



QRA Geothermische boringen

Aardwarmte project "Wippolderlaan"

projectnummer 0469944.100
definitief revisie 2.0
4 mei 2021

QRA Geothermische boringen

Aardwarmte project "Wippolderlaan"

projectnummer 0469944.100

definitief revisie 2.0
4 mei 2021

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

HVC Warmte B.V.
Jadestraat 1
1812 RD Alkmaar

Colofon

Projectgroep bestaande uit

5.1.2.e

datum vrijgave
4 mei 2021

beschrijving revisie 2.0
definitief

gecontroleerd
5.1.2.e

5.1.2.e

vrijgave

5.1.2.e

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Externe Veiligheid	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Plaatsgebonden risico	2
2.3	Groepsrisico	2
2.4	Invloedsgebied	3
2.5	Juridisch kader van Geothermische booractiviteiten	3
2.6	Normstelling	5
2.7	Berekeningswijze	6
3	Boringen Wippolderlaan	7
3.1	Omgeving	7
3.2	Procesbeschrijving	7
3.3	Voorkomende gevaarlijke stoffen	8
4	Kwantitatieve risicoanalyse	9
4.1	Scenario's	9
4.2	Risicoberekeningen	11
4.2.1	Plaatsgebonden risico	12
4.2.2	Invloedsgebied	13
4.2.3	Groepsrisico	14
5	Conclusie	15

Bijlage 1: Aandachtsgebieden

Bijlage 2: Notitie Panterra over het aantreffen van aardgas

Bijlage 3: Blow-out preventie

1 Inleiding

HVC Warmte B.V. heeft het voornemen om twee boringen uit te (laten) voeren naar een aquifer op een diepte van ruim 3 km met als doel de temperatuur van het water (naar verwachting 90°C) te benutten voor warmteafnemers in de omgeving. Deze boringen zijn gepland op een locatie aan de Van Luyklaan/Middenzwet te Wateringen.

De boringen zullen door diverse aardlagen gaan. Hoewel het niet de bedoeling is om aardgas in hoge druk aan te treffen in enige aardlaag en op basis van voorgaand onderzoek het ook niet waarschijnlijk is dat aardgas onder hoge druk zal worden aangetroffen, kan het niet worden uitgesloten. Dit betekent dat expliciet rekening wordt gehouden met een situatie waarin aardgas onder hoge druk wordt aangetroffen.

Met betrekking tot een booractiviteit verlangt de Mijnbouwwet dat de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar en het bijbehorende groepsrisico ter toetsing wordt voorgelegd aan het bevoegd gezag. Deze informatie is tevens gewenst voor de aanmeldingsnotitie voor de m.e.r.-beoordeling.

De plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar wordt berekend door de uitvoering van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Zoals hierboven reeds benoemd, beschouwen we deze boringen als boringen naar aardgas. Dit betekent dat ook voor het uitvoeren van deze geothermische boringen een QRA dient te worden opgesteld.

Met een dergelijke analyse (QRA) wordt inzicht verschaft in de risico's voor de omgeving tijdens het uitvoeren van de boringen. Deze risico's worden aangeduid als externe veiligheidsrisico's. De berekende risicocontour wordt vervolgens getoetst aan de normstelling, zoals die in Nederland voor externe veiligheid van toepassing is.

Versie beheer

Ten opzichte van versie 1.0 is in versie 2.0 uitsluitend de locatie van de boring aangepast.

Leeswijzer

Deze rapportage betreft een verslag van de risicoanalyse. Hoofdstuk 2 beschrijft de gehanteerde methodiek met normstelling en berekeningswijze. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de voorgenomen bedrijfsactiviteiten. De kwantitatieve risicoanalyse staat in hoofdstuk 4 beschreven alsmede de toetsing aan de normstelling. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies van het onderzoek weer.

2 Externe Veiligheid

2.1 Inleiding

Met externe veiligheid wordt in het algemeen bedoeld de grootte van het overlijdensrisico voor personen als gevolg van activiteiten met gevaarlijke stoffen. Branden, explosies, brandbare wolken en giftige wolken zijn doorgaans de ongewenste gebeurtenissen die dit risico bepalen. De mate van externe veiligheid wordt bepaald door de grootte van te berekenen grootheden: het plaatsgebonden risico, het groepsrisico en de maximale-effectafstand. Deze variabelen tezamen geven inzicht in het overlijdensrisico van personen in de omgeving van de activiteiten met gevaarlijke stoffen.

2.2 Plaatsgebonden risico

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

Voor het plaatsgebonden risico zijn normen vastgesteld. De norm luidt voor een gewijzigde of nieuwe situatie, zoals die hier aan de orde is, dat zich binnen de risicocontour, die een overlijdenskans van 10^{-6} per jaar (eens in de miljoen jaar) weergeeft, geen kwetsbare objecten mogen bevinden en bij voorkeur geen beperkt kwetsbare objecten. Deze normen zijn in paragraaf 2.6 nader uitgelegd.

2.3 Groepsrisico

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

De normstelling met betrekking tot het groepsrisico wordt aangeduid als oriëntatiewaarde en heeft de status van een inspanningsverplichting. Dit betekent dat het bevoegd gezag de verantwoording neemt voor de grootte van het groepsrisico (verantwoordingsplicht). Voor het groepsrisico is er geen onderscheid tussen bestaande en nieuwe situaties. De oriëntatiewaarde van het groepsrisico voor bedrijven is $10^{-3}/N^2$ met N het aantal slachtoffers.

2.4 Invloedsgebied

Het invloedsgebied is de afstand waarop de overlijdenskans bij maximaal 30 minuten blootstelling is gedaald tot 1%. Deze afstand speelt geen rol in de toetsing van bedrijfsactiviteiten aan de normstelling op het beleidsterrein externe veiligheid. Het invloedsgebied is van belang voor de voorbereiding op de rampenbestrijding.

2.5 Juridisch kader van Geothermische booractiviteiten

Zoals in de inleiding reeds genoemd wordt een geothermische boring opgevat als een boring naar aardgas. Voor deze activiteit is een rekenmethodiek beschikbaar en een toetsingskader. De vraag is echter of juridisch gezien een geothermische boring gelijkgesteld kan worden aan een boring naar aardgas.

Belangrijke begrippen in deze zijn:

- Het Bevi;
- Een mijnbouwinstallatie;
- Een gevaarlijke stof.

Het Bevi (Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen)

Wanneer het Bevi/Revi¹ van toepassing is, is een rekenmethodiek voorgeschreven en is er een toetsingskader met normen waaraan voldaan moet worden: de resultaten van de QRA hebben in dat geval juridische status en kunnen daardoor juridische gevolgen hebben.

Wanneer het Bevi niet van toepassing is, is er geen rekenmethodiek voorgeschreven. De QRA heeft in dat geval geen juridische status. Het is dus belangrijk te onderzoeken of een QRA uitgevoerd voor een geothermische boring een juridische status heeft en juridische gevolgen kan hebben.

Het Bevi/Revi geeft aan dat ze mede van toepassing is op een mijnbouwwerk (als bedoeld in artikel 1, onderdeel n, van de Mijnbouwwet), bestemd voor de winning, opslag, bewerking of het gereedmaken voor transport van gevaarlijke stoffen.

De vraag is dus: is een boring naar geothermische warmte een mijnbouwwerk zoals bedoeld in de Mijnbouwwet en is de boring bestemd voor de winning, opslag, bewerking of het gereedmaken voor transport van gevaarlijke stoffen.

Mijnbouwwerk

Artikel 1 lid b onder i van de Revi (Regeling externe veiligheid inrichtingen) waarin de inrichtingen staan opgesomd die onder het Bevi vallen, luidt:

¹. Formeel gezien zijn er nog twee wettelijke documenten (Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen en Besluit Externe Veiligheid Transport) waarin normen voor externe veiligheid zijn opgenomen. Voor een (tijdelijke) inrichting zoals onderhavige situatie aan de orde is, is het Bevi het aangewezen besluit om aan te toetsen.

- i. inrichtingen die een mijnbouwwerk zijn als bedoeld in artikel 1, onderdeel n, van de Mijnbouwwet, bestemd voor de winning, opslag, bewerking of het gereedmaken voor transport van gevaarlijke stoffen, met uitzondering van:
- 1° mijnbouwinstallaties als bedoeld in artikel 1, onderdeel o, van de Mijnbouwwet, en
 - 2° inrichtingen als bedoeld in artikel 2, eerste lid, onderdeel a, van het besluit.

Artikel 1, onderdeel n van de Mijnbouwwet omvat de volgende inrichtingen:

- n. mijnbouwwerk: een werk dat behoort tot een bij algemene maatregel van bestuur aangewezen categorie van werken:
- 1°. ten behoeve van het opsporen of het winnen van delfstoffen of aardwarmte;
 - 2°. ten behoeve van het opslaan van stoffen;
 - 3°. die samenhangen met de in de onderdelen 1° en 2° bedoelde werken;

Uit bovenstaande kan het volgende worden geconcludeerd:

- Een boring naar aardwarmte kan worden aangemerkt als een mijnbouwwerk.
- De vraag is echter of er wordt geboord naar een gevaarlijke stof.

Een gevaarlijk stof

Het begrip gevaarlijke stof wordt gedefinieerd in artikel 1, eerste lid, onderdeel g, van het Bevi als:

- (a) een stof of preparaat dat bij of krachtens het Besluit verpakking en aanduiding milieugevaarlijke stoffen en preparaten is ingedeeld in een categorie als bedoeld in artikel 9.2.3.1, tweede lid, van de Wet milieubeheer, of
- (b) een gevaarlijke stof als bedoeld in artikel 1, eerste lid, van de Wet vervoer gevaarlijke stoffen.

Deze omschrijving omvat meer dan alleen delfstoffen, die langs natuurlijke weg ontstane concentraties of afzettingen in de ondergrond aanwezig zijn. Onder de inrichtingen, bedoeld in artikel 1, onderdeel i, vallen ook mijnbouwwerken voor opslag van stikstof en kooldioxide. Doordat wordt aangesloten bij de begripsomschrijving van gevaarlijke stoffen uit het Bevi wordt een aantal typen inrichtingen **niet** onder de werking van het Bevi gebracht. Dit zijn bijvoorbeeld inrichtingen voor het winnen van aardwarmte of zout, aangezien dat geen gevaarlijke stoffen zijn. In de praktijk bestaat de mogelijkheid dat bij het winnen van aardwarmte aardgas of aardolie meekomt. Wanneer voornamelijk aardgas of aardolie gewonnen wordt en gesproken kan worden van een inrichting bestemd voor het winnen van aardolie of aardgas, is sprake van een inrichting waarop het Bevi wel van toepassing is.

Uit bovenstaande concluderen we dat een geothermische boring geen boring is naar een gevaarlijke stof.

Samengevat

Voorgaande drie punten samengevat komen we tot de volgende conclusie:

- Het Bevi/Revi is van toepassing op een mijnbouwwerk dat gericht is op een gevaarlijke stof;
- Een geothermische boring is een mijnbouwwerk;
- Een geothermische boring is niet gericht op een gevaarlijke stof.

De conclusie is dat het Bevi/Revi niet van toepassing is.

Ondanks dat het Bevi niet van toepassing is, kan het bevoegd gezag vragen om een QRA, indien zij vermoedt of kan vermoeden dat met de beschouwde activiteit risico's voor de omgeving gemoeid zijn. Doordat tijdens het uitvoeren van een boring naar aardwarmte mogelijk ook aardgas kan worden aangevoerd, is daarom een QRA (kwantitatieve risicoanalyse) uitgevoerd.

2.6 Normstelling

Hoewel hiervoor is aangegeven dat het Bevi niet van toepassing is, voeren we een toetsing uit aan de normen van het Bevi alsof het Bevi van toepassing is.

De normstelling ten aanzien van externe veiligheid is vastgelegd in het Bevi. De toetsingscriteria ten aanzien van het plaatsgebonden risico (PR) zijn gekoppeld aan het risiconiveau van 10^{-6} per jaar. Tabel 2.1 geeft aan dat de acceptatiegrenzen afhankelijk zijn van het feit of de omliggende objecten worden gekwalificeerd als kwetsbaar of beperkt kwetsbaar. Deze kwalificatie heeft niet alleen betrekking op de objecten die in werkelijkheid gerealiseerd zijn, maar ook op objecten die volgens het vigerende bestemmingsplan zouden mogen staan.

In Tabel 2.2 is een overzicht gegeven van een aantal soorten objecten waarvan de kwetsbaarheid is vastgelegd.

Tabel 2.1 PR-toetsingscriteria voor (beperkt) kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten		
Plaatsgebonden risico (PR)	PR hoger dan 10^{-6} /jaar	PR lager dan 10^{-6} /jaar
Norm	Niet toegestaan	Toegestaan
Beperkt kwetsbare objecten		
PR	PR hoger dan 10^{-6} /jaar	PR lager dan 10^{-6} /jaar
Norm	Toegestaan, mits onderbouwd	Toegestaan

Tabel 2.2 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen (< 2/ha)

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

De Bevi-benadering met betrekking tot het groepsrisico heeft de status van een motiveringsverplichting, waarbij het bevoegd gezag de plicht heeft om het berekende groepsrisico te verantwoorden (verantwoordingsplicht).

2.7 Berekeningswijze

De QRA is uitgevoerd op basis van de RIVM Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.2 van 1 april 2020. In deze handleiding zijn specifieke scenario's opgenomen die betrekking hebben op mijnbouwactiviteiten. Echter, omdat de activiteit (proef)boren niet in deze Handleiding is opgenomen, is tevens gebruik gemaakt van de in 2010 uitgegeven Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid, Tijdelijke richtlijnen voor QRA berekeningen voor mijnbouwlocaties, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), versie 1.0 van 24 juni 2010. De effectmodellering en risicoberekeningen zijn uitgevoerd met het programma SAFETI-NL 8.3.

3 Boringen Wippolderlaan

3.1 Omgeving

De boorlocatie is gelegen op een locatie bij de kruising van de Van Luyklaan en de Middenzwet in Wateringen. Op deze locatie en in de omgeving van deze locatie is van toepassing het bestemmingsplan:

- Glastuinbouwgebied Westland, onherroepelijk, vastgesteld 19-12-2012.

Op de locatie van de boringen is van toepassing de bestemming: enkelbestemming agrarisch-glastuinbouw.

Objecten in de omgeving

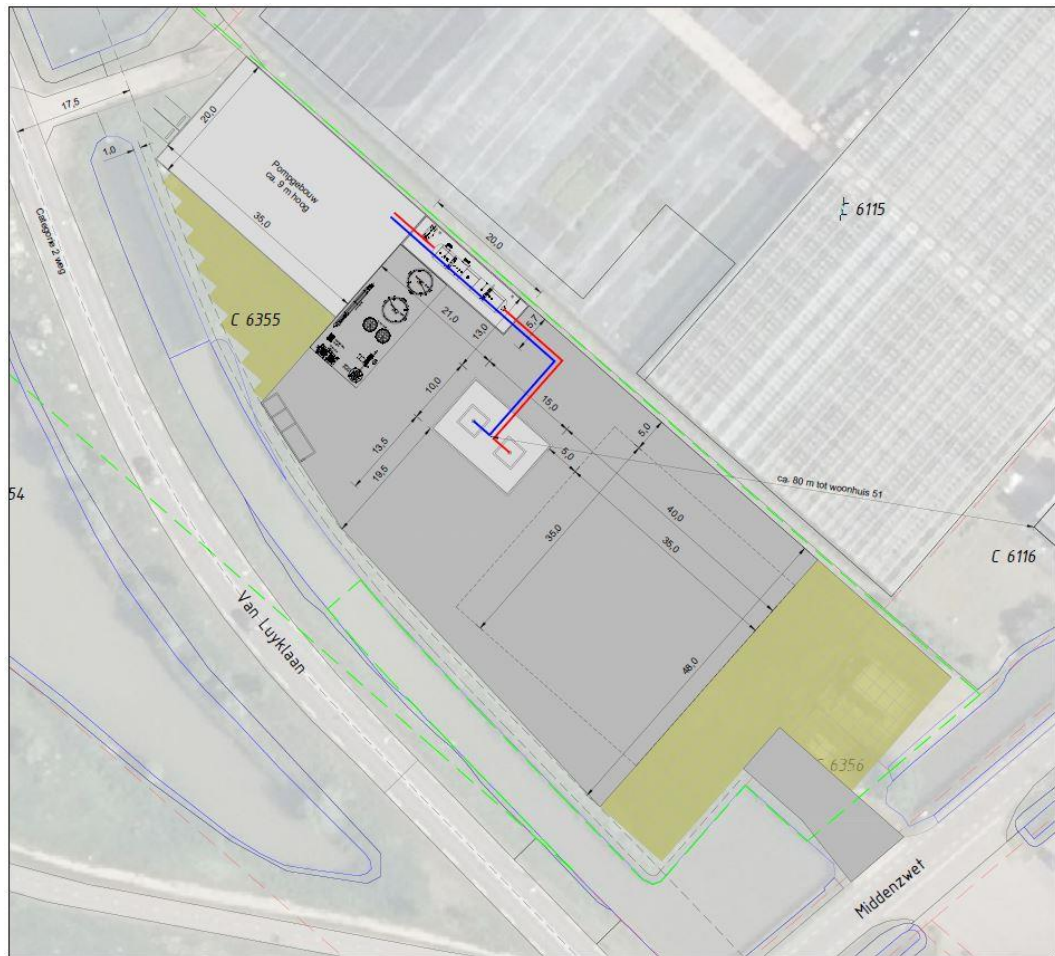
In de omgeving van de boorlocatie zijn de volgende bestemmingen aanwezig:

- Wonen;
- Agrarisch-glastuinbouw;
- Verkeer.

3.2 Procesbeschrijving

Ter plaatse van de boorkelder wordt een boortoren geplaatst waar vervolgens twee putten worden geboord: één voor de aanvoer van warm water en één voor herinjectie van afgekoeld water (afvoer) in de formatie. In de putkelder zijn twee lange stalen buizen (conductors) aanwezig die zijn geheid of geboord voorafgaand aan (of eventueel na) de plaatsing van de boorkelder. Deze conductors dienen ter bescherming van onder meer het ondiepe grondwater en voor de stabiliteit van het te maken boorgat. De feitelijke boring vindt binnen deze conductor plaats. Op het boorgat worden afsluiters geplaatst, die kunnen worden gesloten in geval van een ongewenste uitstroming (blowout preventer).

De boringen zullen naar verwachting circa drie maanden tijd in beslag nemen. In figuur 3.1 is de voorlopige inrichting van de boorlocatie weergegeven.



Figuur 3.1: Voorlopige inrichting boorlocatie (lichtgrijs vlak: locatie boringen)

3.3 Voorkomende gevaarlijke stoffen

Het aantal in de aardlagen voorkomende gevaarlijke stoffen is gelimiteerd. Het betreft mogelijk aardgas (voornamelijk bestaande uit methaan met mogelijk hogere alkanen zoals ethaan, propaan, butaan, etc. in geringe concentraties en kooldioxide en stikstof). Daarnaast zijn op de boorlocatie hulpstoffen aanwezig ten behoeve van de boring, waaronder diesel, smeerolie en boorvloeistof. De hulpstoffen hebben een vlampunt dat hoger is dan 60°C; ze zijn tevens niet toxisch. Daarmee zijn deze stoffen (behalve aardgas) niet relevant voor de QRA. Gezien de geologie is het niet waarschijnlijk dat er een hoog gehalte aan waterstofsulfide wordt aangetroffen in één of meer aardlagen. Dientengevolge zijn toxische scenario's als gevolg van waterstofsulfide niet gemodelleerd. De conclusie is dat er slechts één gevaarlijke stof relevant is: aardgas.

4 Kwantitatieve risicoanalyse

4.1 Scenario's

Het belangrijkste beschouwde scenario (blowout) betreft een worst case situatie waarbij tijdens het boren onverhoopt aardgas onder hoge druk wordt aangetroffen en de installatie en gebruikte materialen door niet nader gespecificeerde oorzaak, niet in staat zijn deze druk te weerstaan.

In geval van een blowout stroomt aardgas uit het boorgat met een debiet dat door een aantal parameters wordt bepaald:

- De druk en temperatuur in het aangeboorde gashoudende reservoir;
- De permeabiliteit van het gashoudende reservoir;
- De waterverzadiging van het gashoudende reservoir;
- De lengte van het boorgat in het gashoudende reservoir;
- De diameter van het boorgat in het gashoudende reservoir;
- De totale lengte van het boorgat;
- De diameter van het boorgat over de gehele lengte.

In feite spelen hier twee mechanismen waarbij de (in eerste instantie statische) reservoirdruk wordt verdeeld:

- Het gas ondervindt een weerstand tijdens het stromen in het reservoir. Het grootste deel van de (statische) druk wordt gebruikt om een gasstroom op gang te brengen en te houden in het reservoir. Dit leidt uiteindelijk tot een toestroming van aardgas uit het reservoir naar de boorschacht die in het reservoir steekt, en
- Het gas ondervindt een weerstand tijdens het stromen in de boorschacht naar boven. Een relatief klein deel van de (statische) druk wordt benut voor het voortstuwende van het gas in de boorschacht.

Het resultaat van beide processen is dat aan de putmond een hoeveelheid gas beschikbaar komt die met hoge snelheid verticaal gericht vrijkomt in de atmosfeer.

Bij ontsteking van deze hoeveelheid aardgas ontstaat een fakkel die de directe omgeving blootstelt aan een hoge warmtestralingsintensiteit. Het is deze warmtestraling die de letale effecten veroorzaakt.

De kans is aanwezig dat de vrijkomende hoeveelheid aardgas niet ontsteekt: er ontstaat dan een drijvende gaswolk op aanzienlijke hoogte, die of op een later tijdstip ontsteekt (wolkbrand) of in het geheel niet ontsteekt wanneer door dispersie (verdunning) de concentratie gas uiteindelijk onder de grens komt waarbij een gas-/luchtmengsel nog kan worden ontstoken.

De effecten (warmtestraling, wolkbrand, explosie overdruk) en de daarmee verbonden risico's voor de omgeving (plaatsgebonden risicocontouren en groepsrisico) als gevolg van het vrijkomen van gas (dat wel of niet ontsteekt), worden door de rekenprogrammatuur bepaald.

De Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid, Tijdelijke richtlijnen voor QRA berekeningen voor mijnbouwlocaties geeft aan, dat voor de risicoanalyse de volgende scenario's moeten worden beschouwd:

1. Een blowout met een verticale uitstroming,
2. Een horizontaal gerichte lekkage en
3. Een verticaal gerichte lekkage.

Tabel 3 van de genoemde handleiding geeft hiervoor de bijbehorende frequenties per boring, die in tabel 4.1 zijn opgenomen.

Tabel 4.1: Ongevalscenario's tijdens boorwerkzaamheden gasputten

Scenario	Frequentie (per put)
Blowout*	$3,91 \times 10^{-4}$
Lekkage** (verticaal)	$1,43 \times 10^{-4}$
Lekkage** (horizontaal)	$5,93 \times 10^{-5}$

* Blowout: uitstroming uit een gat ter grootte van de diameter van de casing.

** Lekkage: uitstroming uit een gat ter grootte van 0,1*diameter van de casing.

Na afronding van de boorwerkzaamheden wordt de boorinstallatie verwijderd en de put, indien water van voldoende warmte wordt aangetroffen, gereedgemaakt voor winning van dit water.

Scenario modellering van de boring

Panterra is gevraagd om specifieke uitgangspunten voor de QRA aan te leveren, zoals de blowout flow rate. Op basis van wat er bekend is van de geologische opbouw van de ondergrond kwam Panterra tot de conclusie dat er geen kans is op het voorkomen van een gasvoerende laag. Echter, de resolutie waarmee in de ondergrond gekeken is zou lagen met een dikte van enkele meters kunnen missen. Op basis van de veronderstelling dat een dergelijke laag wel tot een aanzienlijke gasuitstroming zou kunnen leiden, heeft Panterra een berekening opgezet om tot een blowout flow rate te komen. De onderbouwing van het voorgaande is in bijlage 2 opgenomen. Daarnaast is in bijlage 3 een overzicht opgenomen van de maatregelen die genomen worden om een blow-out te voorkomen.

Voor het blowout scenario is het *long pipeline point* model gebruikt in SAFETI-NL. Dit long pipeline model met de toevoeging point geeft de mogelijkheid om een scenario te definiëren waarbij de breuk op een specifiek punt van deze leiding is gepositioneerd.

Op basis hiervan zijn de volgende kenmerken van de leiding gebruikt:

- Stof: aardgas;
- Diepte 3.234 m along hole length (boorgat lengte);
- Leidingdiameter in onderste sectie $12\frac{1}{4}$ inch (12,25 inch of 31,115 cm);
- Temperatuur: 90°C;
- Maximale uitstroom hoeveelheid 113 kg/s (blowout flow rate) (door opdrachtgever berekend);
- Initiële druk: 233 bar.

In het long pipeline model point zijn de volgende waarden gebruikt:

- Als modelstof is gebruikt: 100% methaan; in werkelijkheid zal de concentratie methaan lager zijn dan 100%: 100% methaan als modelstof is dan ook een worst case uitgangspunt;
- Uitstroomrichting: verticaal;
- Hoogte waarop uitstroming plaatsvindt: 1 m (standaard uitstroomhoogte bij risicoberekeningen);
- Time varying release: rate between two times (0 s en 20 s);
- Gehele leiding lengte: 3.234 m overeenkomend met along hole length (boorgat lengte);
- Leidingdiameter in onderste sectie 12¹/₄ inch (12,25 inch of 31,115 cm);
- Temperatuur: 76,85 °C (dit is de hoogst mogelijke temperatuur die het model accepteert);
- Pumped inflow: 113 kg/s (er wordt een evenwichtssituatie beschouwd waarbij de uitstroom aan de putmond gelijk is aan de toestroming uit het reservoir naar de boorschacht. De hier genoemde pumped inflow (113 kg/s) is de toestroming uit het reservoir naar de boorschacht;
- Maximale uitstroomhoeveelheid aan de putmond: 113 kg/s (blowout flow rate) (door opdrachtgever berekend);
- Druk aan het begin van de leiding: iteratief bepaald: 71,197 bar(g). Bij deze druk aan het begin van de leiding ontstaat er aan het eind van de leiding een uitstroom die gelijk wordt aan de eerder gespecificeerde 113 kg/s.

De lekscenario's zijn gemodelleerd door gebruik te maken van het scenario 'leak'. De volgende kenmerken van de leak (leiding) zijn gebruikt:

- Modelstof: 100% methaan (zie eerdere opmerking over methaan);
- Leidingdiameter: 311,15 mm, dus leak diameter is 31,115 mm (10%);
- Temperatuur: 90°C;
- Druk afgerond: 233 bar;
- Uitstroomrichting: verticaal en horizontaal (betreft 2 scenario's);
- Hoogte waarop uitstroming plaats vindt: 1 m.

4.2 Risicoberekeningen

De risicoberekeningen voor de scenario's uit tabel 4.1 zijn uitgevoerd met SAFETI-NL, versie 8.3. Voor de verdeling van de windsnelheid en weersklasse zijn de gegevens van het meest nabijgelegen weerstation gehanteerd, te weten Ypenburg. Als ruwheidslengte voor de omgeving is de maximale ruwheidslengte gekozen: 3 m, overeenkomend met stadscentrum, hoge en lage gebouwen. Voor het overige zijn de standaardinstellingen van SAFETI-NL ongewijzigd gelaten.

We merken tevens op dat het risico gepresenteerd is van één boring en niet van twee. De reden hiervoor is als volgt:

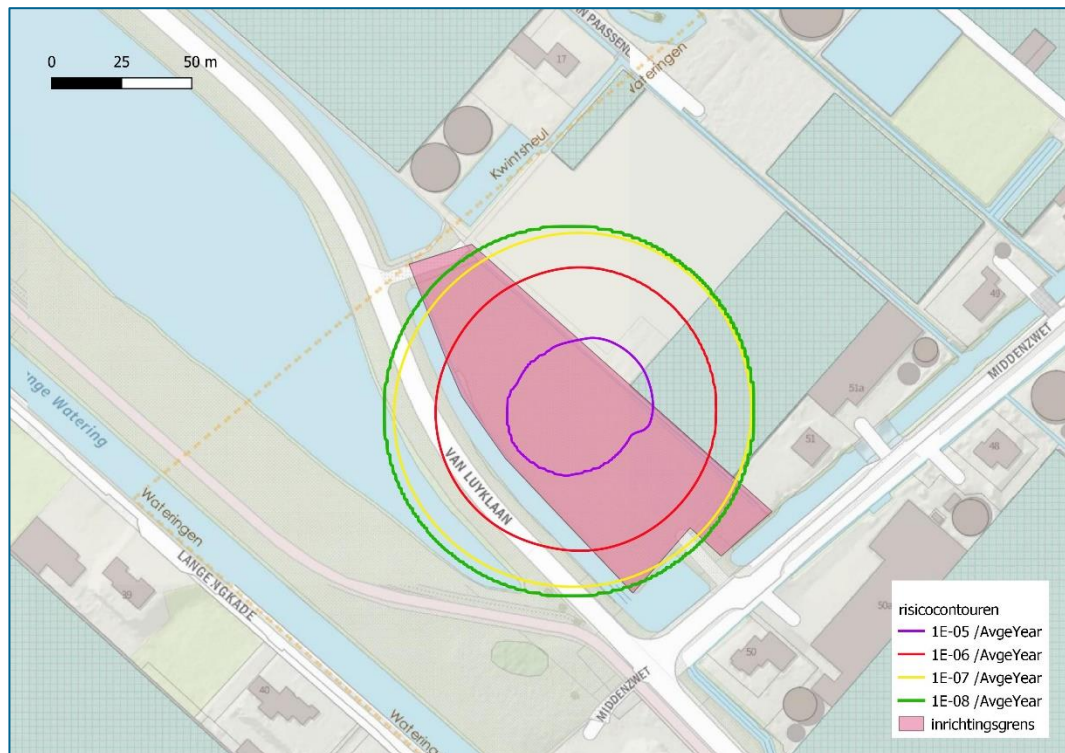
- Faalfrequenties van geothermische boringen zijn niet bekend. In plaats daarvan wordt gebruikgemaakt van de faalfrequenties van een boring naar aardgas, hoewel het juist niet de bedoeling is gas onder hoge druk aan te treffen. De verwachting is dat faalfrequenties zoals nu gebruikt een forse overshoot laten zien ten opzichte van faalfrequenties van geothermische boringen, zouden deze ooit vastgesteld worden;

- Wanneer er toch onverhoopt aardgas onder hoge druk wordt aangetroffen zal opnieuw worden beoordeeld of een tweede boring nog dient te worden uitgevoerd;
- Wanneer twee boringen na elkaar worden uitgevoerd binnen een tiental meters, dan zijn de kansen op het aantreffen van gas onder hoge druk (zoals die verwerkt zijn in de faalkansen van een boring) niet langer onafhankelijk van elkaar. Het resultaat van de eerste boring heeft een voorspellende waarde voor de tweede boring;
- Omdat de boringen gedurende een beperkte tijdsduur (een aantal maanden) na elkaar en niet tegelijk worden uitgevoerd, is de berekening uitgaande van één boring een goede benadering.

Om te voorkomen dat een worst case uitgangspunt bovenop nog een worst case uitgangspunt wordt gestapeld, hebben we de risico's van één boring gepresenteerd.

4.2.1 Plaatsgebonden risico

Het berekende plaatsgebonden risico is gegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1: Plaatsgebonden risicocontouren voor de boring Geothermie Wippolderlaan

De plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar ligt deels buiten de inrichtingsgrens van de mijnbouwlocatie, in figuur 4.1 met roze aangeduid.

Toetsing 10^{-6} /jaar contour aan objecten aanwezig binnen deze contour

Buiten de eigen inrichtingsgrenzen maar binnen de 10^{-6} /jaar contour bevinden zich een kas en een deel niet overdekte tuinbouwgrond, een weg (Van Luyklaan) en een klein stukje natuur. Dit betekent dat er binnen de 10^{-6} /jaar contour geen kwetsbare objecten aanwezig zijn. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde uit het Bevi voor kwetsbare objecten.

Indien bevoegd gezag van mening is dat een kas aangemerkt wordt als een bedrijfsgebouw, dan bevindt zich wel een beperkt kwetsbaar object binnen de 10^{-6} /jaar contour. In dat geval wordt niet voldaan aan de richtwaarde uit het Bevi voor beperkt kwetsbare objecten.

De overige bestemming van percelen buiten de inrichtingsgrens, maar binnen de 10^{-6} /jaar plaatsgebonden risicocontour bestaan uitsluitend uit de enkelbestemming 'verkeer' of 'natuur'. Op een perceel met een dergelijke bestemmingsplanomschrijving, alsmede de gronden met bestemming 'agrarisch – glastuinbouw' mogen geen objecten worden opgericht die kwetsbaar zijn. Dit betekent dat ook in de toekomstige situatie voldaan is aan de grenswaarde van het Bevi.

4.2.2 Invloedsgebied

Het invloedsgebied wordt bepaald door de grootste afstand tot de 1% letaliteitsgrens van de weerklassen D5 of F1,5. Voor een worst case inschatting is voor deze situatie gekeken naar de grootste afstand van alle weerklassen. Het blijkt dat bij de weerklassen D9 de grootste afstanden voor de 1% letaliteitsafstand worden gevonden. Daarom zijn deze hier gepresenteerd.

Deze afstand is door SAFETI-NL berekend en bedraagt 68 m bij weersgesteldheid D9 voor het scenario leak horizontaal. Deze afstand is gebaseerd op de warmtestraling van een horizontaal brandende fakkel met een 1%-letaliteitscriterium van 10 kW/m^2 voor 20 seconden. Het blowout scenario heeft voor weersgesteldheid D9 een 1% letaliteitsafstand van 65 m. Deze is gebaseerd op een verticaal brandende fakkel met een 1% letaliteitscriterium van 10 kW/m^2 voor 20 s.

In bijlage 1 is een aanvullend overzicht gegeven van de berekende aandachtsgebieden.

In figuur 4.2 is het invloedsgebied op kaart weergegeven.



Voor de berekening van het groepsrisico moet het aantal aanwezigen in het invloedsgebied worden bepaald. Bevolking die behoort tot de inrichting nemen we niet op in de groepsrisico-berekening.

De BAG-populatieservice geeft op pandniveau geen aanwezige populatie binnen het invloedsgebied. Voor de kas en de niet overdekte tuinbouwbestemming is echter alsnog worst case een dichtheid van 40 personen per hectare aangehouden. De PGS 1, deel 6 geeft geen duidelijke richtlijn voor tuinbouwbedrijven. Daarom is aangesloten bij een industrieterrein met een gemiddelde personeelsdichtheid.

Blad 14 van 15

5 Conclusie

Antea Group heeft in opdracht van HVC Warmte een risicoanalyse (QRA) uitgevoerd voor de boring(en) naar aardwarmte op de mijnbouwlocatie aan de Van Luyklaan/Middenzwet in Wateringen.

Aangezien diverse aardlagen aangeboord moeten worden waarvan niet op voorhand met 100% zekerheid uitgesloten is dat er zich aardgas onder hoge druk in bevindt, is een QRA uitgevoerd zoals die ook uitgevoerd wordt voor boringen naar aardgas: er is een niet verwaarloosbare kans dat aardgas onder hoge druk wordt aangetroffen.

De op deze wijze uitgevoerde QRA heeft de volgende resultaten opgeleverd:

Plaatsgebonden risico contour

De risicoanalyse heeft aangetoond dat:

- Zich geen kwetsbare objecten bevinden binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar;
- Zich wel beperkt kwetsbare objecten bevinden binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar;

Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor beperkt kwetsbare objecten uit het Bevi, maar niet aan de richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten.

Groepsrisico

- Er is geen sprake van een groepsrisico, omdat er minder dan 10 slachtoffers worden berekend in de groepsrisicoberekening.

De activiteit kan worden vergund op basis van de navolgende overwegingen:

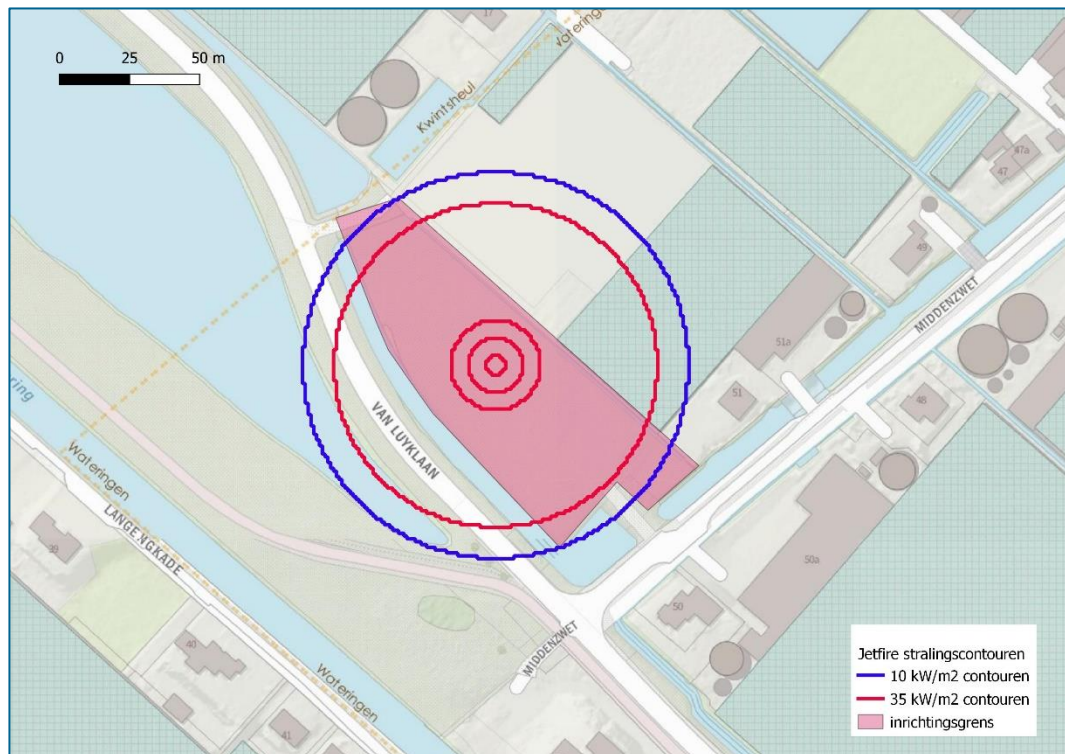
- Zoals genoemd, is het Bevi formeel niet van toepassing.
- Zou het Bevi van toepassing zijn, dan is deze activiteit vergunbaar: er wordt voldaan aan de grenswaarden, zoals in het Bevi opgenomen. Van de richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten mag gemotiveerd worden afgeweken.
- De motivatie voor het afwijken kan zijn:
 - er is geen sprake van groepsrisico.
 - de activiteit is tijdelijk (circa 3 maanden).

Bijlage 1: Aandachtsgebieden

Bijlage 1: Aandachtsgebieden

Met de introductie van SAFETI-NL 8.3 is nu functionaliteit in de software aangebracht om aandachtsgebieden te berekenen. In dit geval gaat het om de volgende aandachtsgebieden:

Jet fire: 3, 10 en 35 kW/m².



Aandachtsgebieden jet fire stralingscontouren

Aandachtsgebieden voor overdruk zijn op basis van de uitgevoerde SAFETI-NL-berekening niet aanwezig.

Bijlage 2: Notitie Panterra over het aantreffen van aardgas

Bijlage 2: Notitie Panterra over het aantreffen van aardgas

Geologie Wippolderlaan

De geothermie put wordt geboord op een locatie waar geen gas of olie wordt verwacht. Hiervoor worden met behulp van de seismiek lage (=diepe) structuren gekarteerd, waar zich geen gas of olie kan verzamelen. Toch is voor Wippolderlaan een risico-analyse uitgevoerd op de mogelijke aanwezigheid van gas in de aan te boren ondergrond van Wippolderlaan, mede omdat er in de omgeving olie- en gasvoorkomens zijn aangeboord op structurele hoges. In de ondergrond zijn diverse permeabele lagen aanwezig, waarvan sommige olie- of gashoudend zijn in deze hooggelegen velden. Het Rijswijk veld bevindt zich in een pop-up structuur, enkele honderden meters updip van Wippolderlaan. Koolwaterstoffen zijn hier aangetroffen in de De Lier Zandsteen Member en de Rijswijk Member.

Rijswijk veld: De Lier Zandsteen Member

De De Lier Zandsteen Member is gashoudend met een GDT (Gas Down To) van 1075 m, circa 400 m ondieper dan in Wippolderlaan. In o.a. putten DEL-03 -06 en -08 is het reservoir op een diepte van ca. 1200 m aangeboord en zijn olie, dan wel olie shows aangetroffen. Put SCL-01 heeft de De Lier Zandsteen Member aangeboord op een diepte van 1430 m, circa 50 m updip van Wippolderlaan en is droog. Met deze laatste putten is aangetoond dat er in de Wippolderlaan geen (grote) gaskolom aanwezig kan zijn in de Lier Zandsteen Member.

Rijswijk veld: Rijswijk Zandsteen Member

De Rijswijk Zandsteen Member is oliehoudend in het De Lier veld, met een OWC (Olie Water Contact) van 1545 m, 500 m ondieper dan in Wippolderlaan. Het aangetroffen OWC toont aan dat er geen (grote) olie en/of gas kolom aanwezig kan zijn in de Rijswijk Zandsteen Member op de Wippolderlaan locatie.

Andere velden

Andere reservoirs in de ondergrond, waaronder de Delft Zandsteen Member zijn waterhoudend in (updip) putten in de omgeving van Wippolderlaan. In putten KHL-GT-01 en -02, circa 1 km ten zuiden van de geplande Wippolderlaan putten zijn geen significant verhoogde gaswaarden gemeten gedurende het boren, met uitzondering van enkele piekjes gerelateerd aan koollagen in de Rodenrijs Member. Er bevinden zich geen lokale closures in de ondergrond van Wippolderlaan en afgezien van het Tertiair staan de strata onder een significante hoek. Er zijn geen indicaties op de aanwezigheid van zones met overdruk.

Op basis van bovenstaande zijn er geen indicaties voor de aanwezigheid van gas in de ondergrond van Wippolderlaan.

Conclusie

Er kan echter niet uitgesloten worden dat er gas aanwezig is in subseismische closures (bijvoorbeeld door aanwezigheid van kleine breuken) of geïsoleerde zandjes. Omdat de Delft Zandsteen Member naar verwachting de hoogste permeabiliteit van 1400 mD heeft, vormt dit reservoir het grootste risico. Gezien de goede kwaliteit van de seismiek en de significante hoek van de strata is de maximale hoogte van de gas kolom ingeschat op 5 m (conservatieve inschatting aangezien er geen verstoringen zichtbaar zijn op de seismiek). De bijbehorende maximale gasuitstroom is 113 kg/sec.

Bijlage 3: Blow-out preventie

Bijlage 3: Blow-out preventie

De volgende maatregelen worden genomen ter preventie van een blow-out:

- Hydrostatische overbalance van de mud kolom, tijdens het boren (pore pressure 1.03 SG equivalent mudweight, mudgewicht tijdens het boren is 1.20 – 1,25 SG);
- Installatie van Wellhead en BOP met een pressure rating gelijk of groter dan de verwachte formatie druk, vanaf de top van Chalc formatie;
- BOP configuratie bestaande uit 2x pipe rams, 1x blind/shear rams, en annual preventer (passend om alle boorgereedschap uitwendige diameters);
- BOP pressure testing, functie testing en accumulator testing volgens SodM wetgeving;
- Accumulator unit met een hoeveelheid accumulator bottles passend bij de BOP rating en maat volgens SodM wetgeving;
- Choke en Kill manifold met interne diameters, slangen, kleppen en pressure rating volgens SodM wetgeving;
- Poorboy degasser, en vacuum degasser met capaciteit en afmetingen volgens SodM wetgeving;
- Aanwezigheid van TIW en Gray valves op de boorvloer, met correcte schroefdraden passend in het boorgereedschap;
- Kick drills tijdens de boorfase, met tijdregistratie betreffende het installeren van de safety valves;
- Gebruik van Triptank te allen tijde wanneer de boorstring uit het gat getrokken wordt, ten behoeve van het correct in stand houden van de mud kolom;
- Gebruik van flow in/out monitoring system, te allen tijde wanneer mud circulatie plaats vindt;
- Regelmatige flow checks tijdens het maken van boorpijp connecties;
- Het nemen van SCR's (slow circulating rates) met de mudpompen, aan het begin van iedere shift, en direct na verandering van het mud gewicht;
- Alle drilling personeel (drillers, ass drillers, toolpushers, rig manager, drilling supervisor) in het bezit van een geldig IWCF certificaat (well control school, elke twee jaar).

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM
T. (0570) 5.1.2.
E. 5.1.2.e@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl