

RAPPORT

Bergermeer - Puttenlocatie

Kwantitatieve Risicoanalyse

Klant: TAQA Energy BV

Referentie: I&BBE9328R001F02 tbv BD4511-103_20171213

Versie: 02/Finale versie

Datum: 13 december 2017

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Bergermeer - Puttenlocatie

Ondertitel: QRA BGM
Referentie: I&BBE9328R001F02 tbv BD4511-103_20171213
Versie: 02/Finale versie
Datum: 13 december 2017
Projectnaam: QRA Bergermeer Puttenlocatie 2016
Projectnummer: BE9328
Auteur(s): [redacted]

Opgesteld door: [redacted]

Gecontroleerd door: [redacted]

Datum/Initialen: 13 december 2017 [redacted]

Goedgekeurd door: [redacted]

Datum/Initialen: 13 december 2017 [redacted]

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Leeswijzer	1
2	Samenvatting	2
3	Inleiding	3
4	Beleid ten aanzien van Externe veiligheid	4
4.1	Mijnbouwinstallaties, ondergrondse gasopslag en het Bevi	4
4.2	Drie risicomaten voor het externe veiligheidsbeleid	4
4.3	Normering Plaatsgebonden Risico (PR)	4
4.4	Groepsrisico (GR)	5
5	Gasopslag- en waterinjectieinstallatie Bergermeer (BGM)	7
5.1	Bergermeer Gasopslag	7
5.2	Locatie BGM	7
5.3	Procesbeschrijving	8
5.4	Operatie	10
5.5	Details modellering	11
5.5.1	Putten	11
5.5.2	Leidingen	12
5.5.3	Bevolkingsgegevens	15
5.5.4	Ruwheidslengte	15
5.5.5	Meteorologie	15
6	Resultaten	16
6.1	Plaatsgebonden risico (PR)	16
6.2	Groepsrisico (GR)	17
6.3	Flowing bottom hole pressures	19
7	Referenties	20

Bijlagen

1. Risk Ranking report
2. Bevolkingsgegevens
3. Invloed Flowing bottom hole pressures

1 Leeswijzer

Deze rapportage beschrijft de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) van de Bergermeer puttenlocatie (BGM) die samen met de gasbehandeling- en compressieinstallatie op de Boekelermeer (BKM) de Bergermeer Gasopslag vormt. Deze QRA is een herziening van de in november 2011 opgestelde QRA en heeft als doel de risico's van het opereren van de installaties gasopslag bij een hogere druk in het reservoir (maximaal gemiddeld 150 bar in plaats van maximaal gemiddeld 133 bar) inzichtelijk te maken.

In hoofdstuk 2 worden de samenvatting en de conclusies van dit rapport gegeven. In hoofdstuk 3 worden enkele algemene zaken toegelicht, zoals de administratieve gegevens van de inrichting en de reden van opstellen van de QRA. De wet- en regelgeving met betrekking tot externe veiligheid, die van toepassing is voor de BKM is toegelicht in hoofdstuk 4. Een korte beschrijving van de locatie is opgenomen in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 bevat een toelichting op de opgestelde risicoanalyse. De resultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 7. De risk ranking analyse is opgenomen als bijlage.

2 Samenvatting

TAQA Energy B.V. (hierna Taqa) is één van de Nederlandse aardgasproducenten en houdt zich in Noord-Holland en op het Nederlands deel van de Noordzee bezig met de opsporing en winning en ondergrondse opslag van aardgas. De Gasopslag Bergermeer bestaat uit een puttenlocatie waar het gas in en uit het Bergermeerveld wordt gehaald (BGM) en een installatie op het bedrijventerrein Boekelermeer Zuid 2 in Alkmaar, waar het gas wordt gereinigd en in het leidingennet wordt gepompt (BKM). De intentie van TAQA is om de maximale gemiddelde reservoirdruk van het Bergermeerveld te gaan verhogen van 133 bar naar 150 bar.

Beide installaties vallen vergunning technisch onder de werkingssfeer van het Brzo 2015 en daarmee ook onder de werkingssfeer van het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi). Daarnaast vallen deze installaties onder de Mijnbouwwet. Inrichtingen die een mijnbouwwerk zijn conform artikel 1, onderdeel n, van de mijnbouwwet vallen ook onder de werkingssfeer van het Bevi. Indien zich een incident voordoet waarbij gevaarlijke stoffen (aardgas) vrijkomen kan dit risico's met zich meebrengen voor de directe omgeving. In het Bevi zijn de normen- en richtwaarden opgenomen ten aanzien van externe veiligheid. In de huidige versie van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi [ref. 1] is de rekenmethodiek voor mijnbouwinrichtingen opgenomen.

De intentie om de installatie ook in werking te hebben bij gemiddelde reservoirdrukken tussen de 133 en 150 bar en de wijziging van de rekenmethodiek voor externe veiligheid van mijnbouwinrichtingen zijn aanleiding voor het herzien van de in november 2011 (A6167-04.001, MD-AF20112019/MVI) in het kader van de vergunningaanvraag voor de BGM door DHV BV opgestelde risicoanalyse.

Conform de herziene rekenmethode is door Royal HaskoningDHV (RHDHV) de QRA uitgevoerd met behulp van het rekenmodel Safeti^{NL} [ref. 2]. Uit de berekeningen blijkt dat de plaatsgebonden risico 10^{-6} /jaar contour tot maximaal 100 meter over de inrichtingsgrens ligt. Binnen deze contour bevindt zich voornamelijk grasland en water. Binnen de plaatsgebonden risico 10^{-6} /jaar contour bevinden zich geen (geprojecteerde) kwetsbare en/of beperkt kwetsbare objecten. Het berekende groepsrisico ligt ruim onder de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico.

Geconcludeerd wordt dat risicocontour 10^{-6} /jaar kleiner is dan eerder berekend. De conclusies uit de risicoanalyse van 2011 (A6167-04.001, MD-AF20112019/MVI) zijn ongewijzigd zijn en er wordt voldaan aan de volgende normen uit het Bevi:

- Grenswaarde PR voor kwetsbare objecten;
- Richtwaarde PR voor beperkt kwetsbare objecten;
- Oriëntatiewaarde voor het GR.

NB. Door Taqa is aangegeven dat de flowing bottom hole pressures (iets) lager zijn dan in 2016 aangeleverd. De beschreven modellering is gebaseerd op basis van de in 2016 aangeleverde informatie.

3 Inleiding

TAQA Energy B.V. (hierna Taqa) is één van de Nederlandse aardgasproducenten en houdt zich in Noord-Holland en op het Nederlands deel van de Noordzee bezig met de opsporing en winning en ondergrondse opslag van aardgas. De Gasopslag Bergermeer bestaat uit een puttenlocatie waar het gas in en uit het Bergermeerveld wordt gehaald (BGM) en een installatie op het bedrijventerrein Boekelermeer Zuid 2 in Alkmaar, waar het gas wordt gereinigd en in het leidingennet wordt gepompt (BKM).

Administratieve gegevens

Naam bedrijf	TAQA Energy BV
Inrichting	Gasopslag en waterinjectie-installatie Bergermeer (BGM)
Aard van de inrichting	Opslag van aardgas (injectie en productie); waterinjectie
Bezoekadres	Bergerweg, tegenover nr. 141, Bergen
Locatie-verantwoordelijke	██████████
Permit-verantwoordelijke	██████████
Country Manager	██████████

Aanleiding

Indien zich een incident voordoet waarbij gevaarlijke stoffen (aardgas) vrijkomen kan dit risico's met zich meebrengen voor de directe omgeving. Ter voorbereiding op de vergunningaanvraag voor het Bergermeer project is door DHV BV in november 2011 een QRA opgesteld voor de puttenlocatie in de Bergermeer conform de destijds geldende interim methodiek Mijnbouw. Daarbij is uitgegaan van een reservoirdruk van 132 bar. (doc. ref. MD-AF20112029/MVI).

De intentie van TAQA is om de maximale gemiddelde reservoirdruk van het Bergermeerveld te gaan verhogen naar 150 bar. Ook de voorgeschreven rekenmethodiek voor externe veiligheid van mijnbouwinrichtingen is in november 2015 gewijzigd. Beide zijn aanleiding voor het herzien van de eerder opgestelde risicoanalyse.

Peildatum

De peildatum van deze QRA is 20 oktober 2016.

4 Beleid ten aanzien van Externe veiligheid

4.1 Mijnbouwinstallaties, ondergrondse gasopslag en het Bevi

De BGM valt vergunning technisch onder de werkingssfeer van het Brzo 1999 en daarmee ook onder de werkingssfeer van het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi). Indien zich een incident voordoet waarbij gevaarlijke stoffen (aardgas) vrijkomen kan dit risico's met zich meebrengen voor de directe omgeving. In het Bevi zijn de normen- en richtwaarden opgenomen ten aanzien van externe veiligheid.

Daarnaast valt deze installatie onder de Mijnbouwwet. In 2015 is de Revi aangepast waarmee de inrichtingen die een mijnbouwwerk zijn conform artikel 1, onderdeel n, van de mijnbouwwet ook onder de werkingssfeer van het Bevi vallen. Met deze aanwijzing is ook de gewijzigde rekenmethodiek voor mijnbouwinstallaties toegevoegd aan de HRB [ref. 1].

4.2 Drie risicomaten voor het externe veiligheidsbeleid

- **Plaatsgebonden risico (PR):** risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.
Door middel van iso-risico-contouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt;
- **Groepsrisico (GR):** cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.
Aan de hand van de feitelijke aanwezigheid van mensen kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op een aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal dodelijk getroffenen.
- **Invloedsgebied:** Het invloedsgebied kent geen eenduidige definitie. De juridische definitie is het gebied waarin het groepsrisico moet worden verantwoord. De technische definitie is het 1% letaliteit effect gebied (ofwel het gebied waarin het nog aannemelijk is dat mensen dodelijk getroffen kunnen worden).

4.3 Normering Plaatsgebonden Risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) is een maat voor het overlijdensrisico op een bepaalde plaats. Het is hierbij niet van belang of er op deze plaats daadwerkelijk een persoon aanwezig is. Bij het PR gaat het om de kans per jaar dat een gemiddelde persoon op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting komt te overlijden als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen in deze inrichting, ervan uitgaande dat deze persoon onbeschermd en permanent op deze plaats aanwezig is.

Bij de het beoordelen van het PR wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Onder de kwetsbare objecten vallen in eerste instantie objecten waar mensen doorgaans dag en nacht verblijven (woningen) en/of grote groepen mensen gedurende langere tijd verblijven (bijvoorbeeld kantoren > 1500 m²). Daarnaast kunnen mensen een bijzondere bescherming verdienen vanwege hun fysische of psychische gesteldheid, hierbij moet gedacht worden aan kinderen, ouderen en (psychisch) zieken. Dit maakt scholen, kinderdagverblijven, bejaardenhuizen en ziekenhuizen dus ook tot

kwetsbare objecten. Daarnaast kunnen objecten vanwege de hoge infrastructurele waarde onder de kwetsbare objecten vallen. Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld telecommunicatiecentrales. In meer algemene zin is het onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gebaseerd op het aantal en de verblijftijd van groepen mensen en de aanwezigheid van adequate vluchtwegen.

Voor (geprojecteerd¹) kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gelden in het Bevi de volgende normen:

(Geprojecteerd) kwetsbare objecten (grenswaarde):

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: niet toegestaan;
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan.

(Geprojecteerd) beperkt kwetsbare objecten (richtwaarde):

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: in beginsel niet toegestaan;
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan.

4.4 Groepsrisico (GR)

Het Groepsrisico kent in het Bevi geen strikte normering. Er geldt wel een oriëntatiewaarde, die recht doet aan de risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

De oriëntatiewaarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag bij besluiten in het kader van de Wm-vergunningverlening of ruimtelijke ordening (Wro) tevens aangeven:

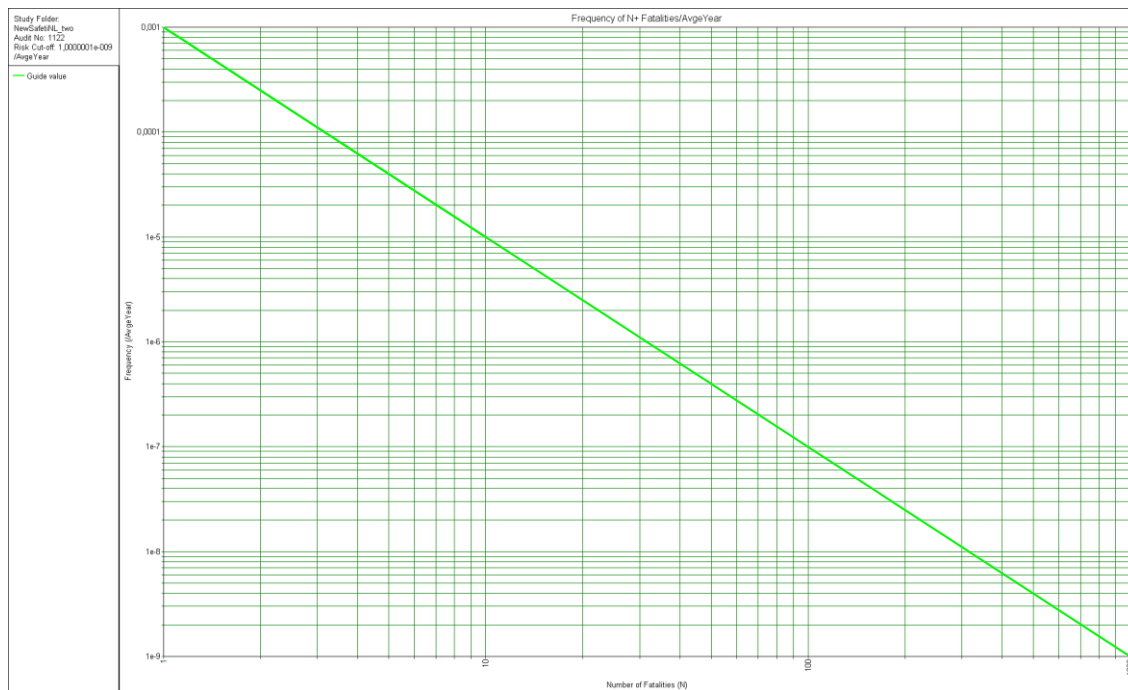
- Hoe de bevolkingsdichtheid in het invloedsgebied van de inrichting (begrensd door 1% letaliteit) wordt beoordeeld, evenals de wijzigingen hiervan in de toekomst;
- Welke mogelijke maatregelen van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- Hoe rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van omwonenden en beheersbaarheid bij een eventuele calamiteit.

Dit is de zogenaamde verantwoordingsplicht van het groepsrisico (artikel 12 en 13 Bevi).

Het kan dus voorkomen dat de oriëntatiewaarde wordt overschreden, maar dat een vergunning wel kan worden verleend. Wel moet dan door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht. Bij overschrijding van de oriëntatiewaarde zal de weging van de andere verantwoordingsaspecten zwaarder zijn.

In Figuur 4-1 is de oriëntatiewaarde weergegeven.

¹ Geprojecteerde objecten zijn objecten die in een vastgesteld bestemmingsplan gepland zijn en dus geplaatst of gerealiseerd mogen worden.



Figuur 4-1: Oriëntatiewaarde voor het groepsrisico volgens BEVI

5 Gasopslag- en waterinjectieinstallatie Bergermeer (BGM)

5.1 Bergermeer Gasopslag

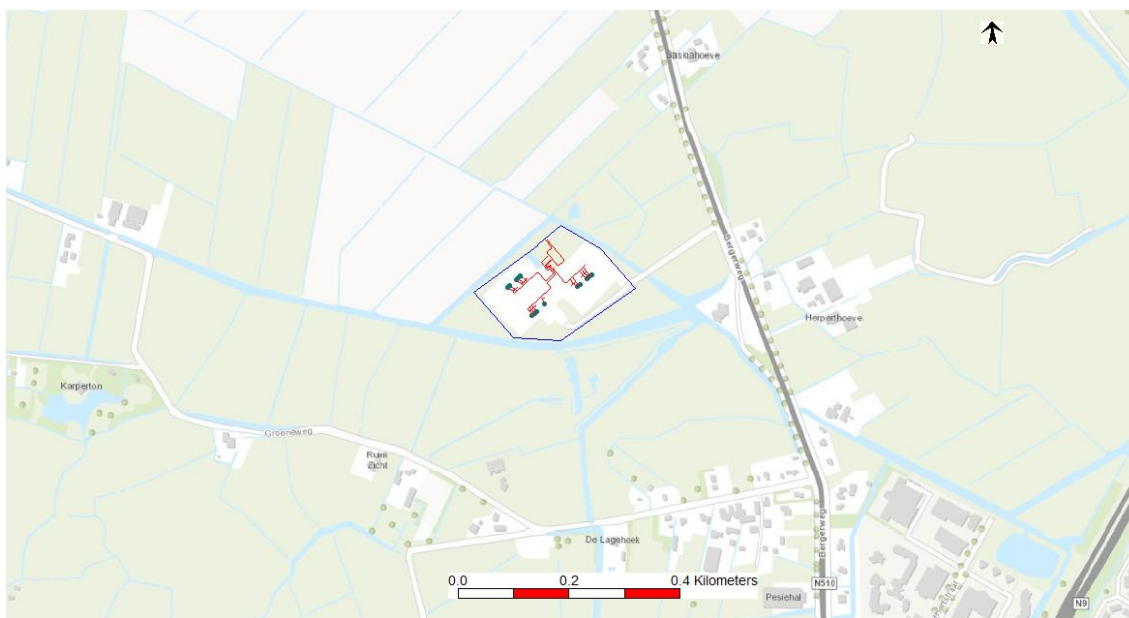
De Bergermeer Gasopslag die al een jaar volledig in gebruik is, omvat de volgende onderdelen:

- de gasproductie en –injectielocatie Bergermeer (BGM). Deze is momenteel gerealiseerd op de bestaande bovengrondse Bergermeer (BGM) puttenlocatie. Daartoe zijn in de periode 2012-2015 nieuwe aardgasputten naar het aardgasreservoir op de BGM locatie geboord;
- de behandelings- en compressie-installatie op het industrieterrein Boekelermeer Zuid 2 (BKM). Deze is momenteel operationeel;
- leidingen tussen de puttenlocatie en de behandelings- en compressie-installatie (circa 8 km) en tussen de behandelings- en compressie-installatie en het gastransportnet (4 respectievelijk 6 km), evenals tussen de behandelings- en compressie-installatie en de bestaande PiekGasInstallatie (PGI) van TAQA.

Middels de uitspraak van de Raad van State van 2 mei 2012 is de Bergermeer Gasopslag vergund. Het opereren van de installaties betreft het leveren van gas en het weer op druk brengen van het veld (afhankelijk van de vraag naar gas).

5.2 Locatie BGM

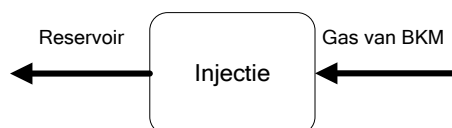
De BGM is gelegen aan de Bergerweg. De exacte locatie van de inrichting is in onderstaande figuur weergegeven.



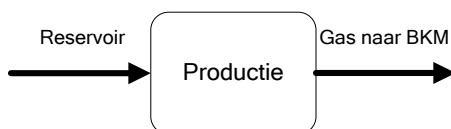
Figuur 5-1: Locatie inrichting Bergermeer puttenlocatie

5.3 Procesbeschrijving

De inrichting wordt gebruikt voor het tijdelijk opslaan van aardgas. Hiertoe wordt gas geïnjecteerd in het gasreservoir en na verloop van tijd wordt dit gas weer teruggewonnen. Deze twee operaties geven een ander risicoprofiel en zijn in deze QRA afzonderlijk beschouwd. Deze worden aangeduid met “Injectie” en “Productie”. In onderstaande figuren is het proces van de injectie- en productiefase, vereenvoudigd, schematisch weergegeven.

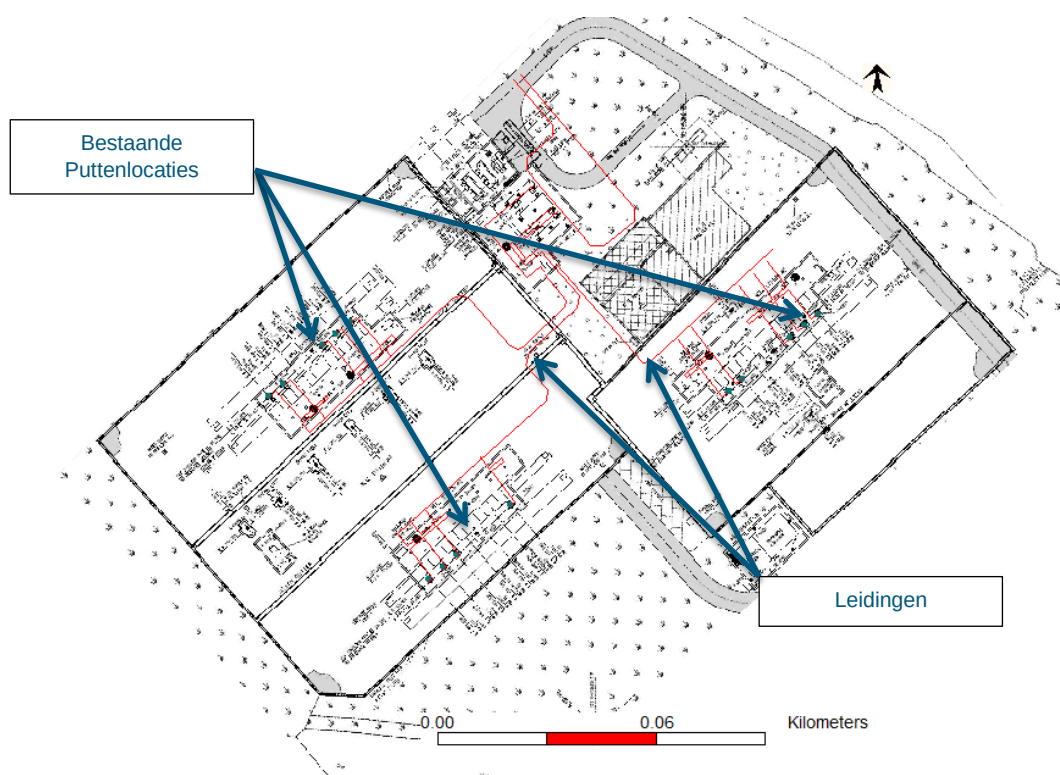


Figuur 5-2: Schematische weergave van gasinjectie op BGM



Figuur 5-3: Schematische weergave van gasproductie op BGM

De installatiedelen welke van belang zijn voor de QRA zijn in onderstaande plattegrond aangegeven.



Figuur 5-4: Plattegrond met de installatiedelen welke van belang zijn voor de QRA

De volgende installatiedelen zijn op het terrein aanwezig en relevant voor de QRA:

- 1 Pijpleiding;
- 3 Headers (1 per cluster);
- 14 Flowlines (één per put);
- 14 operationele putten.

Van de operationele putten is door Taqa de in Tabel 4.1. opgenomen informatie aangeleverd (september 2016) met betrekking tot de beoogde wijze van operatie.

Tabel 4-1: informatie producerende putten

put			productie	injectie		werkzaamheden	
	tubing diam	Production casing	flowing bottom hole pressure	flowing bottom hole pressure	temp	workover	wireline
	inch		bara	bara	C	1/jaar	1/jaar
BGM-10 ST2	7 x 9.625	13.375	154	161	60	0.005	0.2
BGM-11	7 x 9.625	13.375	159	161	60	0.005	0.2
BGM-14	7 x 9.625	13.375	158	161	60	0.005	0.2
BGM-15	7 x 9.625	13.375	n.a.	n.a. ²	60	0.005	0.2
BGM-16	7 x 9.625	13.375	159	161	60	0.005	0.2
BGM-17 ST1	7 x 9.625	13.375	159	161	60	0.005	0.2
BGM-18	7 x 9.625	13.375	153	156	60	0.005	0.2
BGM-19	7 x 9.625	13.375	159	161	60	0.005	0.2
BGM-23	7 x 9.625	13.375	158	162	60	0.005	0.2
BGM-24	7 x 9.625	13.375	159	161	60	0.005	0.2
BGM-25	7 x 9.625	13.375	153	156	60	0.005	0.2
BGM-27	7 x 9.625	13.375	158	162	60	0.005	0.2
BGM-28	7 x 9.625	13.375	158	161	60	0.005	0.2
BGM-29	4,5 x 7	9.625	143	162	60	0.005	0.2

Het productie/injectie debiet van de putten bedraagt 6 MNm³/dag, voor put BGM-29 is dit 3,5 MNm³/dag. Bij een reservoirdruk van 150 bar is de maximale well head druk (druk bovenin de put) 128 barg tijdens productie. Tijdens injectie is de maximale well head druk 145 bar. De ingesloten putdruk bedraagt bovenin de tubing (CITHP) 130 barg.

² In de modellering aangenomen gelijk aan- of lager dan hoogste drukken.

Door Taqa is aangegeven dat de flowing bottom hole pressures (iets) lager zijn dan in 2016 aangeleverd. De herziene drukken zijn weergegeven in bijlage 3. De beschreven modellering is gebaseerd op basis van de in 2016 aangeleverde informatie.

Kwantitatieve risicoanalyse

De scenario's en frequenties van optreden zijn gemodelleerd conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB) [ref. 1]. Conform de HRB wordt de QRA uitgevoerd met behulp van het rekenmodel Safeti^{NL} [ref. 2].

Methodiek algemeen

De werkdrukken in het proces zijn hoger dan 16 barg. Om deze reden is conform de HRB afgeweken van de 'standaard' effectmodellering en de gebeurtenissenbomen in de HRB. Deze afwijkende voorschriften zijn opgesteld voor mijnbouw en gastransportinrichtingen en doen meer recht aan de aard van de activiteiten en de bijbehorende risico's. Uitstroming van ontvlambare gassen resulteert in deze modellering altijd in een fakkelbrand. Deze fakkelbrand kan vrijwel direct (binnen 20 seconde) ontstaan, of na enige vertraging (tussen 20 en 120 seconde). Beide fakkelbranden worden als een apart scenario in Safeti^{NL} gemodelleerd. Deze fakkelbranden worden gemodelleerd door uit te gaan van 'time varying release' waarbij voor een vroege fakkelbrand de gemiddelde uitstroom tussen 0 en 20 sec wordt gemodelleerd, voor een late fakkelbrand tussen 20 en 140 sec. De verhouding tussen vroege en late fakkelbranden is afhankelijk van het debiet en is per scenario bepaald op basis van tabel 91 van de HRB. De verhouding tussen vroege en late fakkelbranden is verdisconteerd in de faalfrequentie van de scenario's. Voor scenario's met een uitstroomdebiet groter dan 100 kg/sec is de kans op directe ontsteking 9%, de kans op vertraagde ontsteking is 91%.

Uit te sluiten installatiedelen - subselectie

Er is geen subselectie uitgevoerd gezien het relatief kleine aantal installatiedelen. Conform de HRB worden chemicaliën en injectiesystemen niet meegenomen in de QRA [ref 1, paragraaf 10.2.6].

5.4 Operatie

Voor de modellering van de QRA voor het putterterrein wordt onderscheid gemaakt tussen twee operationele fasen: "Injectie" en "Productie". In deze QRA wordt er voor de risicoberekeningen van uitgegaan dat er, gedurende een jaar, twee volledige cycli worden gedraaid. Dit is een worst case aanname. Dit houdt in twee maal 103 dagen injectie en twee maal 75 dagen productie. In Safeti^{NL} zijn deze twee operationele fasen met bijbehorende tijdsduur gemodelleerd door de frequenties voor de specifieke scenario's met de bijbehorende tijdsfractie van de operationele fase te vermenigvuldigen. Deze tijdsfractie is in Safeti^{NL} meegenomen door de injectiescenario's in de 'runrows' in Safeti^{NL} te vermenigvuldigen met 58%, de productiescenario's met 42%. Gedurende de injectiefase en de productiefase zal de druk in het reservoir veranderen. Voor de operationele fasen zijn de volgende cases te onderscheiden:

Injectie

- Maximale injectie bij lage reservoirdruk;
- Intermediaire injectie bij intermediaire reservoirdruk;
- Minimale injectie bij hoge reservoirdruk.

Productie

- Maximale productie bij hoge reservoirdruk;
- Intermediaire productie bij intermediaire reservoirdruk;
- Minimale productie bij lage reservoirdruk.

Voor de modellering van de QRA is uitgegaan van de cases waarbij de druk in het systeem het hoogst is. Voor de injectiefase is dat de case voor minimale injectie bij hoge reservoirdruk. Voor de productiefase is dat de case voor maximale productie bij hoge reservoirdruk. Dit is een conservatieve aanname.

5.5 Details modellering

5.5.1 Putten

Loss of containment van een gasput wordt ook wel een “blow-out” genoemd. Blow-out is het ongecontroleerd (falen van alle barrières) vrijkomen van gas vanuit het gas reservoir (objective). Het potentieel van een blow-out is afhankelijk van de reservoirkarakteristieken, de putdruk en de diameter van de tubing / casing.

Blow-out (en well release) van een put heeft de meeste kans van optreden tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de put. Deze frequentie van blow-out van een put is gebaseerd op de kans van falen tijdens de werkzaamheden (zie Tabel 4-1 en Tabel 5-3). De faalfrequenties tijdens werkzaamheden en productie/injectie zijn overgenomen uit tabel 73 en 74 van de HRB [ref. 1]. Alle putten zijn op dezelfde wijze gemodelleerd, met uitzondering van put BGM-29. Put BGM-29 heeft een afwijkende tubingdiameter en een lagere productie capaciteit.

Tabel 5-2: Uitstroomscenario's en -frequenties voor productie en injectie van/naar gasputten Frequentie (per jaar)

Scenario	Casing blowout	Tubing blowout	Verticaal lek	Horizontaal lek
Productie	-	$3,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-5}$	$9,4 \times 10^{-6}$
Injectie	-	$3,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-5}$	$9,4 \times 10^{-6}$

Tabel 5-3: Uitstroomscenario's en -frequenties voor onderhoud aan gasputten Frequentie (per activiteit)

Scenario	Casing blowout	Tubing blowout	Verticaal lek	Horizontaal lek
Wireline	-	$8,9 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-6}$
Coiled-tubing	-	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-5}$
Snubbing	-	$4,2 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$7,6 \times 10^{-5}$
Workover	$6,1 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-4}$	$6,4 \times 10^{-5}$

Blow-out tijdens productie, wirelining en coiled tubing vindt plaats via de tubing van de put. Deze tubing blow-out wordt gemodelleerd met het “long pipeline” model op basis van de diepte van de put, de diameter van de tubing en de normale bedrijfsdruk in de bodem van de put (flowing bottom hole pressure, FTBHP). Tijdens injectie is de gemodelleerde druk conform de HRB gelijk aan de aanvoerende leiding(en). In het model wordt rekening gehouden met de initiële tijdsafhankelijke uitstroom, die substantieel hoger is dan de “blow-out potential” van de put. Bij blow-out tijdens productie zal ook gas terugstromen vanuit de flowline. Dit is gemodelleerd met het “long pipeline model” bij een (standaard) lengte van 10 km met een diameter van 13,4” (uitstroomopening van 6”) bij een werkdruk van 128 barg (145 barg tijdens injectie). De equivalente diameter van de twee 30” leidingen is groter, maar aangezien de uitstroming plaats vindt uit een 6” gat is de uitstroomopening kleiner dan 20% van de aanvoerleiding, dit resulteert in een foutmelding in Safeti^{NL}. Conform de rekenmethodiek dient deze diameter te worden verkleind tot een diameter met een diameter van $(6'' \times \sqrt{5}) \sim 13,4''$. Conform de methodiek dient de uitstroming van beide zijden te worden opgeteld. De druk in de tubing neemt zeer snel af in geval van een blow-out. De totale blow-out tijdens productie wordt dan ook vrijwel geheel bepaald door de terugstroming uit het proces (zie ook paragraaf 10.10 van de rekenmethodiek). De Blow-out tijdens productie (en

injectie) is daarom gemodelleerd als de terugstroming uit het proces met de vereenvoudigde invoermethode. Het scenario hiervoor is gemodelleerd met het long pipeline model in Safeti^{NL} met een diameter van 13,4", de uitstroomopening is iets groter gekozen dan 6" om te corrigeren voor de uitstroming uit de put(ten). Bij een 'relative aperture' van 35% is de uitstroming uit het model gelijk aan de som van up- en downstream debieten.

Blow-out tijdens work-over activiteiten zal plaatsvinden via de tubing (80%) of de casing (20%). Beide scenario's zijn gemodelleerd met het long pipeline model in Safeti^{NL}. Voor de casing blow-out is een diameter van 13 3/8" gehanteerd, voor de tubing blow-out een diameter 7" (voor put BGM-29 respectievelijk 9 5/8" en 4.5").

Alle lekscenario's worden berekend op basis van een gatdiameter ter grootte van 10% van de tubing diameter en de normaal opererende druk van de put (FTHP).

De invoerparameters van de belangrijkste (grootste uitstroming) scenario's zijn in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 5-4: Invoerparameters belangrijkste scenario's putten

Scenario blowout	Frequentie (1/jaar)	Frequentie gecorrigeerd(**) (1/jaar)	Model Safeti ^{NL}	Druk (barg)	Diameter (inch)	Relative aperture (-)
Productie	$3,3 \times 10^{-5}$	$2,97 \times 10^{-6}$	Long pipeline	128	13,4	0,35
Injectie	$3,3 \times 10^{-5}$	$2,97 \times 10^{-6}$	Long pipeline	145	13,4	0,35
WO casing	$6,1 \times 10^{-5} *$	$2,75 \times 10^{-8}$	Long pipeline	130	13,75	1
WO tubing	$2,4 \times 10^{-4} *$	$1,08 \times 10^{-7}$	Long pipeline	130	7	1
Wireline	$8,9 \times 10^{-6} *$	$1,60 \times 10^{-7}$	Long pipeline	130	7	1

*) Frequentie per handeling per jaar.

**) Uitstroming (full bore rupture) uit de put is verticaal gericht. Vertraagde ontsteking treedt conform de rekenmethodiek alleen op wanneer een brandbare wolk buiten de inrichtingsgrens op 1 meter hoogte optreedt. Dit is niet het geval voor deze scenario's. De eerste correctie factor is voor alle scenario's daarom 9% (zie eerste paragraaf van dit hoofdstuk). De tweede correctiefactor is voor het aantal geschatte onderhoudswerkzaamheden. Voor productie en injectie is deze factor 1 (er kan immers constant ofwel geïnjecteerd danwel geproduceerd worden, voor Work overs en Wirelining is deze factor respectievelijk 0,005 en 0,2).

5.5.2 Leidingen

Vanaf de putten wordt het gas tijdens productie via de flowleidingen en de headers via een tweetal 30" leidingen (exportleidingen) naar de BKM getransporteerd. Het leidingwerk in de putkelders ligt verdiept ten opzichte van het maaiveld. Bij een breuk of lekkage kan de uitstroming naast verticaal ook schuin omhoog gericht zijn. Uitstroming uit het leidingwerk (flowleiding) in de putkelders is daarom (conservatief) horizontaal gemodelleerd, net als het laatste bovengrondse stuk van de headers vlak voor de aansluiting op de exportleidingen. De exportleidingen zijn ondergronds gelegen.

Tabel 5-5: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor hogedruk aardgasleidingen

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ meter / jaar)
FL1	Breuk van de leiding	$5,6 \times 10^{-9}$
FL2	Continue uitstroming vanuit een gat in de leiding met een diameter van 10% van de leidingdiameter (maximum 50 mm)	2×10^{-8}

Conform de methodiek dienen per flens in de leiding de frequentie voor de hele leiding te worden verhoogd met $9,3 \times 10^{-7}$ /flens per jaar. Het aantal flenzen is beperkt, flenslekken zijn daarom niet meegenomen in de modellering. Aangezien de inrichting is voorzien van lekdetectie, zijn domino-effecten als gevolg van optredende lekken niet meegenomen.

Alle leidingen zijn gemodelleerd met de vereenvoudigde rekenmethodiek. De gehele inrichting wordt in deze vereenvoudigde methode gezien als een black box en het scenario voor de leidingbreuken wordt gemodelleerd met het 'long pipeline model' in Safeti^{NL}.

De equivalente diameter van de upstream (puttenzijde) leidingen is 25,6". Deze equivalente diameter is conform de rekenmethodiek berekend door $\sqrt{((d1)^2 + (d2)^2 + (d3)^2)}$, deze diameters (d1, d2 etc.) zijn gelijk aan de tubingdiameters van de putten BGM-10 t/m BGM-29. De gemodelleerde leidinglengte is 3000 meter. Tijdens productie is er een 'pumped inflow' gemodelleerd gelijk aan de totale maximale productie van 673 kg/sec (81,5 MNm³/dag). Conform de rekenmethodiek is deze pumped inflow in de injectiefase niet gemodelleerd. De druk in de gemodelleerde leidingen is gedurende productie gelijk aan de flowing bottom hole pressure. Tijdens injectie is dit de aanvoerdruk.

De equivalente diameter van de downstream (export) leidingen is 42,4" (2x30"). De gemodelleerde leidinglengte is 10.000 meter. De druk in de gemodelleerde leidingen is gelijk aan de druk in de leidingen (128 barg tijdens productie, 145 barg tijdens injectie).

De gatgrootte is gekozen gelijk aan de diameter van de gemodelleerde (falende) leiding. Daar waar de relatieve gatgrootte (d^2/D^2) kleiner is dan 20%, is de diameter van de up of downstream leiding verkleind tot $\sqrt{5}$ x de gatgrootte. Dit geldt voornamelijk voor de 10 en 12" flowleidingen. De 24" headers en de 30" exportleidingen zijn volgens bovenstaand criterium niet gecorrigeerd.

De ondergrondse leidingen zijn gemodelleerd met het long pipeline model op basis van de exportleidingen (maatgevend). Deze leiding is gemodelleerd met het long pipeline model met een lengte van (10.000+3.000) 13.000 meter waarbij de leiding breekt op een lengte van 10.000 meter.

Op de puttenlocatie zijn op een aantal plaatsen een Emergency Shut Down (ESD)-kleppen aanwezig:

- in de Cluster headers, vlak voor de aansluiting op de transportleiding;
- in de flowlines vlak voor de X-mas tree;
- in de put (tubing).

Deze ESD-kleppen sluiten bij gas of branddetectie. In de effectmodellering van de vertraagde fakkelbrand is het succesvol sluiten (na lekdetectie) van deze kleppen meegenomen voor de leidingbreuk van de flowleidingen en de clusterheaders met een betrouwbaarheid van 99% (SIL-2). Voor de sluitertijd is uitgegaan dat de sluittijd 1 inch per seconde is + 2 seconde reactietijd.

Bij een breuk van de flowleiding sluit (met een zekerheid van 99%) upstream de ESD klep. Na 20 sec is het leidingdeel tussen de breuk en de gesloten ESD klep drukloos. Voor het succesvol sluiten wordt daarom geen fakkelbrand gemodelleerd.

Downstream van de breuk sluit de ESD in de 24 inch header na (24+2) 26 seconde. Het volume tot aan de klep is bepaald door de per cluster gemeten lengte (in verband met meet onnauwkeurigheden en de inhoud van de flowleidingen zelf) vermenigvuldigd met 150% te delen door het interne oppervlak van de headers. De gemodelleerde lengte tot de klep is gecorrigeerd voor de gemodelleerde leidingdiameter welke groter is dan de werkelijke 24 inch. De gemodelleerde leiding is binnen 140 seconden drukloos, de totaal berekende uitstroming is daarom conform de HRB gecorrigeerd naar 120 seconden (20 -140 seconden) door dit te modelleren als een 'fixed duration release' in Safeti^{NL}. Omdat de kans bestaat dat bij het sluiten van deze ESD nog wel nalevering van de overige putten plaats vindt, is dit scenario conservatief alleen gemodelleerd met de gecorrigeerde faalfrequentie voor de ESD in de header en de overige putten. De kans dat succesvol wordt ingegrepen wordt is daarom 95% (96% voor cluster 2). Dit is meegenomen door de faalfrequentie te vermenigvuldigen met deze kans op ingrijpen.

Voor de breuk van de header is alleen downstream (zijde transportleiding) het ingrijpen van de ESD meegenomen. In de modellering is er conservatief van uit gegaan dat de breuk aan het begin van de leiding plaats vindt en het volume tot de klep dus maximaal is. Dit scenario is dus net als de downstream uitstroming van de flowleiding gemodelleerd met het 'fixed duration release' model gebaseerd op de diameter van deze header. De kans dat de ESD succesvol ingrijpt, is in dit geval 99%.

De invoerparameters van de belangrijkste (grootste uitstroming) scenario's zijn in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 5-6: Invoerparameters belangrijkste scenario's leidingwerk

Scenario blowout	Frequentie (1/m*jaar)	Frequentie gecorrigeerd (*) (1/m*jaar)	Model SafetiNL	Druk (barg) Prod/inj	Diameter (inch)	Relative aperture (-)
Flowline horiz. Upstream direct	$5,6 \times 10^{-9}$	$5,04 \times 10^{-10}$	Long pipeline	158/145	22,4	0,2
Flowline horiz. Upstream vertraagd (ESD sluit)	$5,6 \times 10^{-9}$	$5,1 \times 10^{-11}$	Fixed duration release	158/145	n.v.t.	n.v.t.
Flowline horiz. Downstream direct	$5,6 \times 10^{-9}$	$5,04 \times 10^{-10}$	Long pipeline	128/145	22,4	0,2
Flowline horiz. Downstream vertraagd (ESD sluit)	5,04	$5,04 \times 10^{-9}$	Fixed duration release	128/145	n.v.t.	n.v.t.
Headers ondergronds (12")	$5,6 \times 10^{-9}$	$5,04 \times 10^{-10}$	Long pipeline	128/145	26,8	0,2
Exportleiding (30")	$5,6 \times 10^{-9}$	$5,04 \times 10^{-10}$	Long pipeline	128/145	42,4	0,5

*) De correctiefactor voor de vroege en late fakkelbrand is toegelicht in de eerste paragraaf van dit hoofdstuk (9% voor vroege fakkelbrand, 91% late fakkelbrand).

5.5.3 Bevolkingsgegevens

De gemodelleerde bevolking is gelijk gekozen aan het eerder gehanteerde bevolkingsbestand voor de vergunningaanvraag³. Deze aanpak voor het inventariseren en verwerken van deze gegevens in Safeti^{NL} is in deze rapportage overgenomen in Bijlage 2 van dit rapport.

5.5.4 Ruwheidslengte

De standaard ruwheidslengte is aangehouden. Deze bedraagt 0,3 meter.

5.5.5 Meteorologie

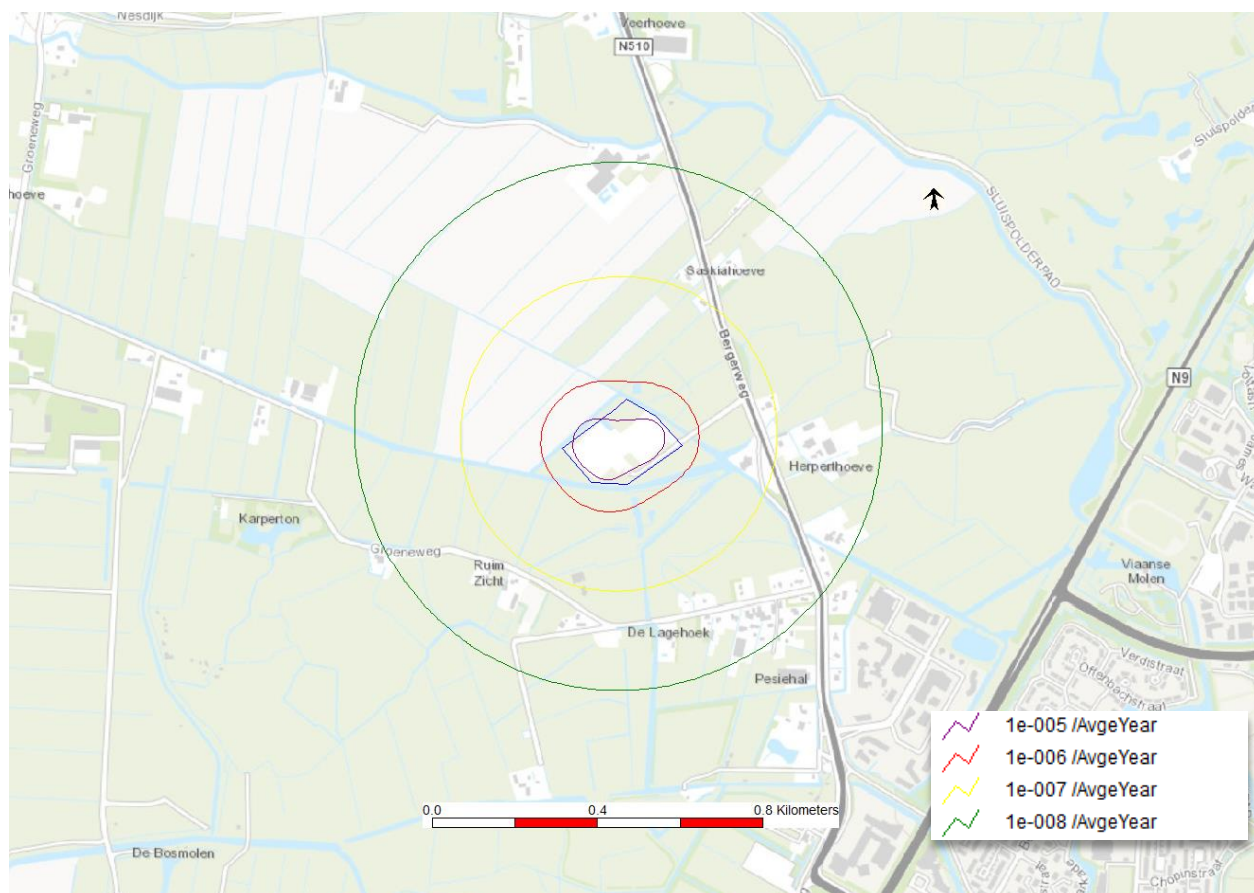
Voor het modelleren van de meteorologische omstandigheden voor deze inrichting is gebruik gemaakt van de in Safeti^{NL} beschikbare meteorologische data van vliegveld Schiphol.

³ QRA puttenlocatie Bergermeer Gas Storage, DHV, 2008.

6 Resultaten

6.1 Plaatsgebonden risico (PR)

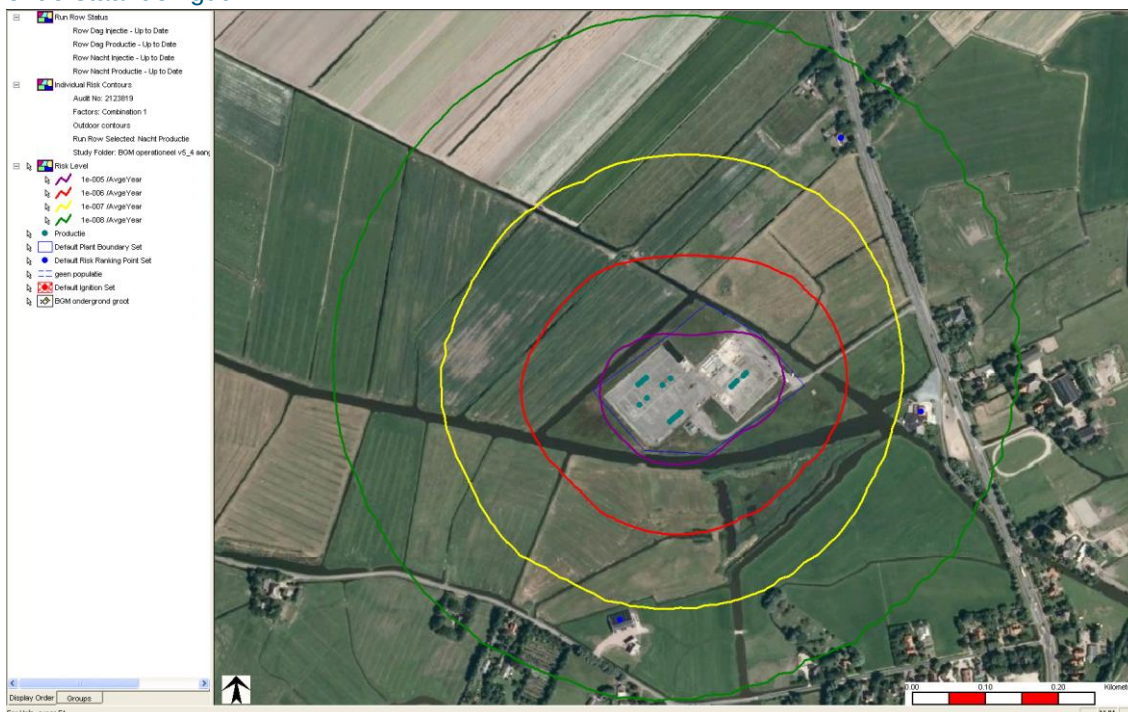
In Figuur 6-1 is het plaatsgebonden risico (PR) ten gevolge van de activiteiten op de gasproductie/injectie locatie Bergermeer weergegeven. De iso-risicocontouren zijn een weergave van de kans (per jaar) van overlijden op een specifieke locatie.



Figuur 6-1: Plaatsgebonden risicocontouren locatie Bergermeer

Binnen de plaatsgebonden risico 10^{-6} /jaar contour bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten. De procentuele bijdrage per scenario aan de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar is weergegeven in bijlage 1. In deze bijlage is te zien dat de headers de grootste bijdrage hebben aan de ligging van deze contour.

De in 2011 berekende (A6167-04.001, MD-AF20112019/MVI) risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.



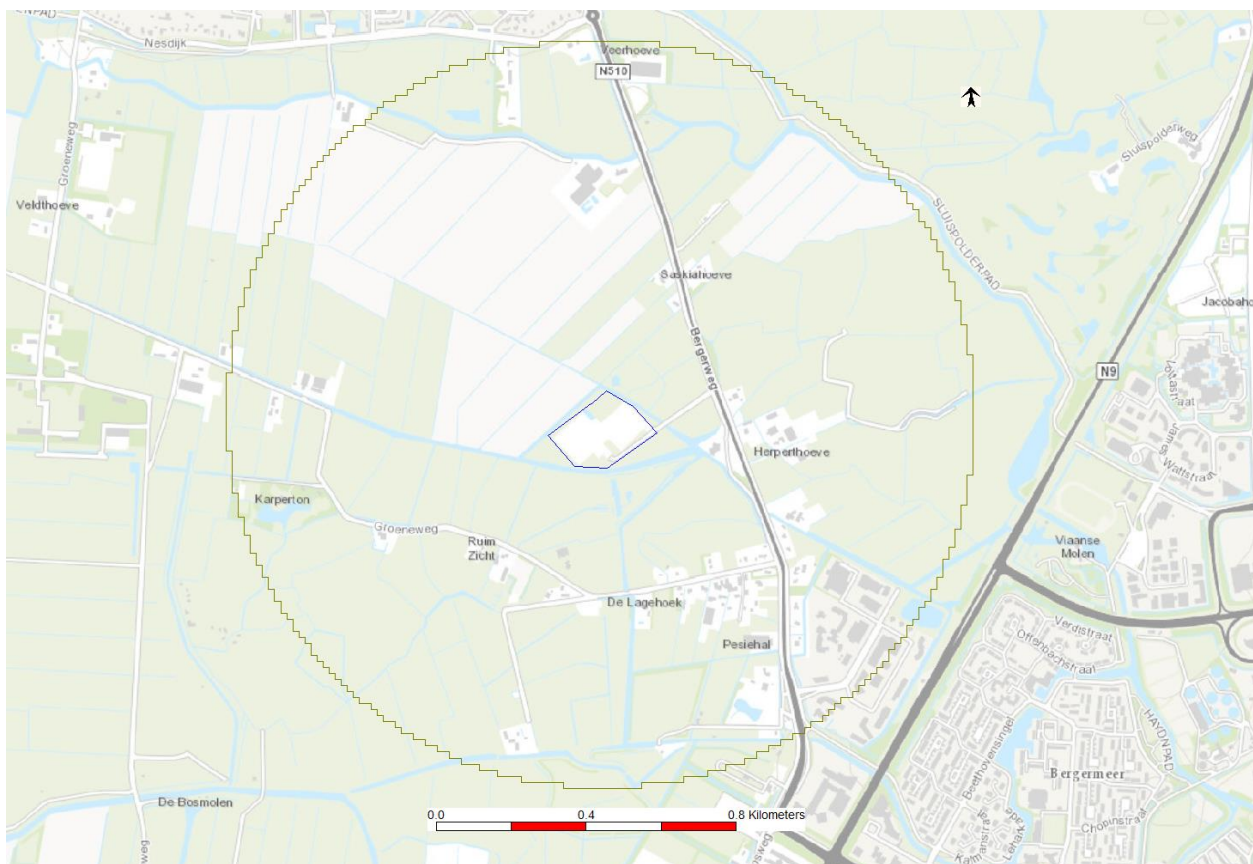
Figuur 6-2: Plaatsgebonden risicocontouren locatie Bergermeer 2011

Uit de voorgaande figuren kan worden geconcludeerd dat de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} per jaar kleiner is dan berekend in 2011.

6.2 Groepsrisico (GR)

Het GR geeft de kans op het aantal mogelijke slachtoffers ten gevolge van een incident op de locatie. Dit wordt weergegeven in een grafiek waarin het aantal potentiële slachtoffers wordt uitgezet tegen de kans per jaar. In deze grafiek is ook de, in hoofdstuk 3 toegelichte, oriëntatiewaarde weergegeven.

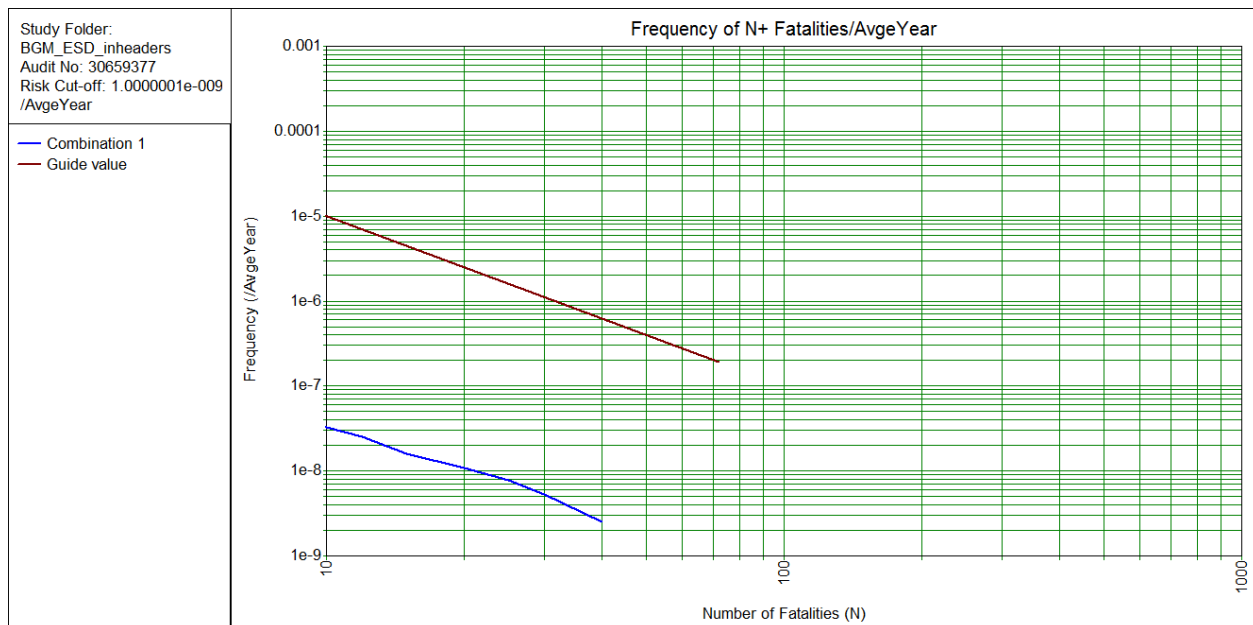
Het GR wordt bepaald op basis van het eerder berekende plaatsgebonden risico (PR) en de aanwezigheid van mensen binnen het invloedsgebied. Het invloedsgebied is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 6-3: invloedsgebied Bergermeer

De gemodelleerde bevolking is gelijk gekozen aan het eerder gehanteerde bevolkingsbestand voor de vergunningaanvraag⁴. Safeti^{NL} berekent hiervoor de volgende fN-curve:

⁴ QRA puttenlocatie Bergermeer Gas Storage, DHV, 2008.



Figuur 6-4: fN-curve Bergermeer locatie

Het berekende groepsrisico ligt ruim onder de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico.

6.3 Flowing bottom hole pressures

Door Taqa is aangegeven dat de flowing bottom hole pressures (iets) lager zijn dan in 2016 aangeleverd. Royal HaskoningDHV heeft onderzocht wat de impact is van deze lagere drukken op de externe risico's. Deze analyse is toegevoegd in bijlage 3 van deze rapportage. Uit deze analyse blijkt dat de lagere (flowing bottom hole) drukken slechts een zeer beperkte invloed hebben op het berekende externe risico. De conclusies blijven daarom ongewijzigd.

7 Referenties

- [1] RIVM, Handleiding Risioberekeningen Bevi, versie 3.3, 01-07-2015
- [2] Det Norske Veritas, Safeti^{NL}, versie 6.54

Bijlage

1. Risk Ranking report

Naam scenario (risk ranking noordzijde)	Bijdrage (%)
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	5.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	4.0
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	3.7
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	3.7
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up vertraagd	3.5
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up vertraagd	3.5
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding UG\Breuk flowline UG	2.9
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	2.8
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down vertraagd	2.8
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up vertraagd	2.7
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW UG\Breuk header UG	2.7
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up vertraagd	2.7
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up vertraagd	2.5
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up vertraagd	2.4
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO UG\Breuk header UG	2.3
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding UG\Breuk flowline UG	2.1
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW UG\Breuk header UG	2.0
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down vertraagd	2.0
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW UG\Breuk header UG	1.9
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline up vertraagd	1.7
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO UG\Breuk header UG	1.7
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline up vertraagd	1.6
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW UG\Breuk header UG	1.5
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\BM-16 prod direct	1.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.1
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.1
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM-28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.1
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM-27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.0
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.0

Naam scenario (risk ranking noordzijde)	Bijdrage (%)
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\BM-15 prod direct	0.9
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.9
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.8
WS1 prod\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.7
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down direct	0.6
WS1 prod\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.6
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.6
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.6
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up direct	0.6
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.6
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.5
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down direct	0.5
WS1 prod\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.5
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down direct	0.5
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down direct	0.5
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up direct	0.4
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up direct	0.4
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.4
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.4
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up direct	0.4
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.4
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down direct	0.4
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down direct	0.3
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up direct	0.3
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3

Naam scenario (risk ranking noordzijde)	Bijdrage (%)
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.2

Naam scenario (risk ranking zuidzijde)	Bijdrage (%)
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-17\BM-17 prod direct	4.8
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	4.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	3.5
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-17\BM-17 prod direct	3.5
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\BM-18 prod direct	3.2
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	3.2
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	3.2
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up vertraagd	2.8
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down vertraagd	2.6
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down vertraagd ESD sluit	2.5
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\BM-19 prod direct	2.4
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO UG\Breuk header UG	2.4
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-18\BM-18 prod direct	2.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW UG\Breuk header UG	2.3
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up vertraagd	2.2
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up vertraagd	2.0
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding UG\Breuk flowline UG	2.0
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down vertraagd	1.8
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-19\BM-19 prod direct	1.7
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO UG\Breuk header UG	1.7
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.7
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.7
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW UG\Breuk header UG	1.7
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.7
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW UG\Breuk header UG	1.6
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.4
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding UG\Breuk flowline UG	1.3
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW UG\Breuk header UG	1.2
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline up vertraagd	1.2
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\BM-23 prod direct	1.2

Naam scenario (risk ranking zuidzijde)	Bijdrage (%)
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.1
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.1
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.9
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-23\BM-23 prod direct	0.9
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down direct	0.6
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.6
WS1 injectie\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up direct	0.5
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.5
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down direct	0.5
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header down direct	0.4
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down direct	0.4
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up direct	0.4
WS1 prod\Cluster NoordWest\Header NoordWest\Header NoordWest\Header NW AG\Breuk header up direct	0.4
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up direct	0.4
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header down direct	0.3
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header down direct	0.3
WS2 prod\Cluster ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZuidWest\Header ZW AG\Breuk header up direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.3
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 prod\Cluster ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZuidOost\Header ZO AG\Breuk header up direct	0.3
WS2 injectie\Cluster ZuidWest\BM-23\flowline BM-23\BM-23 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3

Naam scenario (risk ranking zuidzijde)	Bijdrage (%)
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-25\flowline BM-25\BM-25 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.3
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.3
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-27\flowline BM27\BM-27 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-15\flowline BM-15\BM-15 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-28\flowline BM28\BM-28 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-10\flowline BM-10\BM-10 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS3 injectie\Cluster ZuidOost\BM-29\flowline BM-29\BM-29 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-14\flowline BM-14\BM-14 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
Productie injectieleidingen\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-16\flowline BM-16\BM-16 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS1 injectie\Cluster NoordWest\BM-11\flowline BM-11\BM-11 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS3 prod\Cluster ZuidOost\BM-24\flowline BM24\BM-24 flowline AG\Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	0.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-17\flowline BM-17\BM-17 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
Productie Transportleiding\Transportleiding\Transportleiding\transportleiding AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline up direct	0.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-18\flowline BM-18\BM-18 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2
WS2 prod\Cluster ZuidWest\BM-19\flowline BM-19\BM-19 flowline AG\Breuk flowline down direct	0.2

Bijlage

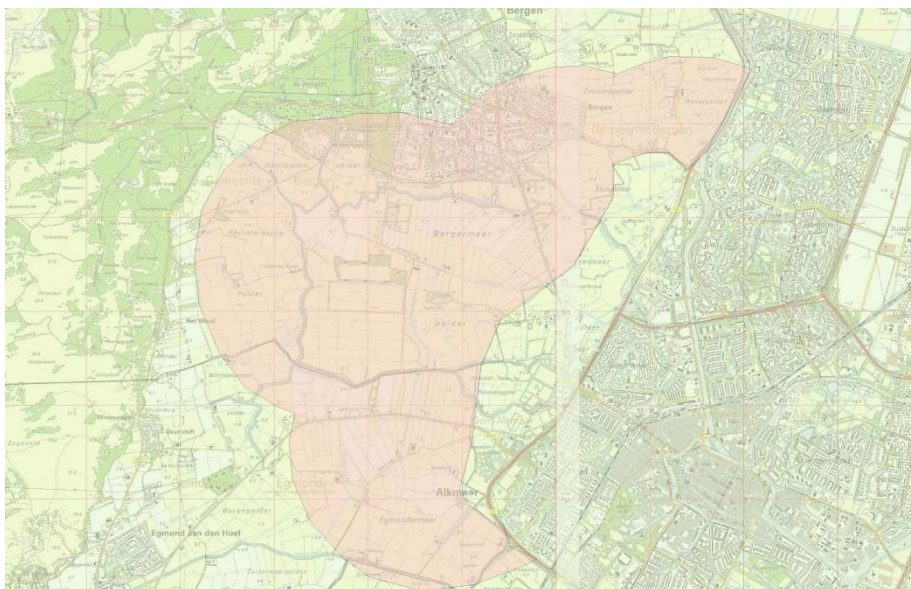
2. Bevolkingsgegevens

Gemeente Bergen

De populatiegegevens van de gemeente Bergen zijn in overleg met gemeente Bergen opgevraagd bij de firma Bridgis (www.bridgis.nl). De opgevraagde gegevens zijn opgedeeld in drie categorieën, te weten; arbeid, wonen en gemengd. Het gebied zoals deze is opgevraagd is weergegeven in afbeelding B4-5, aangegeven door de roze zonering.

Een gemengd adres heeft zowel een arbeids- als een woonfunctie. De aanwezigheid voor de gemengde adressen is overdag 100% gesteld en 's nachts 2,4 personen. Deze gegevens zijn als zodanig per adreslocatie gebruikt.

De gebruikte gegevens zijn aangevuld met kwetsbare objecten als verkregen van de gemeente. De kwetsbare objecten betreffen scholen en een verzorgingstehuis. Voor scholen is de aanwezigheid overdag op 100% gesteld en is het maximale aantal aanwezigen binnen de scholen gebruikt. 's Nachts is de aanwezigheid voor scholen op 0% gesteld. Voor het verzorgingstehuis is het maximale aantal aanwezigen zowel overdag als 's nachts 100% gesteld.

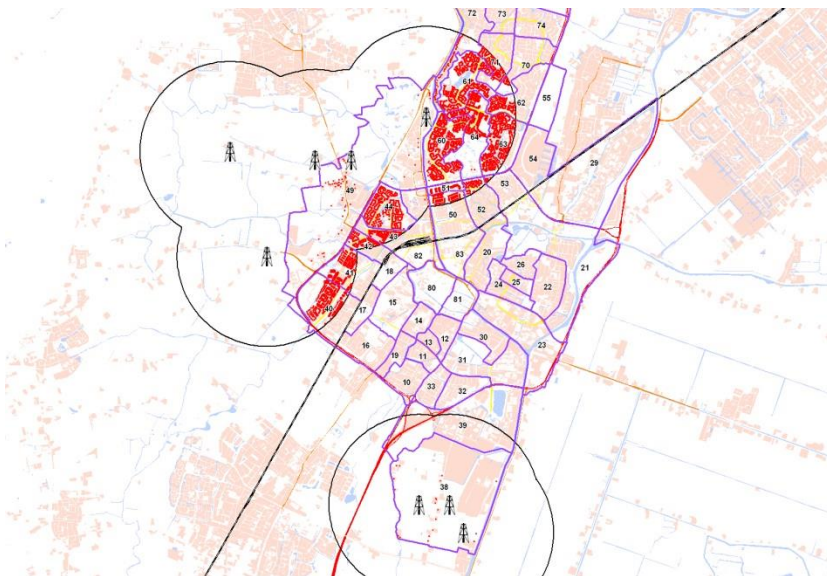


Afbeelding B4-1. Zonering opgevraagde Bridgis gegevens

De populatiegegevens van Bridgis worden geleverd met XY-coördinaten en zijn, na aanpassingen voor dag-nachtverhouding, rechtstreeks geïmporteerd in Safeti^{NL}.

Gemeente Alkmaar

Van de gemeente Alkmaar zijn de populatiegegevens aangeleverd op wijkniveau met hierbij kaartmateriaal van de betreffende gebieden, opgesplitst in woningen, arbeidsplaatsen en scholen. Bevolkingsvlakken conform de aangegeven wijken zijn ingetekend in Safeti^{NL}, hieraan zijn de verkregen populatiecijfers toegekend. Het aantal leerlingen aanwezig in scholen zijn bij de fractie aanwezigheid overdag voor de ingetekende wijken opgeteld. Arbeidslocaties zijn als adrespunten ingetekend.



Afbeelding B4-2. Locaties bewoonde adressen

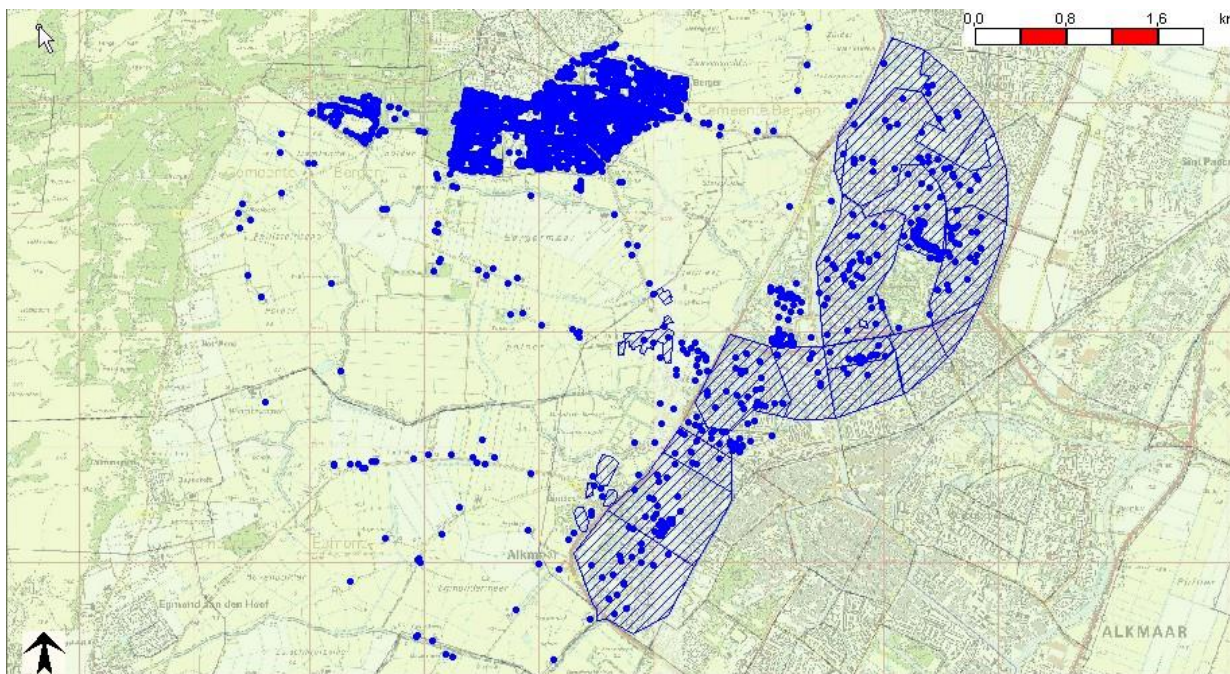
In het gebied aan de westzijde staan een aantal geprojecteerde bestemmingen binnen de invloedsgebieden van de installaties. De geprojecteerde bestemmingen zijn weergegeven in tabel B4-2.

Tabel B4-7-1. Geprojecteerde bestemmingen Westrand Alkmaar/Bergen

Ontwikkeling	Oppervlakte m ² b.v.o.	Personen
De Alk	3000	240
Uitbreiding De Meent	15400	6000
Wielersstadion		3000
Evenemententerrein		7500
Viaanse molen fase II	2000	90
Muidervaard	4885	326 + woningen
De Mare	6700	467 + woningen

De bestemmingsplannen Muidervaard en de Mare beschrijven de bouw van woningen, winkels en horeca. Voor de winkels en horeca is gesteld dat zich 1 persoon per 15m² b.v.o. bevindt (personeel en bezoekers). Per toegevoegde woning is 2,4 persoon gerekend. Deze personen zijn toegevoegd aan de bevolkingsvlakken in Safeti^{NL}.

De invoer in Safeti-NL is weergegeven in afbeelding B4-7.



Afbeelding B4-3. Invoer Safeti^{NL} Alkmaar Westrand.

Bijlage

3. Invloed Flowing Bottom hole pressure

Notitie / Memo**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
INDUSTRY & BUILDINGS**

Aan: [REDACTED] (TAQA)
Van: [REDACTED]
Datum: 13 december 2017
Kopie:
Ons kenmerk: I&BBE9328R001F02 tbv BD4511-103_20171213
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Bergermeer - Puttenlocatie**Mogelijke invloed op QRA Puttenlocatie Bergermeer**

De Gasopslag Bergermeer bestaat uit een puttenlocatie waar het gas in en uit het Bergermeerveld wordt gehaald (BGM) en een installatie op het bedrijventerrein Boekelermeer in Alkmaar, waar het gas wordt gereinigd en in het leidingennet wordt gepompt (BKM). Royal HaskoningDHV heeft in opdracht van TAQA Energy BV (TAQA) voor de BGM locatie in 2016 een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd⁵. TAQA heeft geconcludeerd dat de drukken in de putten enigszins afwijken van de uitgangspunten in deze eerder opgestelde QRA. TAQA heeft Royal HaskoningDHV gevraagd te beoordelen of de afwijkende drukken in de productieputten een relevante bijdrage hebben aan het berekende externe risico. De drukken in de putten als ontvangen van TAQA in september 2017 zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2. Drukken in de putten BGM

Put	productie	Injectie
	flowing bottomhole pressure	flowing bottomhole pressure
	Bara	bara
BGM-10 ST2	144	149
BGM-11	150	153
BGM-14	149	153
BGM-15	150	153
BGM-16	150	153
BGM-17 ST1	150	152
BGM-18	143	150
BGM-19	150	153
BGM-23	150	153
BGM-24	150	153
BGM-25	143	150

⁵ 'QRA Puttenlocatie Bergermeer (I&BBE9328R001F01), oktober 2016, Royal HaskoningDHV.

Put	productie	Injectie
	flowing bottomhole pressure	flowing bottomhole pressure
	Bara	bara
BGM-27	149	153
BGM-28	150	153
BGM-29	140	151

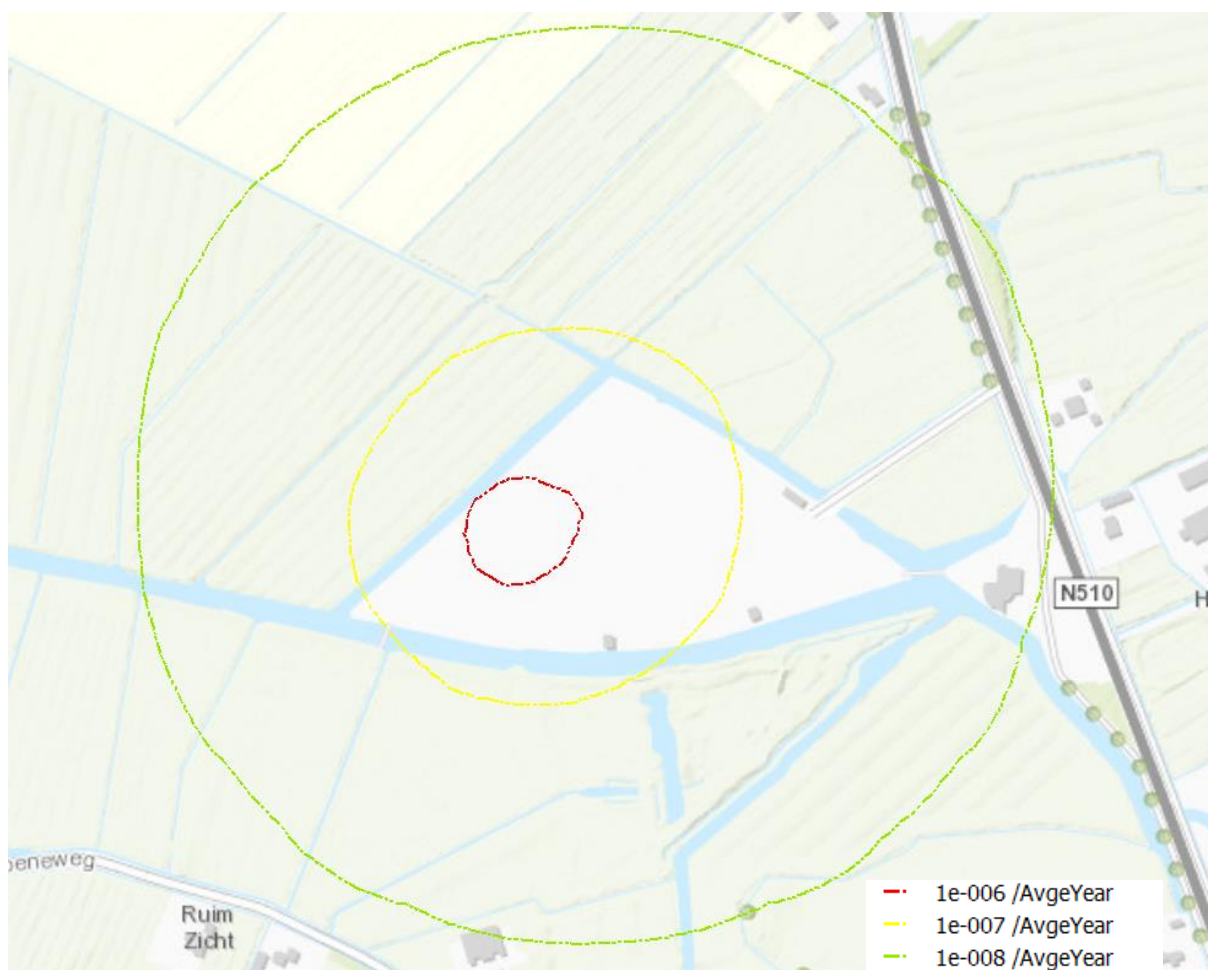
Analyse externe risico

Het externe risico wordt bepaald door de kans op een leidingbreuk waarbij brandbaar gas vrijkomt en ontsteekt. Bij een leidingbreuk kan het gas vanuit twee zijden uitstromen (upstream en downstream) en in twee onafhankelijke fakkelbranden resulteren. Het uitstroomdebiet wordt bepaald door de afmetingen van de leiding (of equipment), werkdruk en temperatuur.

De in 2016 opgestelde QRA is gemodelleerd met de standaard modellering conform de HRB. Hierbij is de totstandkoming van de scenario's voor up- of downstream vergelijkbaar, waarbij de uitstroomopening varieert. De gehanteerde druk wordt bepaald door de leiding met de hoogste uitstroming. Voor de puttenzijde (upstream tijdens productie) is dit gelijk aan de flowing tubing bottom hole pressure (FTBHP), in de huidige situatie is dit 150 barg. In de in 2016 uitgevoerde QRA is dit 158 barg. Er is uitgegaan dat de druk downstream ongewijzigd blijft. De downstream scenario's blijven dus ook ongewijzigd.

Voor de injectie scenario's wordt niet uitgegaan van de flowing bottom hole pressure, maar van de druk van de aanvoerende (compressie) leidingen. De scenario's in de QRA voor de injectiefase blijven dus geheel ongewijzigd, aangezien ook deze druk niet wijzigt.

Voor de analyse van de invloed van de lagere FTBHP drukken op de berekende risico's zijn de scenario's beschouwd van één van de putten (BKM-10) en de header Noordwest. Deze scenario's van de put en de header, die slechts een deel van het risico van de locatie BGM weergeven, laten de volgende PR-contouren zien, zoals berekend met Safeti-NL.



Figuur 5. PR contouren BKM-10 en Header noord-west

De procentuele bijdrage per scenario ter hoogte van de PR 10^{-7} contour (Noordzijde) is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3. Procentuele bijdrage per scenario (PR 10^{-7} noordzijde)

Sum of bijdrage	
naam	Total
Breuk header down vertraagd ESD sluit	34.7
Breuk header up vertraagd ⁶	33.4
Breuk header UG	17.9
Breuk header down direct	4.4
Breuk header up direct ²	3.9
Breuk flowline up direct ²	1.6
Breuk flowline down direct	1.6
Breuk flowline down vertraagd ESD sluit	1.2
Breuk flowline down vertraagd ESD sluit niet	0.7

⁶ Deze scenario's zijn de maatgevende upstream scenario's waarvoor in tabel 3 de effectafstanden zijn weergegeven.

Sum of bijdrage	
Breuk header down vertraagd ESD sluit niet	0.4
Breuk flowline UG	0.2
Breuk flowline up vertraagd ²	0.1
Grand Total	100

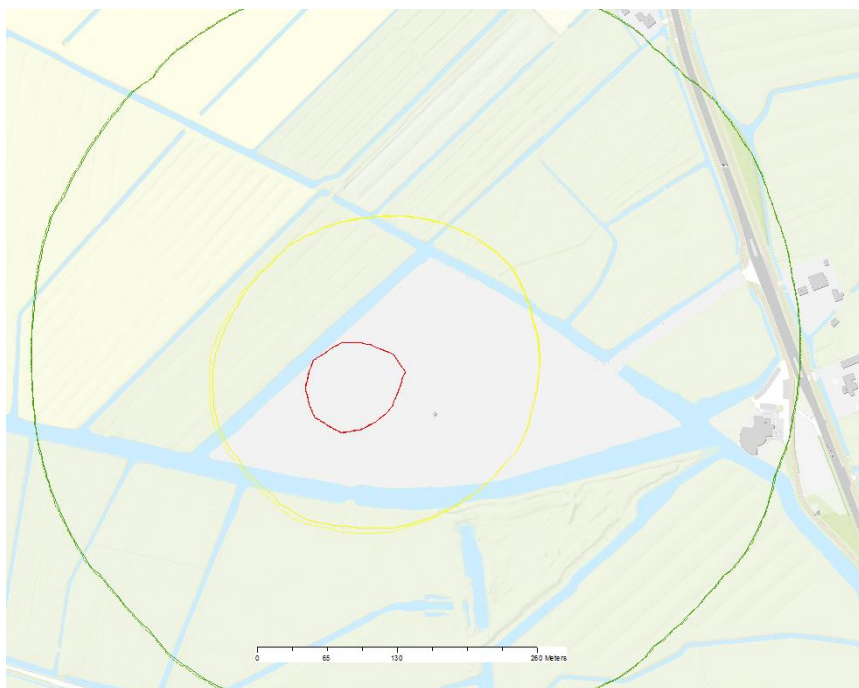
De effectafstanden van de maatgevende upstream scenario's zijn afgerond weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4. Effectafstanden van de maatgevende upstream scenario's

Scenario	Effectafstand 1% letaal weertype D5 huidig 158 FTBHP barg (meter)	Effectafstand 1% letaal weertype D5 150 barg FTBHP (meter)
Breuk flowline up direct	410	400
Breuk flowline up vertraagd	350	350
Breuk header up direct	570	560
Breuk header up vertraagd	350	340

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat de lagere FTBHP slechts beperkt bijdraagt aan de berekende effectafstanden.

In onderstaande afbeelding zijn de risicocontouren vergeleken van de put BKM-10 en de Header (NW). Hierin is huidig de stippellijn en de lagere FTBHP de doorgetrokken lijn(en). Uit onderstaande afbeeldingen is op te maken dat er sprake is van een slechts een marginale verschuiving van de berekende risicocontouren. De marginale verschuiving is moeilijk zichtbaar in figuur 2, vandaar dat in figuur 3 is ingezoomd op de zuidwest zijde van de risicocontouren.



Figuur 6. PR contouren BKM-10 en Header noord-west (huidig en toekomstig)



Figuur 7. PR contouren BKM-10 en Header noord-west (huidig en toekomstig), zoom zuidwest zijde

Conclusie

De effectafstanden voor de upstream scenario's laten een beperkte afwijking zien tussen de afstanden bij een lagere FTBHP van 150 en de in de QRA gehanteerde FTBHP van 158 barg. De berekende plaatsgebonden risicocontour 10^{-7} per jaar voor één van de putten en een header gedurende productie schuift minder dan 10 meter op (naar binnen). De berekende plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} per jaar schuift tot circa 1 - 2 meter op (naar binnen).

Het totale risico wordt echter mede bepaald door de injectiescenario's, die ongewijzigd blijven. De relatieve bijdrage van de gewijzigde scenario's aan het totale risico is beperkt. De verschuiving van de plaatsgebonden risicocontouren, specifiek de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar, van de gehele inrichting is naar verwachting zeer klein.

Het heeft daarom geen toegevoegde waarde om de QRA voor de nieuwe drukken opnieuw uit te voeren, omdat de contouren niet significant zullen wijzigen. Bovendien blijven de resultaten ten aanzien van de toetsing hetzelfde: geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour en het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde.