efficiënt een LoC te beëindigen. De sluittijd is afhankelijk van het type afsluiter en de diameter: 0,5 tot 4 seconden per inch (zie MSM-08-E, version 7, 16/4/2013). Zowel bij de inlet separator als bij de caverne zijn ook nog een aantal handbediende afsluiters aanwezig om de gastoevoer vanuit caverne A7 te beëindigen. Deze zijn niet opgenomen als LOD, omdat alleen de duur van het scenario hiermee wordt verkort. De gevolgen zullen niet kleiner worden, omdat in de eerste minuut na de ontsteking van de uitstroming de gevolgen zullen ontstaan.	Ontwerp
	REP	T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosie veilig uitgevoerd	Zoneringtekening A-436-EO-001-003, EVD, VGM_2.3-18 Uitgangspunten explosieveiligheid bij Gasunie	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenczones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte locatie en zwaarte van de gevarenczones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	Ontwerp
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie, interne opleiding GU-personeel	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Procedure
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure

	REP			O	Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	Tijdens veiligheids- en inspectierondes kunnen ondergrondse lekken worden gedetecteerd door geur, geluid, persoonlijke gasdetectie of verkleuringen in het gas.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie				
PV: Nooit van gehoord (1)		PV: Medische behandeling, aangepast werk (B)		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden		Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.		
EV: Geen kans op zwaar ongeval buiten de terreingrens		EV: Geen effect buiten de inrichting		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden		Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.		

Installatiescenario 4. Blikseminslag in 'afblaasstack'					Toelichting op keuze					
Directe oorzaak		Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud			PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.					
Basisoorzaak		Overschrijding belastinggrenzen (PGS6, foutenboom 2)			In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.					
Beschrijving		Door slijtage van de afsluiter GV-79002 in de leiding naar de afblaasstack lekt continu een kleine hoeveelheid aardgas uit de afblaasstack. In geval van blikseminslag in de afblaasstack wordt deze gasstroom ontstoken met als resultaat een kleine fakkelbrand.			Ontstaan van het scenario: De afdichting in een afsluiter wordt zwaar belast en door de bediening van een afsluiter slijt deze. Deze slijtage gaat ten koste van de kwaliteit van de afdichting. De druk die op de afsluiter staat is laag (0,9 bar). Toelichting keuze effect: Als een afsluiter lekt zal er normaliter een kleine emissie van methaan naar de atmosfeer plaats vinden. Doordat een afblaasstack normaliter één van de hoogste punten van een installatie is, slaat de bliksem hier bovengemiddeld vaak in.					
Exacte locatie van LoC		Afblaasstack								
LoC type		Lekkage								
Gevaarlijke stof		Aardgas								
Hoeveelheid of debiet		0,005 kg/s			Deze lekkage is ten opzichte van de gehele inhoud van het systeem zo klein dat deze geen invloed heeft op de druk en daarmee het uitstroomdebiet. De uitstroming blijft constant de slijtage verergerd, de afsluiter wordt bediend of de afsluiter wordt gerepareerd. De fakkelbrand is verticaal gemodelleerd vanwege de constructie van de afblaasstack. Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 4'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.					
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig								
Uitstroomcondities		Druk: 0,9 barg Temperatuur: 9 °C Uitstroombuighe: 40 m			Het gas zal bij de uitstroomopening een druk hebben van 0,9 bar, echter bij de opening van de afblaasstack (op 40 meter hoogte) is de druk nagenoeg atmosferisch.					
Uitstroomopening		5 mm			De uitstroomopening is maximaal 5 mm (conservatief berekend; het gaat om uitstroom uit een lekkende afsluiter). Dit is de uitstroomopening van de lekkage in de afsluiter. Voor de effectberekeningen is uitgegaan van de diameter van de lekopening. De feitelijke opening naar de atmosfeer op 40 meter heeft een veel grotere diameter (afblaasstack diameter), waardoor de uitstroomsnelheid kleiner is. Een fakkelbrand wordt daardoor korter en wijder, maar voor de effectberekening is dit uitgangspunt niet relevant omdat de effecten op grondniveau in beide gevallen verwaarloosbaar zijn.					
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand			De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het scenario genaamd 'Installatiescenario 4'. De fakkelbrand is verticaal gemodelleerd vanwege de constructie van de afblaasstack. Een afblaasstack is zodanig ontworpen dat wordt voorkomen dat bij een ontsteking van het af te blazen gas een gevaarlijke situatie ontstaat. Hierdoor worden de hogere warmtestralingsniveau's niet bereikt op leefniveau.					
		Afstand tot 35 kW/m²		D5: Wordt niet bereikt op grondniveau F1,5: Wordt niet bereikt op grondniveau						
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: Wordt niet bereikt op grondniveau F1,5: Wordt niet bereikt op grondniveau						
		Afstand tot 3 kW/m²		D5: Wordt niet bereikt op grondniveau F1,5: Wordt niet bereikt op grondniveau						
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)										
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie						
PV: Is weleens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: Geen verzuim, Medische behandeling, Aangepast werk (A)		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Door de beperkte omvang van de effecten wordt geen ernstig letsel verwacht.					
EV: Geen kans op effect zwaar ongeval buiten de terreingrens		EV: Geen effecten buiten de terreingrens		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden						
Lines of Defence										
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden		Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp		
PRE	REP	T	P	O	Ontwerp afsluiters conform GTS	GTS_MSW-03-E		Het gebruik van de goede kwaliteit afsluiters voorkomt lekkage.		Ontwerp
PRE			P		Centrale inkoop van enkel gecodeerde materialen vanuit een centraal magazijn	GTS_MSW-03-E, PR_4-LOG-35 Overzicht processen en werk-instructies Centraal Magazijn (CM) Proceshuis: Specificeren en verwerven materialen		Door centrale inkoop is zeker gesteld dat materiaal van de juiste kwaliteit wordt gebruikt.		Procedure

PRE			P		Uitgebreid onderhoud- en inspectieprogramma	VGM 3.3-31 , OBIS, SAP-PM	Door periodieke inspecties en onderhoud worden defecte afsluiters opgemerkt en kunnen deze worden gerepareerd of vervangen.	Procedure
PRE				O	Adequate vakopleiding en uitvoerige training en onderhoudstechnici	VGM 2.4-10 LEERHUIS	Onderhoud en inspecties zijn alleen effectief met vakkundig personeel.	Opleiding
	REP	T			Handafsluiter in serie met afblaasafsluiter	HV 79002 en HV 79009, PFD, P&ID A-436-LS-790-001-012, OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen	Een gasbrand moet worden bestreden door het beëindigen van de uitstroming van gas. De handafsluiters maken het mogelijk om op veilige afstand de LoC te beëindigen. De sluittijd is afhankelijk van het type afsluiter en de diameter: 0,5 tot 4 seconden per inch (zie MSM-08-E, version 7, 16/4/2013).	Ontwerp
	REP	T			CO ₂ afblaasstack snuffing system	A-79001	Met dit system kan een brand op de afblaasstack 3 keer worden geblust. De blussing dient handmatig te worden geïnitieerd. De afblaasstack kan vanuit de controlekamer worden gezien (afhankelijk van de weersomstandigheden en zonlicht).	Ontwerp
	REP	T			Veilige afstand tot omgeving en leefniveau	GTS OSA-04-N	Bij de plaatsing van afblaasstack wordt altijd nagedacht over een veilige locatie. Deze dient zodanig te zijn, dat er geen ontstekingsbronnen in het gebied aanwezig zijn met afgeblazen gas en dat een eventuele ontbranding tijdens afblazen geen schade aan de omgeving toe brengt.	Ontwerp
	REP			O	Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	Tijdens veiligheids- en inspectierondes ontstoken aardgas in de afblaasstack worden gedetecteerd.	Procedure
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Geen verzuim, Medische behandeling (A)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	
EV: Geen kans op zwaar ongeval buiten de terreingrens					EV: Geen effect buiten de inrichting	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

Installatiescenario 5. Afbreken / scheuren leidingappendage door trillingen van compressor						Toelichting op keuze						
Directe oorzaak		Trillingen				PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.						
Basisoorzaak		Falen omhulling door trilling (PGS6, foutenboom 22)				In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.						
Beschrijving		Door het hoogfrequent trillen van een compressor kunnen leidingen in de nabijheid van de compressor in beweging worden gebracht. Na verloop van tijd kunnen leidingappendages afbreken/scheuren waardoor aardgas in de compressorhal terecht komt. Ontsteking van het vrijgekomen gas resulteert in een fakkelbrand.				Ontstaan van het scenario: Het is onwaarschijnlijk dat grote leidingen hoogfrequent gaan trillen, maar de kleinere leidingen zijn hiervoor gevoeliger. Toelichting keuze effect: Als een appendage eenmaal is afgebroken of afgescheurd van de leiding is het waarschijnlijk dat op enig moment een vonk ontstaat door de trillingen en het contact tussen de metalen delen. Hierdoor kan de LoC worden ontstoken en ontstaat een fakkelbrand.						
Exacte locatie van LoC		Binnen, directe omgeving compressor										
LoC type		Leiding lekkage										
Gevaarlijke stof		Aardgas										
Hoeveelheid of debiet		75 kg/s				Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 5'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.						
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig										
Uitstroomcondities		Druk: 200 barg Temperatuur: 9 °C										
Uitstroomopening		50 mm leiding										
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand				De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het scenario genaamd 'Installatiescenario 5'.						
		Afstand tot 35 kW/m²	D5: 85 m F1,5: 106 m									
		Afstand tot 10 kW/m²	D5: 106 m F1,5: 129 m									
		Afstand tot 3 kW/m²	D5: 140 m F1,5: 162 m									
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)												
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie								
PV: Is wel eens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: dode of blijvend arbeidsongeschikt (D)		H – Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risicoreducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M is bereikt								
EV: 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶ (2)		EV: Gewonden (A)		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden								
Lines of Defence												
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp	
PRE	REP	T	P	O	Leidingen zijn afgebeugeld op goede afstanden		OSW-06-N , CSW-53-N , CSM-01-E		Hierdoor wordt het aantal eigenfrequenties en de uitslag van de trillingen beperkt.		Ontwerp	
PRE		T			Materiaalkeuze		GTS_OSS-04-N		Door een juiste keuze van materiaal zijn leidingen beter bestand tegen bewegingen.		Ontwerp	

PRE		T		Vibratiemeting op compressor	Gas injection train 3 compressor C-60301 Aardgasbuffer Zuidwending A-436-LS-603-001-020 en MAN turbo documentation met compressor safeguarding. Compressor shaft vibration sensors tagnr: VAHH-4101 & VAHH-4105	Vibratiemetingen maken het mogelijk om veranderingen in vibraties te detecteren en maatregelen te nemen.	Alarm	
PRE			P	Centrale inkoop van enkel gecodeerde materialen vanuit een centraal magazijn	PR 4-LOG-35 Overzicht processen en werkinstructies Centraal Magazijn (CM) Proceshuis: Specificeren en verwerven materialen GTS MSM-01-E OSW-01-N OSW-01-N deel 2	Door centrale inkoop is zeker gesteld dat materiaal van de juiste kwaliteit wordt gebruikt.	Procedure	
PRE			P	Installeren van leidingen door gekwalificeerd personeel	VGM 2.4-10 LEERHUIS, opleiding voor het fitten (CSM-01-E) en aanhalen flenzen	Onderhoud en inspecties zijn alleen effectief met vakkundig personeel.	Opleiding	
PRE			P	Jaarlijks onderhoud en inspectie-programma	VGM 3.3-31 , OBIS	Door periodieke inspecties en onderhoud worden defecte beugels of beginnende defecten opgemerkt en kunnen deze worden gerepareerd of vervangen.	Procedure	
PRE			P	Werkvergunningstelsel	VGM 3.2-10	Het werkvergunningensysteem garandeert een risicobeoordeling van de taak door een deskundig persoon en communicatie over de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen met de vergunninghouder.	Procedure	
PRE				O	Trillingen en pulsatie-studie	Rapportages	Hierdoor wordt zeker gesteld dat de apparatuur nog voldoet aan de ontwerp-specificaties.	Procedure
	REP	T		Op afstand bedienbare afsluiters	Afsluiters GV60111, EV60112, GV60143 (A-436-LS-601-001-020) en EV60144 en GV60145 (A-436-LS-601-001-020), OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen	Een gasbrand moet worden bestreden door het beëindigen van de uitstroming van gas. De op afstand bestuurbare afsluiters maken mogelijk om snel en efficiënt een LoC te beëindigen.	Ontwerp	
	REP	T		Gasdetectie met aansluiting op noodstopstelsel	OSM-02-N , Opstellingstekening compressorgebouw 01C	Doordat de gasdetectie aangesloten is op het noodstopstelsel (1 gasdetectie genereert alarm en een tweede gasdetectie genereert een ESD) wordt het systeem ingeblokkeerd en drukloos gemaakt. Waarna het personeel veilig kan inspecteren en repareren.	Alarm	
	REP	T		Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm	
	REP	T		Apparatuur in gezoneerd gebied is explosie veilig uitgevoerd	Zoneringstekening A-436-EO-001-003 , EVD	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenczones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte locatie en zwaarte van de gevarenczones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	Ontwerp	
	REP	T		Handbrandmelders	Opstellingstekeningen totaaloverzicht A-436-VB-000-010-003 en Opstellingstekening compressorgebouw 01C	Indien personeel brand detecteert kan direct alarm worden geslagen bij de bedieningskamer. Daar kan de installatie worden veiliggesteld en kan het bedrijfsnoodplan in werking worden gesteld.	Procedure	
	REP		P	Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	LOD want hierdoor worden onveilige situaties gesignaleerd waarna passende actie kan worden genomen.	Procedure	
	REP			O	Visuele detectie met noodstop. Noodstops zijn aanwezig op het manometerpaneel in de hal, op het UCP in 01R en in de controlekamer in 01H.	OSA-07-N Voorschriften noodstopsystemen , Locatie noodstop push button aangegeven op opstellingstekeningen totaaloverzicht A-436-VB-000-010-003 en Opstellingstekening compressor-gebouw 01C	Het LOD wordt visueel opgemerkt. Handmatig wordt een noodstop gegenereerd waarbij de machine wordt gestopt, ingeblokkeerd en afgeblazen.	Alarm
	REP			O	Opleiding wachtdienst en calamiteitenorganisatie.	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure

	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie				
PV: Bekend binnen de branche (2)		PV: Dode of blijvend arbeidsongeschikte (D)		M - Acceptabel onder toepassing van ALARA			Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.	
EV: f < 10 ⁻⁶ per jaar (1)		EV: Gewonden (A)		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden			Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

Installatiescenario 15. Domino-effect van lek naar breuk leiding					Toelichting op keuze							
Directe oorzaak		Hoge temperatuur			PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.							
Basisoorzaak		Falen omhulling door temperatuur (PGS6, foutenboom 20/8.5), externe brand.			In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.							
Beschrijving		Een lekkage van de inlet leiding van de inlet seperator van de flowline van caveerne A7 ontsteekt. De naastgelegen inlet leiding wordt door de fakkelbrand verhit en faalt uiteindelijk als breuk.			Ontstaan van het scenario: Op alle installaties van Gasunie komt de situatie voor dat er gasvoerende installatiedelen in de directe omgeving van andere gasvoerende installatiedelen liggen. Een kleine LoC uit een corrosiegaatje, flensverbinding of langs een spindel van een afsluiter kan escaleren naar een grotere uitstroming als de kleine LoC wordt ontstoken. Toelichting keuze effect: Als effect wordt voor een fakkelbrand gekozen, omdat door de ontstoken kleine LoC al een effectieve ontstekingsbron aanwezig is op het moment dat de escalatie ontstaat.							
Exacte locatie van LoC		De inlet leiding van inlet seperator V-91301 en de inlet leiding van inlet seperator V-91201			De inlet leiding van de inlet seperator is een mogelijke locatie voor het ontstaan van een kleine LoC. Door de escalatie ontstaat het scenario met de grootste effectafstand.							
LoC type		Leidingbreuk			Als een leiding wordt aangestraald door een kleine fakkelbrand, zal het metaal verzwakken door de verhitting. Indien er een LoC ontstaat, is het aannemelijk dat de opening direct escaleert naar een leidingbreuk.							
Gevaarlijke stof		Aardgas										
Hoeveelheid of debiet		Gemiddelde uitstroming tussen t=0 en t= 20 sec: 1,3 ton/s, uitstroming op t=600 sec: 0,28 ton/s			Bij een breuk van de leiding loopt de druk en daarmee de hoeveelheid aardgas die uitstroomt de eerste 20 seconden sterk terug. Daarna blijft de uitstromende hoeveelheid constant tot dat het betreffende leidingdeel wordt ingeblokt en de uitstroming wordt beëindigd. De uitstroming is berekend met Phast 8.4 in de PSUX-file met de 'Installatiescenario's Zuidwending' is de uitstroming berekend met het scenario type 'long pipeline' genaamd 'Installatiescenario 1' en uitgelezen van het tabblad Discharge.							
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig										
Uitstroomcondities		Druk: 170 barg Temperatuur: 9 °C			Voor de locatie specifieke scenario dient hier de leiding worden genomen met de grootste effectafstand; de leiding met de grootste druk en diameter.							
Uitstroomopening		16 inch										
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand		De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het 'long pipeline model' genaamd 'Installatiescenario 15'.								
		Afstand tot 35 kW/m²										
		Afstand tot 10 kW/m²										
		Afstand tot 3 kW/m²										
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)												
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie								
PV: Bekend binnen de branche (2)		PV: Meerdere doden (E)		H – Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risicoreducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M is bereikt		De kans op het scenario wordt ingeschat als 2, omdat de kans dat een lekkage van een flens ontsteekt beperkt is. Als het scenario zich voltrekt zullen er waarschijnlijk meerdere personen letaal letsel oplopen vanwege de effectafstanden.						
EV: 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶ (2)		EV: Tientallen doden (D)		M - Acceptabel onder toepassing van ALARA		De kans op het scenario wordt ingeschat als 2, omdat de kans dat een lekkage van een flens ontsteekt beperkt is. Als het scenario zich voltrekt zullen er waarschijnlijk meerdere personen letaal letsel oplopen vanwege de effectafstanden.						
Lines of Defence												
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp	
PRE		T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosieveilig uitgevoerd	Zoneringtekening A-436-EQ-001-003 , EVD, instrumentatielijsten	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenczones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte		Ontwerp			

							locatie en zwaarte van de gevarenezones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	
PRE				O	Inspectie- en veiligheidsrondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	LOD want hierdoor worden onveilige situaties gesignaleerd waarna passende actie kan worden genomen.	Procedure
PRE				O	Adequate vakopleiding en uitvoerige training van personeel	VGM 2.4-10 LEERHUIS	LOD want zorgt ervoor dat onderhoud en inspectie ook daadwerkelijk goed uitgevoerd kan worden	Opleiding
	REP	T			Op afstand bedienbare afsluiters	P&ID A-436-LS-913-001-020/021 , OSA-07-N Voorschriften noodstop-systemen Op afstand bedienbare afsluiters op gastechnische installatie (zie P&ID A-436-LS-913-001-021); GV91304 (FC), GV91370 (FC), GV91372 (FC) Bij caverne A7 (zie P&ID A-436-LS-913-001-021); XGV91301 (FC), XGV91314 (FC), XEV91314 (FC), XGV91319 (FC), SSV XGV91356 (FC), XGV91324 (FC), XEV91324 (FC), SSV XGV91366 (FC)	Een gasbrand moet worden bestreden door het beëindigen van de uitstroming van gas. De op afstand bestuurbare afsluiters maken mogelijk om snel en efficiënt een LoC te beëindigen. De sluittijd is afhankelijk van het type afsluiter en de diameter: 0,5 tot 4 seconden per inch (zie MSM-08-E, version 7, 16/4/2013). Zowel bij de inlet seperator als bij de caverne zijn ook nog een aantal handbediende afsluiters aanwezig om de gastoevoer vanuit caverne A7 te beëindigen. Deze zijn niet opgenomen als LOD, omdat alleen de duur van het scenario hiermee wordt verkort. De gevolgen zullen niet kleiner worden, omdat in de eerste minuut na de ontsteking van de uitstroming de gevolgen zullen ontstaan.	Ontwerp
	REP	T			ESD mogelijk vanuit bedieningskamer en bij vluchtdeuren	Pushbutton voor activering ESD bij vluchtdeuren staan aangegeven op Opstellingstekening totaaloverzicht A-436-VB-000-010-003 en Opstellingstekening compressorgebouw 01C	De ESD maakt snel ingrijpen door operators mogelijk.	Ontwerp
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Klachten derden	Handboek Operations Emergency control (OEC)	In het geval leidingbreuk als eerste wordt opgemerkt door de omgeving kunnen maatregelen worden genomen om de leiding in te blokken.	Procedure
	REP			O	Instructies voor omgang met calamiteiten	Handboek Operations Emergency control (OEC)	Door volgens een geplande en geoefende wijze te reageren op calamiteiten worden de juiste maatregelen genomen.	Opleiding
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Procedure
	REP			O	Interne opleiding voor omgang met calamiteiten	Handboek Operations Emergency control (OEC)	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies voor calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
	REP			O	Poortinstructie voor derden	Instructiefilm	Niemand heeft toegang tot het terrein zonder poortinstructie. Tijdens de poortinstructie worden de algemene regels op de inrichting gecommuniceerd. Met een examen wordt gecontroleerd of de informatie is begrepen. In het veiligheidslogboek wordt vastgelegd of de betrokkene de poortinstructie heeft gezien.	Opleiding
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Meerdere doden (E)	M - Acceptabel onder toepassing van ALARA	Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.	
EV: f<10 ⁻⁶ (1)					EV: Tientallen doden (D)	M - Acceptabel onder toepassing van ALARA	Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.	

Installatiescenario 16. Gasdoorslag van glycolcontactor naar glycolregeneratie						Toelichting op keuze			
Directe oorzaak		Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud				PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.			
Basisoorzaak		Falen omhulling door fout operator (PGS6, foutenboom 6.7)				In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.			
Beschrijving		Door een onbalans in de toe- en afvoer van glycol verdwijnt het vloeistofslot onderin de glycolcontactor. Vervolgens stroomt er aardgas via de glycoltank richting de glycolregeneratie. De gasdruk is hoger dan de ontwerpdruk van de glycoltank. Deze tank faalt instantaan en er ontstaat een volkbrand gevolgd door een fakkelbrand.				Ontstaan van het scenario: De keuze voor het scenario maakt duidelijk welke beveiligingen er in het proces aanwezig zijn. Toelichting keuze effect: Bij het bezwijken van een tank of het afscheuren van een leiding zal er instant een grote hoeveelheid gas vrijkomen. De effectafstand van een fakkelbrand is groter en daarom wordt deze afstand berekend.			
Exacte locatie van LoC		Rich glycol tank				Tagnummer; V72001			
LoC type		Instantaan falen glycoltank gevolgd door fakkelbrand							
Gevaarlijke stof		Aardgas				Het is te voorzien dat er ook glycol-vloeistof zal vrijkomen bij het falen van de glycoltank. Het is echter niet mogelijk om in Phast de effecten te berekenen van het vrijkomen van twee stoffen tegelijk. De effecten worden berekend met aardgas, omdat de uitstroming daarvan ook voortduurt na het falen van de glycol-opslagtank.			
Hoeveelheid of debiet		21,5 kg/s				Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 16'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.			
Fase van de vrijkomende stof		Gas							
Uitstroomcondities		Druk: 65 barg (gasdruk in toevoerleiding naar glycoltank. De uitstroming wordt beperkt door de DN50 (50mm) leiding naar de glycolcontactors toe.) Temperatuur: 9 °C				Ook is er een toevoer van fuel gas naar deze tank, met een druk van 4 bar en een aanvoerleiding van DN50 (50mm).			
Uitstroomopening		50 mm (DN50)							
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand				De effectafstand is conservatief berekend. Het debiet wordt beperkt door de DN50-leiding, maar de uitstroomopening heeft de grootte van de opening in de glycoltank. Deze zal waarschijnlijk een grotere diameter hebben, waardoor de uitstroomsnelheid –en daarmee de effectafstand- kleiner is.			
		Afstand tot 35 kW/m²		D5: 52 m F1,5: 49 m					
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: 64 m F1,5: 63 m		De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het model genaamd 'Installatiescenario 16'.			
		Afstand tot 3 kW/m²		D5: 83 m F1,5: 85 m					
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)									
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie					
PV: Is weleens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: Dode of blijvend arbeidsongeschikt (D)		H – Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risicoreducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M is bereikt		De kans op het scenario wordt ingeschat als 3, omdat een menselijke fout een voorzienbaar incident is. Als het scenario zich voltrekt zullen er waarschijnlijk meerdere personen letaal letsel oplopen vanwege de effectafstanden.			
EV: 10 ⁻⁴ < f < 10 ⁻² (3)		EV: 1 tot 10 doden (C)		M - Acceptabel onder toepassing van ALARA		De kans op het scenario wordt ingeschat als 3, omdat een menselijke fout een voorzienbaar incident is. Als het scenario zich voltrekt zullen er waarschijnlijk meerdere personen letaal letsel oplopen vanwege de effectafstanden.			
Lines of Defence									
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden		Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp	
PRE	REP	T	P	O					

PRE		T			Twee verschillende niveaumetingen van glycol	ADR/VLG	Doordat het vloeistofniveau in de bedieningskamer afleesbaar is, kunnen operators tijdig maatregelen nemen.	Procedure
PRE		T			Gastoevoer zit boven afvoer van glycol	Surface facilities Aardgasbuffer Zuidwending PFD gas heating & drying train 1 en 2; tekeningen A-436-LS-000-002-023 A-436-LS-000-002-024		Ontwerp
PRE		T			ESD glycolcontactor bij laag niveau	Gas drying train 3 glycol contactor Aardgasbuffer Zuidwending P&ID; tekening A-436-LS-561-001-021 en Safeguarding glycol circulation system A-436-LS-720-001-021	De ESD maakt snel ingrijpen door operators mogelijk.	Alarm
PRE				O	Jaarlijkse test ESD-systeem	SAP	Door jaarlijks alle ESD's te testen wordt de goede werking van de ESD's geborgd.	Procedure
PRE				O	Adequate vakopleiding en training operators	Bedieningshandleiding VGM 2.4-10 LEERHUIS	Door de installatie te bedienen volgens een geplande en geoefende wijze worden de juiste maatregelen genomen.	Opleiding
	REP	T			Overdrukventiel	Gas drying train 1 glycol contactor Aardgasbuffer Zuidwending P&ID; tekening A-436-LS-551-001-021 Tagnummer van drukventiel: PSV-72007A (F-436-XX-45140673-001-2006) In geval van een HH-alarm op PY-72009 zullen een aantal kleppen worden gesloten en onderdelen trippen alvorens het overdrukventiel in werking raakt: - GV-72001 fuel gas supply valve (close) - GV-72002 (close) - UZ-55170 (trip) - UZ-55270 (trip) - UZ-56170 (trip) - UZ-56270 (trip) - UZ-72050 (trip)	Het overdrukventiel laat druk af indien de druk de ontwerpdruk van de glycoltank bereikt, waardoor de tank niet faalt.	Ontwerp
	REP	T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosie veilig uitgevoerd	Zonerings-tekening A-436-EO-001-003 , EVD , instrumentatielijsten, VGM 2.3-18 Uitgangspunten explosie veiligheid bij Gasunie	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenczones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte locatie en zwaarte van de gevarenczones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	Ontwerp
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies voor calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Werkprogramma en Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Dode of blijvend arbeidsongeschikt (D)	M - Acceptabel onder toepassing van ALARA	Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.	
EV: f<10 ⁻⁶ (1)					EV: 1 tot 10 doden (C)	L – Acceptabel zonder verdere	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

		voorwaarden	
--	--	-------------	--

Installatiescenario 18. Gasuitstroom langs casing					Toelichting op keuze			
Directe oorzaak		Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud			PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.			
Basisoorzaak		Overschrijding belastingsgrenzen, ontwerpspecificatie niet gehaald (PGS6, foutenboom 2)			In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.			
Beschrijving		Door een fout bij het ontwerp is de casing van een wellhead van onvoldoende kwaliteit. De casing reageert op drukwisselingen in de caveerne met te grote veranderingen in diameter, waardoor er haarscheurtjes ontstaan in de las en de cementering van de casing. In de loop der tijd stroomt het gas langs de casing naar de wellhead. Als het gas ook via de wellhead lekt kan het ontsteken. Door de lange tijd die het scenario nodig heeft om zich te ontwikkelen, kan de caveerne drukloos worden gemaakt voordat een grote calamiteit ontstaat.			Ontstaan van het scenario: Een lekkage langs de casing is een kenmerkend scenario voor een caveerne. Een casing kent specifieke risico's en specifieke voorzorgsmaatregelen. Met dit scenario wordt hier inzicht in gegeven. Toelichting keuze effect: Bij een LoC is directe ontsteking onwaarschijnlijk. Als de LoC uiteindelijk wordt ontstoken, zal er een verticale fakkelbrand ontstaan.			
Exacte locatie van LoC		Ondergronds langs de casing van de caveerne naar de wellhead A7a						
LoC type		Lekkage						
Gevaarlijke stof		Aardgas						
Hoeveelheid of debiet		0,6 kg/s continue uitstroming			De uitstroming zal in de loop der tijd langzaam toenemen, totdat het lek wordt ontdekt. Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 18'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.			
Fase van de vrijkomende stof		Gas						
Uitstroomcondities		Druk: 170 barg (maximaal gelijk aan wellhead druk) Temperatuur: 9 °C						
Uitstroomopening		5 mm (microannuli)			Op basis van expert opinion is een lekgrootte van 5 mm aangenomen als moment dat het lek wordt ontdekt.			
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand			De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het model genaamd 'Installatiescenario 18'.			
		Afstand tot 35 kW/m²		D5: 1,4 m F1,5: Niet bereikt op grondniveau				
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: 6,3 m F1,5: 1,7 m				
		Afstand tot 3 kW/m²		D5: 12 m F1,5: 10 m				
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)								
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie				
PV: Is weleens gebeurd bij Gasunie (3)		PV: Verzuim / LTI (C)		M – Acceptabel onder toepassing van ALARA	Op basis van ervaring is de waarschijnlijkheid van het scenario beoordeeld als 3. Gezien de beperkte omvang van het effectgebied wordt de kans gering geacht dat er een slachtoffer valt. Op basis van de effectafstand wordt letaal letsel niet verwacht.			
EV: Geen kans op effect zwaar ongeval buiten de terreingrens		EV: Geen effecten buiten de terreingrens		L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden				
Lines of Defence								
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)	Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)	Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.	Procedure, alarm, opleiding, ontwerp
PRE		T			Eisen aan materiaal en constructie (cement, casing, wellhead) conform API6a ¹ en Mijnbouw wet- en regelgeving	Specificaties 'Drilling program'	LOD omdat het er voor zorgt kwalitatief hoogstaand materiaal besteld wordt waarmee de kans kleiner wordt dat een LoC ontstaat.	Ontwerp
PRE		T			Commissioning boren gasputten door testen en meten of constructie voldoet	Kwaliteitsadministratie Drilling: Gasdichtheid test van de caveerne (MIT=mechanical integrity test) en	Tijdens de commisioning wordt vastgesteld dat de constructie aan de eisen voldoet. MIT en FIT zijn technische LOD's. Er wordt vastgesteld dat de	Procedure

¹ API6a: 'Wellhead specification and crystmas trees'

						Formation Integrity Test (FIT). Voordat de caverne in gebruik wordt genomen worden een of twee MIT uitgevoerd. Cement Bond Log en Ultrasonen integrity test Mijnbouw Management Systeem MijnB 2-01 Minimum requirements mijnbouw activiteiten.	formatie/caverne fysiek geschikt is.	
PRE		T			Lasmethode kwalificatie	Inspectierapporten TVD TVD 06.4501.04 , TVD 06.4501.06 TVD 06.4501.07 , TVD 06.4501.08 TVD 06.4501.10 , TVD 06.4501.11	Door de juiste lasmethode wordt geborgd dat de las een hoogwaardige kwaliteit heeft.	Ontwerp
	REP		P		Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	LOD want hierdoor worden onveilige situaties gesignaleerd waarna passende actie kan worden genomen.	Procedure
PRE				O	Inkoop gecertificeerde materialen	Certificaten in kwaliteitsadministratie	LOD omdat het er voor zorgt kwalitatief hoogstaand materiaal besteld wordt waarmee de kans kleiner wordt dat een LoC ontstaat.	Procedure
PRE				O	Supervisie op constructie, audit en inspectie contractors	Dagrapportages in 'End of Well Reports'	Door toezicht op de uitvoering wordt geborgd dat de casing wordt geconstrueerd zoals is overeengekomen.	Procedure
PRE				O	Operating instruction	Bedieningshandleiding Zuidwending	Door het vastleggen van de wijze van het bedrijven van de installatie wordt geborgd, dat de installatie op een veilige wijze in gebruik wordt genomen.	Procedure
PRE				O	Adequate vakopleiding personeel	Cursus 'Introduction to salt caverns', 'Introduction to subsurface operations'. Competence management contractors. VGM 2.4-10 LEERHUIS	LOD want zorgt ervoor dat bediening van de installatie ook daadwerkelijk goed uitgevoerd kan worden	Opleiding
	REP	T			Wellhead bestand tegen gasdruk caverne	Pressure test certificate 3.1 acc. to API-6a Certificate No.5755	De maximale druk op de wellhead is de gasdruk in de caverne. Door de wellhead zodanig uit te voeren dat deze bestand is tegen de maximale druk in de caverne is het ontwerp op dit punt inherent veilig.	Ontwerp
	REP	T			Monitoring en alarm op gasdruk in A- en B-annulus.	PY91118, PY91119	Indien er gasuittstroming plaats vindt langs de casing wordt dat door deze voorziening gedetecteerd, waarna de operators passende maatregelen kunnen nemen.	Alarm
	REP	T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosieveilig uitgevoerd	Zoneringtekening A-436-EO-001-003 , EVD , instrumentatielijsten	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenzones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de exacte locatie en zwaarte van de gevarenzones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar.	Ontwerp
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Commissioning wellhead	Material Certificates Well Head	Tijdens de commissioning wordt vastgesteld dat de constructie aan de eisen voldoet.	Procedure
	REP			O	Preparatie op calamiteiten	Calamiteitencontracten met STOREMAN (vanaf 01-01-2016), Mijnbouwdeskundige op afroep beschikbaar	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend. Door contracten met bedrijven die zijn gespecialiseerd in calamiteiten bij olie- en gaswinning kan snel en adequaat worden gereageerd op calamiteiten. Er is altijd een Mijnbouwkundige van Gasunie in Nederland beschikbaar.	Procedure
	REP			O	Caverne drukloos maken en binnen 17 maanden met water of pekkel vullen	Bedrijfsnoodplan Plan wordt gemaakt indien nodig. Leidingen om cavernes te vullen met water aanwezig.	Deze voorzieningen maken het mogelijke om snel en adequaat te reageren op calamiteiten.	Procedure
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies voor calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Werkprogramma en Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie.	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure

						Poortinstructie		
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112, eigen calamiteiten organisatie en STOREMAN (vanaf 01-01-2015)	Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Geen verzuim. Medische behandeling (A)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	
EV: Geen kans op effect zwaar ongeval buiten de terreingrens					EV: Geen effecten buiten de terreingrens	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

Installatiescenario 19. Blowout als gevolg van calamiteit tijdens wireline operatie					Toelichting op keuze									
Directe oorzaak		Externe belasting			PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.									
Basisoorzaak		Falen omhulling door externe belasting (PGS6, foutenboom 4)			In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.									
Beschrijving		Tijdens een wire line operatie steekt een storm op waardoor de hijskraan die de lubricator ondersteunt beweegt. Er breekt een bout waarmee de lubricator op de wellhead is gemonteerd en er stroomt gas uit. Het gas ontsteekt en er ontstaat een fakkelbrand.			Ontstaan van het scenario: Een wireline operatie is een vorm van onderhoud die kenmerkend is voor een caverne. De wireline operatie kent specifieke gevaren en specifieke voorzorgsmaatregelen. Met dit scenario wordt hier inzicht in gegeven. Toelichting keuze effect: Bij een LoC veroorzaakt door een impact is directe ontsteking waarschijnlijk. Door de hoge druk zal een fakkelbrand ontstaan bij directe ontsteking.									
Exacte locatie van LoC		Aansluiting van lubricator op wellhead A7a.												
LoC type		Lekkage bij flens												
Gevaarlijke stof		Aardgas												
Hoeveelheid of debiet		7,7 kg/s			Door de zeer grote inhoud van de caverne zal de uitstroming vrijwel constant zijn, totdat de BOP of SC-SSSV is gesloten. Het debiet is berekend in Phast met het scenario 'Installatiescenario 19'. Deze staat in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending'.									
Fase van de vrijkomende stof		Gasvormig												
Uitstroomcondities		Druk: 90 barg Temperatuur: 9 °C												
Uitstroomopening		25 mm												
Schade-effect (zonder repressieve LOD's)		Effect: fakkelbrand		De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het model genaamd 'Installatiescenario 19'.										
		Afstand tot 35 kW/m²					D5: 32 m F1,5: 31 m							
		Afstand tot 10 kW/m²		D5: 39 m F1,5: 39 m		De effectafstanden zijn berekend voor het lek met een diameter van 25mm. Bij een 'echte blow out', waarbij een uitstroming met een diameter ter grootte van de gehele leidingdiameter ontstaat zijn de effectafstanden groter.								
		Afstand tot 3 kW/m²		D5: 49 m F1,5: 50 m										
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)														
Kans op zwaar ongeval		Effect van de gevolgen		Classificatie										
PV: Bekend binnen de branche (2)		PV: Meerdere doden (E)		H – Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risicoreducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M is bereikt	Op basis van de effectafstanden zijn de gevolgen ingeschat en voor de kans is beoordeeld als bekend binnen de branche, omdat er incidenten bekend zijn bij wireline operaties.									
EV: 10 ⁻⁴ < f < 10 ⁻² (3)		EV: 1 tot 10 doden (C)		M – Acceptabel onder toepassing van ALARA										
Lines of Defence														
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)		Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)		Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.		Procedure, alarm, opleiding, ontwerp			
PRE		REP		T	P	O	Beheersing gebruik en aanwezigheid ontstekingsbronnen.		Explosieveiligheidsdocument (EVD) en CSA-38-N.		Door de uitvoering van de apparatuur volgens de geschikte ATEX-categorie worden de risico's op ontsteking beheerst.		Ontwerp	
PRE					P		Well head en lubricator ontworpen, geconstrueerd en onderhouden conform API6a² en Mijnbouw wet- en regelgeving		Hartman specifications well head		LOD omdat het er voor zorgt kwalitatief hoogstaand materiaal besteld wordt waarmee de kans kleiner wordt dat een LoC ontstaat.		Ontwerp	
PRE						O	Werkprogramma opstellen voor wire line operation		Document 'minimum requirements working program' volgens standard van IWCF. Werkzaamheden (ook door contractors) volgens de standaard van IWCF		Door het vastleggen van de wijze van het uitvoeren van de wire line operatie wordt geborgd, dat de wire line operatie op een veilige wijze wordt uitgevoerd. IWCF = International Well Control Forum		Procedure	

² API6a: 'Wellhead specification and crystmas trees'

PRE				O	Inhuren gecertificeerde/geselecteerde contractors met 'Competence management system'.	Werkzaamheden (ook door contractors) volgens de standaard van IWCF	De veilige en juiste uitvoering van de werkzaamheden zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van het vakmanschap van de contractor. De contractor maakt het vakmanschap inzichtelijk door het 'Competence management system'.	Procedure
PRE				O	Gecertificeerde supervisor die uitvoering operatie controleert	Werkzaamheden (ook door contractors) volgens de standaard van IWCF	De veilige en juiste uitvoering van de werkzaamheden zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van het vakmanschap van de contractor. Door het inhuren van een ervaren supervisor is het toezicht hierop geborgd.	Procedure
PRE				O	Wire line operatie alleen uitvoeren bij <6 Beaufort (<13,8 m/s)	GTS CSA-38-N	Tot windkracht 6 kunnen hijswerkzaamheden veilig worden uitgevoerd.	Procedure
PRE				O	Toolbox en startwerkbijeenkomst	Document ' minimum requirements working program ' volgens standard van IWCF.	Door het project vooraf door te nemen met alle betrokkenen, wordt zeker gesteld dat iedereen hetzelfde voor ogen heeft. Vast onderdeel van de toolbox zijn de verplichte veiligheidsmaatregelen tijdens de operatie.	Procedure
PRE				O	Druk- en functietest tijdelijke apparatuur	Document ' minimum requirements working program ' volgens standard van IWCF.	Door de tijdelijke apparatuur vooraf te testen wordt geborgd dat ze voldoen aan de lokale omstandigheden.	Procedure
PRE				O	Adequate vakopleiding en uitvoerige training van technici	Cursus 'Introduction to salt caverns', 'Introduction to subsurface operations'. Competence management contractors	LOD want zorgt ervoor dat de werkzaamheden ook daadwerkelijk goed uitgevoerd kan worden. En dat er competente contractors worden ingehuurd.	Opleiding
	REP	T			Wellhead met op afstand te bedienen upper master' en SC-SSSV ³ door Gasunie.	Tijdens wire line operations wordt de SC-SSSV bediend bij de toegangs-poort van de caveerne.	Door tijdens wire line operations de SC-SSSV te kunnen bedienen ter plaatse van de caveerne, wordt geborgd dat er snel kan worden ingegrepen bij een calamiteit.	Procedure
	REP	T			Dubbele Blowout Preventer	Document ' minimum requirements working program ' volgens standard van IWCF.	De bovenste Blowout Preventer (BOP) kan de well head afsluiten zonder de wire line door te knippen. De onderste BOP sluit de wellhead af en knipt de wireline door (shear seal). Nadat de wire line is door geknipt kan de op afstand bedienbare SC-SSSV worden gesloten.	Ontwerp
	REP	T			Valves fail to close	Hartman specifications well head	Als de bediening van de afsluiters wegvallen, zullen ze in de veilige stand vallen.	Ontwerp
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor methaanconcentraties boven de 20% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer.	Alarm
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112, eigen calamiteiten organisatie en STOREMAN (vanaf 01-01-2015)	Werkprogramma en Bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En de bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Procedure
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies voor calamiteiten, calamiteitenoefeningen	Werkprogramma en bedrijfsnoodplan	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. En er wordt getraind voor de reactie op calamiteiten.	Opleiding
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Meerdere doden (E)	M - Acceptabel onder toepassing van ALARA	Acceptabel onder toepassing van ALARA, (inclusief een RIE studie) en op voorwaarde van performance monitoring en een periodieke evaluatie van de LOD's of beheersingsmaatregelen door middel van audits of veiligheidsstudies. Risicoacceptatie op afdelingschefniveau. Managen op basis van continue monitoring van de performance.	
EV: f<10 ⁻⁶ (1)					EV: 1 tot 10 doden(C)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	

³ SC-SSSV staat voor Surface Controlled Subsurface Safety Valve.

Installatiescenario 23: ontsteking van explosief mengsel bij ophoping van waterstof in compressorcontainer (VR Zuidwending)			Toelichting op keuze
Directe oorzaak	Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud		PGS6:2016 schrijft voor dat hier één van de in het RRZO genoemde directe oorzaken staat: Corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen, menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud.
Basisoorzaak	Gas - gasexplosie (PGS 6:2006, foutenboom 7.1)		In elk scenario moet de basisoorzaak worden beschreven die leidt tot het grootste risico. Met de basisoorzaak wordt bedoeld de oorzaak die ten grondslag ligt aan de directe oorzaak. De selectie van de installatiescenario's is in dit document gestructureerd aan de hand van de foutenbomen uit de PGS:2006.
Beschrijving	Door een fout tijdens onderhoud ontstaat tijdens bedrijf een lekkage van waterstof in de compressorcontainer, waardoor waterstof zich ophoopt in de container. Dit kan leiden tot de aanwezigheid van een explosief mengsel dat in de container op termijn kan ontsteken met een explosie tot gevolg. Een medewerker die in de buurt is raakt gewond als gevolg van de overdruk en/of weggeslingerde fragmenten.		Wanneer er vertraagde ontsteking optreedt in een besloten ('confined') gebied, zoals in een container, ontstaat er vanwege de hoge reactiviteit van waterstof (gevoelig voor vlamversnelling) een hoge piekoverdruk. Er kan dan relatief grote schade aan personen, gebouwen of installaties ontstaan ten gevolge van overdruk en/of wegslingerende fragmenten. Er wordt daarom verwacht dat het scenario - uitgaande van een vertraagde ontsteking en een explosie - kan leiden tot een zwaar ongeval. Voor een gedetailleerde beschrijving van het ontstaan van het scenario en uitgebreidere toelichting op de keuze voor een vertraagde ontsteking met als gevolg een explosie wordt verwezen naar DNV GL rapport (hoofdstuk 4): "Update scenariodocument Gasunie & VR Zuidwending - Waterstofinstallatie Zuidwending", Rapport Nr. 10124165-1, Document Nr.: 11BU4KQP-7. Dit rapport beschrijft het selectieproces met een toelichting op de keuzes die gemaakt zijn.
Exacte locatie van LoC	Compressorcompartiment van de compressorcontainer		De containers zijn gecompartmenteerd. Als worst-case uitgangspunt is het compartiment gekozen met de grootste inhoud. Dit is het compressorcompartiment van de compressorcontainer met de afmetingen: 2,5 x 2,5 x 4 meter (25 m³).
LoC type	Lekkage		
Gevaarlijke stof	Waterstof		
Hoeveelheid of debiet	25 Nm³ (2,17 kg)		Het compartiment vult zich met waterstof ten gevolge van een lekkage. Er is conservatief uitgegaan dat het hele compartiment zich vult met waterstofgas zonder het volume van de aanwezige procesonderdelen (compressor etc.) in mindering te brengen op het totaal. Er is uitgegaan van normaal kuub (volume bij atmosferische druk) omdat het compartiment niet luchtdicht is en daardoor zal het vrijgekomen waterstof wel (deels) ontsnappen naar de buitenlucht via kieren en gaten in de container. Het wordt verwacht dat het grootste deel van waterstof zich eerst gaat vermengen met lucht (ophopen) in de container zonder dat daarbij drukopbouw plaatsvindt. Het waterstof dat zich buiten de container bevindt, draagt niet bij aan het genereren van overdruk, daarom is alleen het 'confined' volume meegenomen.
Fase van de vrijkomende stof	Gas		
Uitstroomcondities	Druk: niet relevant Temperatuur: atmosferisch (9,8 °C)		De druk is niet relevant omdat er geen specifiek uitstromingsscenario is gedefinieerd. Er is geen uitstromingsdebiet berekend. Het scenario betreft een explosie van 25 Nm³ waterstof dat vrijgekomen is door een willekeurig LoC-scenario in het containercompartiment. Voor de atmosferische temperatuur is de gemiddelde temperatuur in Nederland aangehouden (Bron: Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 4.3).
Uitstroomopening	Niet relevant		De uitstroomopening is niet relevant omdat er geen specifiek uitstromingsscenario is gedefinieerd (zie hierboven).
Schade-effect (zonder repressieve LOD's, bij weertype met grootste effectafstand)	Effect: explosie		De effectafstanden zijn berekend met behulp van Phast 8.4, conform de richtlijnen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3. Het scenario is gemodelleerd in de PSUX-file 'Installatiescenario's Zuidwending' met het 'long pipeline model' genaamd 'Installatiescenario 23'.
	Afstand tot 0,3 bar	D5: 18 m F1,5: 18 m	
	Afstand tot 0,1 bar	D5: 39 m F1,5: 39 m	
	Afstand tot 0,03 bar	D5: 111 m F1,5: 111 m	
Risico-inschatting zware ongevallen (zonder LOD's)			
Kans op zwaar ongeval	Effect van de gevolgen	Classificatie	
PV: Gebeurt vaker bij Gasunie (4)	PV: Verzuim / LTI (C)	H – Niet gewenst, binnen 3 tot 6 maanden risicoreducerende maatregelen aanbrengen tot niveau M is bereikt	Het ontstaan van een lekkage door een fout tijdens onderhoud en vervolgens de ontsteking van het vrijgekomen gas gebeurt vaker in de branche. Voor Gasunie is dit een nieuwe activiteit en is de initiële inschatting dus dat dit ook bij Gasunie vaker (zonder maatregelen) zou kunnen gebeuren. Verder is aangenomen dat de kans op aanwezigheid van een werknemer binnen het effectgebied voor gewonden (tot 0,03 bar voor personen die zich buiten bevinden) gelijk is aan 1. Echter, de kans is zeer klein dat een werknemer binnen een straal van 18 meter rondom het compartiment van de container (0,3 bar, grens voor letaliteit buiten) aanwezig is tijdens bedrijf en daarom wordt geen dode verwacht. Verder zijn geen gebouwen met werknemers gesitueerd binnen een afstand

						van 39 m (afstand tot 0,1 bar). Daarom wordt geen letaal letsel verwacht. De ernst van de gevolgen voor persoonlijke veiligheid is ingeschat op verzuim/LTI (gevolg C). Het wordt niet verwacht dat het effect van fragmentatie zou kunnen leiden tot een dode (gevolg D), maar mogelijk wel extra gewonden.		
EV: f < 10-6 per jaar (1)					EV: Gewonden (A)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Het 100% letaal effectgebied (0,3 bar) reikt niet buiten de terreingrens. Verder staan er ook geen gebouwen in de omgeving binnen de effectafstand tot 0,1 bar. Er wordt dus geen letaal letsel buiten de terreingrens verwacht. Bij een overdrukniveau van 0,03 bar (reikt tot 111 meter) ontstaat veel ruitbreuk en lichte schade aan gebouwen waardoor letsel kan ontstaan. Ook binnen deze afstand zijn geen gebouwen gelegen (huizen van omwonenden etc.). Mogelijk zouden zich personen kunnen bevinden op de openbare weg die gewond kunnen raken door fragmentatie of de scherfwerking door glas. De kans daarop is echter zeer klein omdat daar normaal gezien geen mensen aanwezig zijn.	
Lines of Defence								
Type Voor LoC (preventief) Na LoC (repressief) Technische LOD (T-LOD): HOE werkt LOD Procedurele LOD: DAT LOD werkt Organisatorische LOD's: LOD door menselijk handelen, ge- en verboden					Omschrijving (dit is de feitelijke LOD)	Procedure / Tagnummer (dit geeft de achtergrond van de LOD en maakt hem controleerbaar)	Vermeld alle voor het scenario relevante organisatorische en technische LOD's. Aangegeven dient te worden welk effect met de betreffende LOD wordt beoogd en tot welk type het behoort (procedure, alarm, opleiding, ontwerp). De LOD dient specifiek te worden benoemd (tagnummer, etc.). Voor beschrijving van de generieke LOD's mag worden verwezen naar het hoofdstuk "Generieke Voorzieningen" resp. de scenario's op inrichting-niveau.	Procedure, alarm, opleiding, ontwerp
PRE	REP	T	P	O				
PRE		T			Uitgebreide materiaalconstructie-eisen		LOD omdat het ervoor zorgt dat kwalitatief hoogstaand materiaal besteld wordt waarmee de kans kleiner wordt dat er een lekkage optreedt.	Ontwerp
PRE			P		Uitgebreid onderhoud- en inspectieprogramma	OBIS documenten VGM 3.3-31	Onderhoud en inspectie zorgt ervoor dat de installatie blijft voldoen aan de ontwerpspecificaties. De link geeft een totaal aan onderhoudsdocumenten maar is niet specifiek	Procedure
PRE			P		Gerichte training waterstofinstallatie; adequate vakopleiding en uitvoerige training en onderhoudstechnici zorgt voor adequaat onderhoud en adequate montage van de LOD's	VGM 2.4-10 LEERHUIS	LOD want zorgt ervoor dat onderhoud en inspectie ook daadwerkelijk goed uitgevoerd kan worden	Opleiding
PRE			P		Gebruik van gecertificeerde materialen, afkomstig van een geselecteerde leverancier	PR 4-LOG-35 Overzicht processen en werkinstructies Centraal Magazijn (CM) Proceshuis: Specificeren en verwerven materialen	LOD zorgt ervoor dat materialen volgens specificatie besteld ook daadwerkelijk uitgeleverd worden	Procedure
PRE				O	Werkvergunningstelsel	VGM 3.2-10	LOD na LoC: men weet hoe te handelen + veiligstellen indien noodzakelijk	Procedure
	REP	T			Apparatuur in gezoneerd gebied is explosieveilig uitgevoerd	Zoneringtekening A-436-EO-001-003, EVD , VGM 2.3-18 Uitgangspunten explosieveiligheid bij	Terreinen van Gasunie zijn gezoneerd op basis van de NPR-7910- en de OSA-06-N. Binnen de gevarenzones is apparatuur minimaal uitgevoerd in de passende Ex-categorie. Op de zoneringstekeningen is de zonering weergegeven, zodat bij het verlenen van werkvergunningen kan worden geanticipeerd op de	Ontwerp

						Gasunie	exacte locatie en zwaarte van de gevarenzones. Het gehele gasvoerende terrein is met borden aangeduid als Ex-zone; een gebied waarin rekening moet worden gehouden met explosiegevaar. Specifiek is de waterstof installatie van extra borden voorzien.	
	REP	T			Aanwezigheid gasdetectie, met directe alarmering controlekamer en automatische shutdown als gevolg	Opstellingstekeningen totaaloverzicht A-436-VB-000-010-007 voor de waterstofinstallatie	LOD want signaleert en maakt actie mogelijk. 25 % LEL is zowel alarm als stoppen, inblokken en afblazen van de waterstofcontainers.	Alarm
	REP	T			Persoonlijke gasdetectie	Poortinstructie	Door het dragen van persoonlijke gasdetectie wordt voor waterstofconcentraties boven de 7% van de onderste explosiegrens gealarmeerd. De drager kan hiermee voorkomen dat hij zich bevindt in een explosieve atmosfeer tijdens onderhoud in de container	Alarm
	REP		P		Noodstop (door gasdetectie en/of handmatig)	Bedieningshandleiding leverancier	De waterstofinstallatie kan handmatig of automatisch (door gasdetectie of andere oorzaken) door middel van een noodstop worden gestopt, ingeblokt en afgeblazen.	Procedure
	REP			O	LDAR metingen	Leak Detection and Repair, LDAR Lekverliesmeting Lekverliesmeting installaties	Periodiek worden potentiële lekbronnen gecontroleerd met lekdetectie apparatuur. Indien een hoge concentratie wordt gemeten, wordt beoordeeld of de lekkage kan worden verholpen.	Procedure
	REP			O	Veiligheids- en inspectierondes	VGM 3.2-40 en OMH 4.4.3-01	Onveilige situaties worden gesignaleerd waarna passende actie kan worden genomen.	Procedure
	REP			O	Doormelding van calamiteit naar 112 en calamiteitenorganisatie(s).	Bedrijfsnoodplan	Een incident moet op een passende manier worden opgeschaald binnen en/of buiten de organisatie. In het bedrijfsnoodplan is vastgelegd op welke wijze met welke incidenten moet worden omgegaan.	Procedure
	REP			O	Opleiding BHV, en instructies en opleiding voor omgang met calamiteiten, Calamiteitenoefeningen	Bedrijfsnoodplan , Handboek Operations Emergency control (OEC)	Personeel is opgeleid voor BHV. Er zijn instructies vastgelegd voor de verschillende calamiteiten. De bestrijding van de incidenten wordt geoefend.	Opleiding
	REP			O	Verbod op roken, open vuur en potentiële ontstekingsbronnen.	Verbods- en gebodsborden op locatie. Poortinstructie	Door dit verbod wordt de kans op ontsteking van een LoC beperkt.	Procedure
Risico-inschatting zware ongevallen (na alle LOD's)								
Kans op zwaar ongeval					Effect van de gevolgen	Classificatie		
PV: Nooit van gehoord (1)					PV: Verzuim / LTI (C)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	
EV: f < 10 ⁻⁶ per jaar (1)					EV: Gewonden (A)	L – Acceptabel zonder verdere voorwaarden	Acceptabel zonder verdere voorwaarden, managen op basis van continue verbetering.	