

Aardbevingsrisico's voor een 200-tal niet-chemie bedrijven in Groningen die werken met gevaarlijke stoffen

Inventarisatie, risicoanalyse en ontwikkeling van checklists

Nationaal Coördinator Groningen

28 mei 2020

Project Aardbevingsrisico's voor een 200-tal niet-chemie bedrijven in Groningen die werken met gevaarlijke stoffen
Opdrachtgever Nationaal Coördinator Groningen

Document Inventarisatie, risicoanalyse en ontwikkeling van checklists
Status Definitief 02
Datum 28 mei 2020
Referentie 108753/20-008.333

Projectcode 108753
Projectleider ir. F. Besseling
Projectdirecteur ir. R.A. de Heij

Auteur(s) dr.ir. M. Bezemer, ir. F. Besseling, M. Versluis MSc
Gecontroleerd door ir. L.F.C. Steens, M. Versluis. MSc, ir. J.G.H. Smit
Goedgekeurd door ir. F. Besseling

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

	MANAGEMENT SAMENVATTING	5
1	INLEIDING EN ACHTERGROND	7
1.1	Inleiding	7
1.2	Doel van de studie	7
1.3	Onderzoeksopzet	8
2	INVENTARISATIE VAN INRICHTINGEN EN INSTALLATIES	10
2.1	Aanpak	10
2.2	Stap 1: globale inventarisatie	10
2.3	Stap 2: eerste selectie inrichtingen	12
2.4	Stap 3: nadere inventarisatie	12
	2.4.1 Vaststellen van representatieve typologieën	12
	2.4.2 Nadere inventarisatie per categorie met representatieve typologie	13
	2.4.3 Nadere beschrijving inrichtingen zonder representatieve typologie	15
3	PRIORITERING OP BASIS VAN INFORMATIE RISICOKAART	18
3.1	Achtergrond en doel	18
3.2	Methode	18
3.3	Data dekkinggraad	20
3.4	Resultaat	21
4	RISICOANALYSE	26
4.1	Methode	26
	4.1.1 Analyse methodiek installaties vallend onder typologieën vastgesteld binnen categorieën B, D, K en N13/N14	26
	4.1.2 Analyse methodiek overige installaties	27
	4.1.3 Scenario brainstorm	28
	4.1.4 Risico-matrices	29
4.2	Resultaten risicoanalyse voor veel voorkomende gevaarlijke stoffen (categorieën B, D, K en N13/N14)	31
	4.2.1 B - LPG-tankstations	31

4.2.2	K - Propaan en (vloeibaar) brandbaar gas	33
4.2.3	N13/N14 - vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen	35
4.2.4	D - Ammoniakoel- of vriesinstallatie	36
4.3	Resultaten risicoanalyse voor overige categorieën	38
4.3.1	C - Opslag verpakte gevaarlijke stoffen	38
4.3.2	L - ontplofbare stoffen (L1 + L2)	41
4.4	N-overig - gevaarlijke of giftige gassen en vloeistoffen die gassen kunnen vormen	42
4.4.2	F - Vervoersbedrijf	45
5	CHECKLISTS EN PILOTS	46
5.1	Aanpak en doelstelling	46
5.1.1	Inwinnen van informatie	46
5.1.2	Kwalitatieve risico-inschatting	47
5.1.3	Herkennen van kritische parameters	48
5.2	Opzet van de checklist	49
5.3	Toelichting invloedsfactoren en verschuivingen	51
5.4	Pilots	53
5.4.1	Proces	53
5.4.2	Pilot objecttype K - propaan	53
5.4.3	Pilot objecttype B - LPG tankstations	54
5.4.4	Pilot objecttype D - ammoniak	54
5.4.5	Pilot objecttype N13/N14 - chloorbleekloog	55
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	56
6.1	Conclusies	56
6.1.1	Inventarisatie	56
6.1.2	Prioritering	56
6.1.3	Risicoanalyse	57
6.1.4	Checklists	57
6.2	Aanbevelingen	58
7	REFERENTIES	59
	Laatste pagina	59
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Risk record sheet	3
II	Analyse verweking risico's categorie B inrichtingen	10
III	Analyse verweking risico's categorie K inrichtingen	14

MANAGEMENT SAMENVATTING

Het voorliggende rapport beschrijft een studie naar de aardbevingsrisico's voor een 200-tal niet-chemie bedrijven in Groningen die werken met gevaarlijke stoffen. Deze bedrijven zijn opgenomen op de Risicokaart. De totale set inrichtingen waarvoor een inventarisatie is uitgevoerd is aangeleverd door NCG.

Bij zulke bedrijven gaat het in veel gevallen om slechts één of enkele installatie(s) die meestal niet aan een uniek bedrijfsproces is/zijn verbonden. Voorbeelden hiervan zijn LPG-tanks bij benzinstations, chloorinstallaties bij zwembaden of ammoniakkoelinstallaties in de landbouw. De gedachte bij de Nationaal Coördinator Groningen (NCG) was dat voor deze installaties - anders dan bij chemiebedrijven - geen complexe berekeningen uitgevoerd hoeven te worden maar dat kan worden volstaan met het checken van relevante aandachtspunten.

Er is vastgesteld dat een viertal categorieën van de Risicokaart (in totaal ongeveer 150 van de 200 inrichtingen) bestaan uit veelvoorkomende objecttypen. Dit betreffen de categorieën LPG tankstations, ammoniakkoelinstallaties, propaantanks en chloorbleekloogopslag bij zwembaden. Voor deze objecttypen is een risicoanalyse uitgevoerd door een breed team bestaande uit bestaande uit vertegenwoordigers van: NCG, brancheorganisaties, Omgevingsdienst Groningen, Veiligheidsregio Groningen, NAM en diverse specialisten van Witteveen+Bos. Hierbij zijn risico scenario's met betrekking tot aardbevingen vastgesteld en geclassificeerd. Vervolgens is een checklist ontwikkeld die het mogelijk maakt om op basis van de uitkomsten van de generieke risicoanalyse - aangevuld met locatie-specifieke eigenschappen - een locatie-specifieke risico inschatting te maken en deze direct terug te koppelen aan de gebruiker van de checklist. De risicobeoordeling wordt gedaan op basis van gangbare risicomatrices.

De ontwikkelde checklists voor veelvoorkomende objecttypen zijn getest bij een viertal inrichtingen door een pilot uit te voeren met een vertegenwoordiger van het bedrijf. De bevindingen van deze pilot bezoeken zijn verwerkt in een definitieve versie van de checklist. De checklist is onderverdeeld in de objecttypen ammoniakkoelinstallaties, propaantanks en chloorbleekloogopslag bij zwembaden. De checklists zijn daarmee gereed voor verder gebruik bij deze drie categorieën bedrijven.

Voor LPG tankstations is op basis van de aard van het kritisch bevonden scenario en de informatie uit de pilot verdere ontwikkeling en gebruik van een checklist niet zinvol geacht. Voor LPG tankstations wordt een separate en eenvoudige voor-in-gebruikname checklist aanbevolen die leveranciers van LPG gebruiken om te controleren of LPG mag worden gelost nadat er een zware aardbeving heeft plaatsgevonden.

Andere objecttypen (overige categorieën van de Risicokaart) bleken minder goed te karakteriseren op basis van de beschikbare informatie en/of bleken te bestaan uit veel meer uiteenlopende objecten of waren in zulke kleine aantal aanwezig dat een unieke aanpak zinvoller is dan een algemene checklist. Voor de inrichtingen van deze overige categorieën (in totaal ongeveer 50 van de 200 inrichtingen) is een eerste inschatting van mogelijke risico's geleverd welke kan helpen te prioriteren. Voor deze inrichtingen wordt aanbevolen om meer informatie in te winnen en op basis daarvan de risico's met betrekking tot aardbevingen nader te bepalen. De ontwikkelde checklists kunnen daarbij helpen doordat ze - naast een risicobeoordeling voor de genoemde 3 objecttypen - ook voor alle andere typen bedrijven relevante informatie kunnen ophalen.

1

INLEIDING EN ACHTERGROND

1.1 Inleiding

Met de toegenomen aardbevingsdreiging ten gevolge van gaswinning in de provincie Groningen wordt reeds enkele jaren gewerkt aan het beoordelen en toetsen van risico's in relatie tot installaties van chemische bedrijven en aardbevingen. Daarnaast zijn er in Groningen ongeveer 200 bedrijven die vanwege de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen een mogelijk risico vormen bij (zware) aardbevingen. Deze bedrijven zijn opgenomen op de Risicokaart. Bij zulke bedrijven gaat het in veel gevallen om slechts één of enkele installatie(s) die meestal niet aan een uniek bedrijfsproces is/zijn verbonden en daarom vaak op standaard wijze is geconstrueerd. Voorbeelden hiervan zijn LPG-tanks bij benzinestations, chloorinstallaties bij zwembaden of ammoniakkoelinstallaties in de landbouw. De gedachte bij de Nationaal Coördinator Groningen (NCG) was dat voor deze installaties - anders dan bij chemiebedrijven - geen complexe berekeningen uitgevoerd hoeven te worden maar dat kan worden volstaan met het checken van relevante aandachtspunten. Ten behoeve van deze checks worden daarom checklists ontwikkeld, waarmee de eigenaar/gebruiker van de installatie een assessment kan uitvoeren.

Het voorliggende rapport beschrijft de analyse die is uitgevoerd met betrekking tot de risico's die aan de orde zijn bij deze inrichtingen alsook de ontwikkeling en beproeving van de checklists. De totale set inrichtingen waarvoor een inventarisatie is uitgevoerd is aangeleverd door NCG. Het betreft inrichtingen die op de Risicokaart staan omdat gevaarlijke stoffen opgeslagen worden. Voor de categorieën waarin deze inrichtingen volgens de Risicokaart vallen wordt verwezen naar tabel 2.1. De opdracht heeft betrekking op specifiek de risico's die direct voortkomen uit de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen en niet op algemeen geldende risico's voor gebouwen en installaties. Hiermee worden veiligheidsaspecten voor mens en milieu specifiek in relatie tot de betreffende gevaarlijke stof expliciet gemaakt. Algemene veiligheidsaspecten in relatie tot integriteit van gebouwen zijn niet beoordeeld. Economische consequenties van schade en invloed op continuïteit van de operatie zijn niet beschouwd.

1.2 Doel van de studie

De studie kent de volgende doelen:

- inventarisatie van de totale set inrichtingen/installaties en het waar mogelijk vaststellen of representatieve typologieën die meerdere inrichtingen/installaties binnen een categorie afdekken;
- prioriteren van de verschillende categorieën en inrichtingen gebaseerd op omgevingsrisico, ligging ten opzichte van de kern van het aardbevingsgebied en aantal;
- het maken van een inschatting voor mogelijke effecten (scenario's) en risico's door aardbevingen;
- ontwikkeling van een checklist voor installaties waar sprake is van representatieve typologie die meerdere inrichtingen/installaties binnen een categorie afdekken;
- het geven van aanbevelingen voor vervolg voor inrichtingen/installaties waarvoor geen specifieke checklists opgesteld worden.

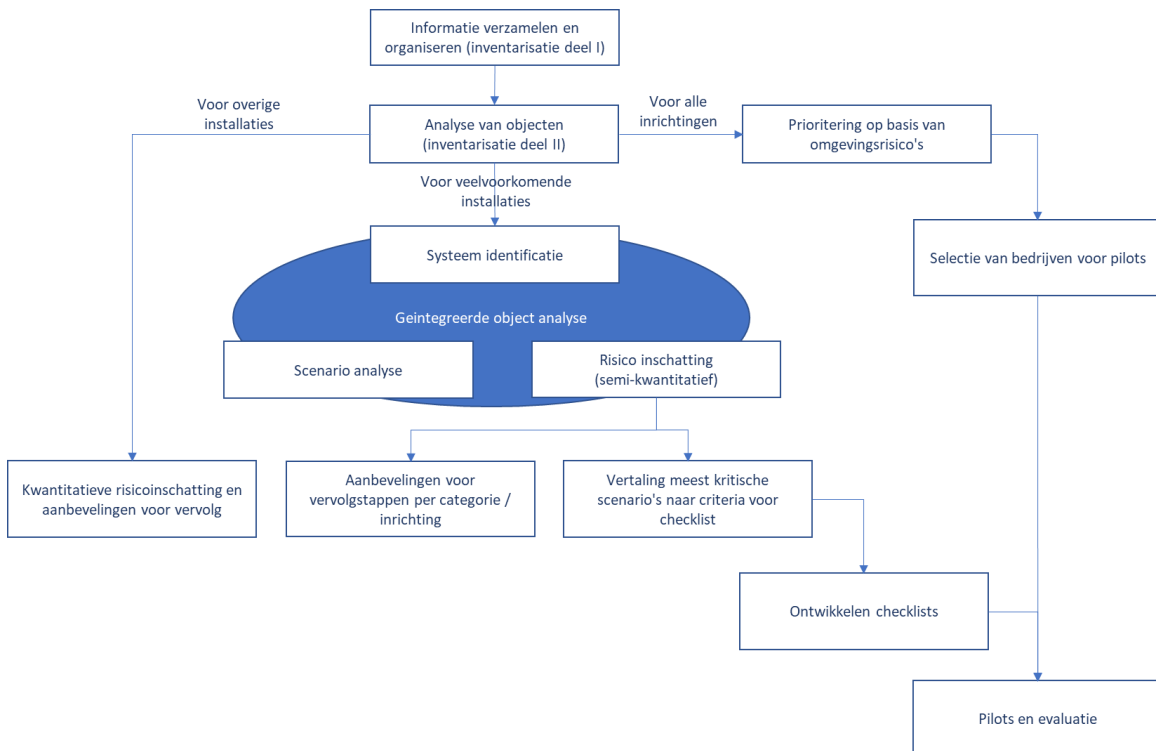
1.3 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet wordt samengevat in afbeelding 1.1 en bevat de volgende achtereenvolgende stappen:

- 1 informatie verzamelen en organiseren vanuit de professionele Risicokaart (lijst aangeleverd door NCG);
- 2 inventarisatie en classificering van alle inrichtingen vallend onder de scope van het onderzoek op basis van locatie van de inrichtingen;
- 3 vaststellen van zogenoemde 'sets' installaties die door één representatieve typologie afgedekt worden; Hiermee wordt bedoeld dat deze installaties allemaal identiek zijn en daarom als 'groep' kunnen worden behandeld;
- 4 prioritering van inrichtingen en categorieën inrichtingen op basis van potentiële omgevingsveiligheidsrisico's aan de hand van informatie beschikbaar vanuit de Risicokaart en bevolkingsdichtheid rond de inrichting;
- 5 geïntegreerde object analyse voor de in stap 3 vastgestelde representatieve typologieën in de vorm van een risicosessie. Tijdens deze risicosessies is aan de hand van een gestructureerde brainstorm met een groep experts vastgesteld welke kritische scenario's mogelijk kunnen optreden bij een aardbeving en welke invloedsfactoren hiervoor maatgevend zijn;
- 6 opstellen van aanbevelingen voor vervolgstappen en criteria voor de checklist voor installaties die afgedekt worden door de representatieve typologieën;
- 7 (semi-)kwantitatieve risico inschatting en aanbevelingen voor vervolg voor de overige inrichtingen/installaties in de andere categorieën;
- 8 het vaststellen van bedrijven die in aanmerking komen voor het uitvoeren van pilots voor gebruik van de ontwikkelde checklist;
- 9 het ontwikkelen van checklist om risico's bij inrichtingen nader te kunnen vaststellen.

Stap 1 tot en met 3 zijn beschreven in hoofdstuk 2 van dit rapport. Hoofdstuk 3 bevat vervolgens de resultaten van stap 4. Stappen 5 tot en met 8 worden beschreven in hoofdstuk 4 van dit rapport. Hoofdstuk 5 beschrijft de ontwikkelde checklist opzet. Hoofdstuk 6 geeft conclusies en aanbevelingen voor vervolg.

Afbeelding 1.1 Methode



Tijdens het onderzoek is het team van Witteveen+Bos ondersteund door een begeleidingsgroep gevormd door vertegenwoordigers van NCG, de DEAL gemeenten, Omgevingsdienst Groningen, Veiligheidsregio Groningen, LTO Noord-Oost en NAM. Een gedeelte van de informatievoorziening, beoordelingen en conclusies vanuit risicosessies komt voort uit de bijdrage van deze inhoudelijke experts.

De opzet van de analyse systematiek is in zekere mate herzien ten opzichte van het originele plan en volgt uit de keuze van de NCG om informatie primair uit de professionele Risicokaart en in sommige specifieke gevallen via de Omgevingsdienst Groningen te verkrijgen. Het verkrijgen van detailinformatie per inrichting middels direct contact met de inrichtinghouder en een daarop volgende analyse hiervan valt daarmee buiten het huidige onderzoek. Dit heeft de consequentie dat in veel gevallen de analyse zich beperkt tot een analyse van de effecten bij vrijkomen van stoffen en de waarschijnlijkheid daarvan. Vooral bij de object typen waarvan geen grote aantallen voorkomen is dit het geval, omdat bij de begeleidingsgroep minder informatie beschikbaar was over deze specifieke inrichtingen. Een koppeling met de geometrie en detaillering van constructies is hier op basis van de beschikbare informatie niet mogelijk.

In een eventuele vervolgfase kan meer informatie verkregen worden door specifieke inrichtingen te contacteren, locatieverantwoordelijke personen te raadplegen, de inrichtingen aan te schrijven om data, tekeningen of andere (technische) informatie van bijvoorbeeld installatie of gebouw te krijgen, en/of locaties te bezoeken. De checklist welke wordt ontwikkeld binnen de huidige studie vormt daarbij een aanvullend beschikbaar hulpmiddel.

2

INVENTARISATIE VAN INRICHTINGEN EN INSTALLATIES

2.1 Aanpak

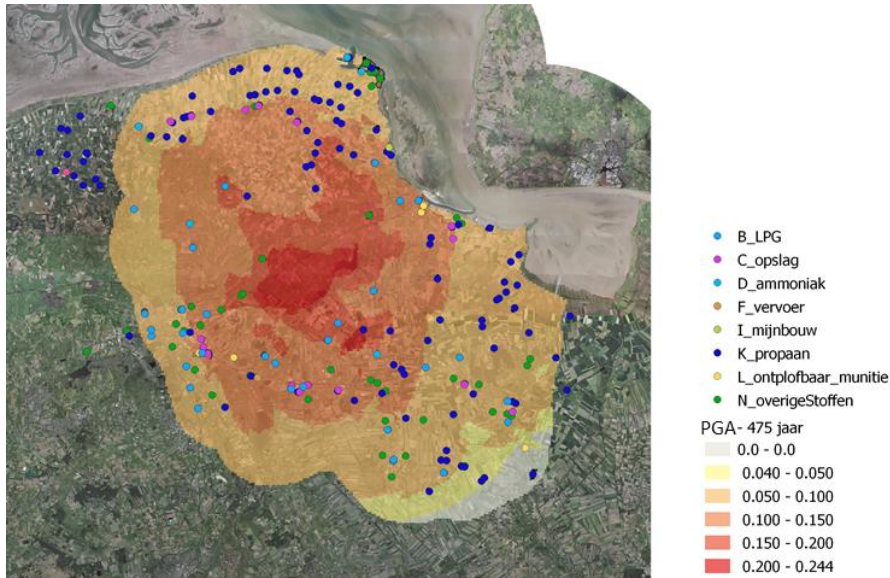
De aanpak van de inventarisatiefase laat zich als volgt omschrijven:

- stap 1: globale inventarisatie:
 - opvragen van alle inrichtingen/installaties vanuit de professionele Risicokaart;
 - eerste controle op Risicokaart invoer (zijn installaties toegewezen aan de juiste categorie);
 - definitieve set inrichtingen/installaties vaststellen;
- stap 2: eerste selectie van inrichtingen:
 - inrichtingen met rekenwaarde voor aardbevingsdreiging boven grenswaarde 0,04 g;
 - inrichtingen die nog niet afgedekt zijn door eerdere studies;
 - inrichtingen die in relatie tot effecten van aardbevingen mogelijk relevant zijn;
- stap 3: nadere inventarisatie:
 - doornemen en beoordelen van de informatie die vanuit de Risicokaart te verkrijgen is;
 - vaststellen van parameters op basis van de beschikbare informatie;
 - waar mogelijk vaststellen van representatieve typologieën.

2.2 Stap 1: globale inventarisatie

In de inventarisatie fase is getracht informatie vanuit de professionele Risicokaart en openbaar beschikbare informatie zoals Google Maps/Streetview een GIS-database opgezet. Met behulp van de GIS-database kon informatie van de Risicokaart gecombineerd worden met openbaar beschikbare informatie met betrekking tot ligging van de inrichting/installatie. Op basis van de gecombineerde informatie is een eerste controle gedaan op de inrichtingen. De totale set inrichtingen/installaties is weergegeven in afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Totale set inrichtingen/installaties



De uiteindelijke totale aantallen per categorie zijn weergegeven in tabel 2.1. NB een inrichting kan bestaan uit meerdere installaties van hetzelfde of verschillende types. Het totaal aantal installaties is 313. Een aantal categorieën is voor het vervolg samengenomen, omdat deze categorieën dezelfde types installaties bevatten.

Tabel 2.1 Totaal aantal inrichtingen binnen Risicokaart categorieën

Aantal	Categorie	Omschrijving
97	K	propaan en (vloeibaar) brandbaar gas
32	B	LPG-Tankstations
19	N13/N14	vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen
16	C	opslag verpakte gevaarlijke stoffen
8	N2	gasdrukregel- en meetstations
5	L1/L2	munitie/ontpofbare stoffen
5	N8/N9	overige gevaarlijke gassen/licht ontvlambare vloeistoffen
5	D	ammoniakkoel- of vriesinstallatie
3	N6	giftige gassen
4	N1	oxiderende gassen
3	N21	stofexplosie
3	N24	geparkeerde vervoerseenheden met gevaarlijke stoffen
2	N10	brandbare vloeistoffen
2	N23	brandbare vaste stoffen
2	N4	gasflessendepot
1	F	vervoersbedrijf
1	I	mijnbouwwetbedrijf
208	totaal	

2.3 Stap 2: eerste selectie inrichtingen

Na afronding van de globale inventarisatie heeft een eerste selectie van inrichtingen plaatsgevonden. Een volledig overzicht van de inrichtingen, waarbij specifiek is aangeduid welke in de verdere inventarisatie buiten beschouwing zijn gelaten met de daarvoor geldende redenatie worden bijgaand bij dit rapport aangeleverd aan NCG. Er is een selectie gemaakt van inrichtingen die kunnen worden uitgesloten van nadere analyse. Onderstaand wordt naar inrichtingen verwezen op basis van het identificatienummer dat wordt gehanteerd in de Risicokaart (RRGS ID). Mogelijke redenen van niet meenemen voor verdere analyse zijn:

- afgevallen op basis van PGA-waarde ($< 0,04$ g);
- afgevallen omdat deze installaties/inrichting nog niet zijn gerealiseerd/gebouwd;
- afgevallen op basis van type:
 - houten pallets opslag: door de begeleidingsgroep is geoordeeld dat er geen reden is om inrichtingen met Register Risicosituaties Gevaarlijke Stoffen identificatie nummer (RRGS-ID) 1679 en 18596 verder te beschouwen, omdat aardbevingen bij deze inrichtingen geen extra risico met zich meebrengen;
 - biogas opslag: deze zijn afgevallen op basis van onderzoek door Omgevingsdienst dat aantoonde dat risico's bij deze inrichtingen beperkt zijn. Er is bij deze inrichtingen wel sprake van grote hoeveelheden gas, maar zeer laag in druk. Door de Omgevingsdienst Groningen is aangegeven dat deze inrichtingen verder buiten de scope van het huidige onderzoek kunnen worden gelaten. Er wordt opmerkt dat in de korte notitie die Witteveen+Bos heeft ontvangen (ref. [2]) slechts wordt gesproken over externe veiligheid. Hiermee wordt met betrekking tot arbeidsveiligheid geen enkel oordeel gegeven;
 - opslag en overslag inrichtingen waarbij stoffen in geparkeerde tankauto's worden opgeslagen zijn niet meegenomen in deze studie. De opslag bij de inrichtingen in deze categorie vindt plaats in de tankauto's die ook tijdens transport gebruikt worden. In samenspraak met de begeleidingsgroep is vastgesteld dat situaties in relatie tot aardbevingen veilig genoeg zijn aangezien het vervoerseenheden (bijvoorbeeld geparkeerde tankauto's) betreft en deze getoetst zullen zijn op onder andere aanrijdingen en hogere g-krachten bij normaal gebruik;
- afgevallen omdat deze al eerder in meer detail zijn onderzocht:
 - 13219 - NAM Bierum: deze inrichting is al meegenomen in de studie van de NAM (ref. [3] en [4]) en kan daardoor in het huidige onderzoek buiten beschouwing blijven. Dit is door NAM bevestigd tijdens de risicosessie op 6 februari 2019;
 - gasdrukregel- en meetstations (N2): deze vallen binnen de studies van Gasunie of Enexis en kunnen daardoor buiten het huidige onderzoek worden gelaten. Dit is bevestigd door NCG.

2.4 Stap 3: nadere inventarisatie

2.4.1 Vaststellen van representatieve typologieën

Voor de categorieën met de grootste aantallen is gekeken of een representatieve typologie kan worden vastgesteld die bij een groot deel van de installaties binnen een categorie van toepassing is. Deze systeem definities zijn tijdens de risicosessie op 6 februari 2019 door het team bevestigd. Pas wanneer er sprake is van een duidelijke typologie is het haalbaar om een uitgebreide risicoanalyse uit te voeren en zinvol om een specifieke checklist op te stellen. Indien dit niet het geval is, dan is er sprake van unieke inrichtingen en ligt het meer voor de hand om eerst een quick-scan te doen op basis van een generieke checklist en indien noodzakelijk als vervolgstap een locatie specifieke analyse door experts uit te laten voeren.

De categorieën waarvoor op basis van de inventarisatie fase is vastgesteld dat een representatieve typologie-benadering kan worden toegepast zijn:

- K - propaantanks;
- B - LPG-tankstations;
- N13/N14 - zwembaden met opslag van zuren en chloorbleekloog;
- D - ammoniak koel- en vriesinstallaties in de landbouw.

De hierbij geldende aantallen worden samengevat in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Aantal installaties voor categorieën na eerste selectie en aantal vallend onder representatieve typologie

Aantal totaal (installaties)	Categorie	Omschrijving typerend	Aantal representatieve typologie
109	K	propaantank	95
32	B	LPG-tankstation, ondergronds	31
19	N13/N14	zwembad met chloorbleekloogopslag	15
5	D	ammoniak koel- of vriesinstallatie	5

2.4.2 Nadere inventarisatie per categorie met representatieve typologie

Op basis van de informatie beschikbaar vanuit de professionele Risicokaart en overige openbaar beschikbare informatie zoals PGS-richtlijnen zijn de inrichtingen nadere geanalyseerd. Per categorie zijn de belangrijkste observaties hieronder genoemd. Dit is eerst gedaan op basis van een bureaustudie en vervolgens aangevuld op basis van de dialoog met de begeleidingsgroep tijdens de eerste risicosessie.

K - Propaan en (vloeibaar) brandbaar gas:

- 1 propaan/butaanflessenvulstation (11851);
- 98 propaantanks binnen scope onderzoek:
 - 92 bovengronds;
 - 6 waarvan bovengronds/ondergronds onbekend;
- 31 bijzondere situaties:
 - pp camping;
 - meerdere tanks naast elkaar;
 - hoge populatiedichtheid;
 - 8 tanks waarbij in geval van een LoC domino-effecten tot escalatie kunnen leiden (mogelijk effect op nabije andere installaties);
- inhoud tank:
 - Klasse 3 (inhoud \leq 3.000l): 34 installaties;
 - Klasse 2 (inhoud 3.000 - 10.000l): 63 installaties;
 - Klasse 1 (inhoud $>$ 10.000l): 1 installatie;
- reduceerstation op de tank waardoor alle afgaande leidingen gasvormig propaan bevatten (geen vloeibaar propaan in leidingen);
- fundering: in sommige gevallen gewoon op de grond. In sommige gevallen sprake van bestrating of een betonplaat. Typisch onverankerd;
- leidingen flexibel (kunststof) of vast (staal-PE, wicu/koper). Veelal bij grotere tanks vaste leidingen;
- omgeving: vaak landelijk, soms industrieel of bebouwd. Door PGS-eisen aan afstanden van objecten is dit niet bepalend, behalve bij scenario BLEVE;
- voor de propaantanks en andere installatie binnen deze categorie geldt:
 - PGS 19;
 - NEN-EN 12817.

Opmerkingen en vervolgstappen:

- voor tanks van \leq 3000l is geen controle/toezicht vereist door bevoegd gezag. Kleine tanks worden meestal niet door bedrijven gebruikt, maar door huishoudens. Het is waarschijnlijk dat voor deze kleinere tanks scenario's gelden die vergelijkbaar zijn met de scenario's voor de tanks $>$ 3.000l;
- er zijn conform de aangeleverde lijst met inrichtingen weinig tot geen propaantanks gesitueerd in het midden van het onderzoeksgebied. Er is in afstemming met verantwoordelijke voor invoer in de

Risicokaart getracht te controleren of dit klopt. Dit heeft niet tot volledig uitsluitel geleid. Er is vervolgens in samenspraak met de NCG besloten dat de huidige opdracht zich in eerste instantie moet focussen op de aangeleverde lijst met inrichtingen.

B - LPG-Tankstations

In totaal zijn er 31 LPG-tankstations binnen de scope project waarvan er 30 een ondergronds LPG-reservoir hebben. Er is vastgesteld dat deze 30 allemaal zeer vergelijkbaar zijn en als zijnde één representatieve typologie aangemerkt worden. Een LPG-tankstation bestaat uit een vulpunt, reservoir en een afleverinstallatie:

- het vulpunt heeft volgens de Risicokaart de grootste effectafstanden. Echter, kans op lekkage/schade bij vulpunt tijdens vullen zelf gelijktijdig met aardbeving is relatief klein. Kans dat er een ongewenst scenario optreedt met het vullen in algemene zin is veel groter en daarom bepalend (dus aardbeving maakt het niet 'erger'). Dit is besproken in de risicosessie. Het gevaar bestaat echter wel dat in de uren/dagen na een zware aardbeving er een vulling plaatsvindt, zonder dat iemand weet dat er een (ondergrondse) leiding of koppeling gescheurd is door de beving. Het team heeft vastgesteld dat schade aan vul- of retourleidingen tussen het vulpunt en het reservoir, indien dit niet opgemerkt wordt, inderdaad tot risico's met grote effect afstanden kan leiden bij vrijkomen van LPG tijdens vullen vanuit de tankauto;
- typical betreft een systeem met ondergronds reservoir afgedekt door een betonplaat waarop de appendages zijn gesitueerd;
- conform PGS 16 zouden afsluiters en doorstroombegrenzers geïnstalleerd moeten zijn op het reservoir;
- reservoir ondergronds (behalve 12113). Inhoud reservoir:
 - 26 inrichtingen met reservoir van 20 m³;
 - 5 inrichtingen met reservoirs van 40 m³.

N13/N14 - vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen

De scope van de huidige opdracht bevat:

- vijftien zwembaden (waarvan één zwembad buiten gebruik is, 13106);
- twee inrichtingen met grootschalige chloorbleekloog opslag (21651 en 22139, respectievelijk 100.000 en 500.000 l, waarvan de eerste nog niet is gerealiseerd);
- één inrichting met galvano baden (5978).

Voor zwembaden geldt dat:

- de opslag van chloorbleekloog varieert van 250 l tot 4.000 l en in sommige gevallen vergelijkbare hoeveelheden zwavelzuur of zoutzuur aanwezig zijn;
- deze opslagen zijn mogelijk niet altijd op de juiste wijze gescheiden en daarmee kunnen bij gecombineerd vrijkomen door aardbeving grote risico's ontstaan. Deze situatie is meegenomen in de definitie van de representatieve typologie;
- type container en methode van opslag bij alle inrichtingen onbekend is:
 - informatie te vinden over regelgeving in PGS 11 (in 2006 ingetrokken);
 - onduidelijk in hoeverre hier aan nog wordt voldaan;
- de contouren van de toetsingsafstanden bevatten erg veel potentiële slachtoffers.

D - Ammoniakkoel- of vriesinstallatie

In totaal zijn er vijf inrichtingen met een ammoniak koel- en/of vriesinstallatie. De opgeslagen hoeveelheid ammoniak varieert van 800 tot 2.600 kg. Nadere informatie over de installatie en opslag vanuit de Risicokaart ontbreekt.

Tijdens de risicosessie heeft het team een gezamenlijk beeld gevormd van de representatieve installatie. De typical is gedefinieerd als een systeem bestaande uit een ammoniak opslag tank/vat gesitueerd in een gebouw gekoppeld met leidingwerk en een warmtewisselaar aan de buitenzijde van het gebouw (bevestigd aan de muur of op het dak). Er is benoemd dat dergelijke koelinstallaties typisch in een daarvoor bestemd ruimte of machinekamer worden opgesteld, waar beperkte aanwezigheid van personeel geldt. Er zijn geen nadere details bekend over de exacte uitvoering/geometrie van opslagvaten en leidingwerk. Dit zal daarom in een checklist moeten worden opgenomen.

Uit navraag door LTO is gebleken dat er waarschijnlijk in het gebied veel meer koelinstallaties zijn, maar dat die waarschijnlijk maar beperkt met ammoniak gevuld zijn of wellicht niet in beeld komen omdat het installaties betreft die niet vergunnings- of meldingsplichtig zijn.

2.4.3 Nadere beschrijving inrichtingen zonder representatieve typologie

N8/N9 - Overige gevaarlijke gassen/Licht ontvlambare vloeistoffen

Binnen categorie N8/N9 vallen de volgende inrichtingen:

- in totaal zijn er drie inrichtingen met atmosferische biogas en/of methanol opslag (4802, 12288, 12289). Op basis van een eerder door de Omgevingsdienst Groningen uitgevoerde studie (ref. [2]) is door de begeleidingsgroep aangegeven dat deze buiten beschouwing gelaten kunnen worden voor het huidige onderzoek;
- daarnaast sprake van een tweetal inrichtingen die nog niet zijn gebouwd en deze worden daarom verder niet beschouwd aangezien een eventuele uitspraak over aardbevingsrisico's zinloos en niet mogelijk is (22433 en 23605).

C - Opslag verpakte gevaarlijke stoffen

In totaal zijn er binnen deze opdracht 16 inrichtingen met installaties die vallen in categorie C, zijnde de opslag van verpakte gevaarlijke stoffen. Deze laten zich als volgt samenvatten:

- zes keer opslag van bestrijdingsmiddelen (4608, 4623, 4846, 13026, 13031, 13032):
 - interne wijze van opslag kan niet worden vastgesteld op basis van de informatie uit de Risicokaart. Op basis van de informatie van de Omgevingsdienst gaat het hier in veel gevallen om ADR-verpakkingen opgeslagen op pallets in stellingen. De totaal opgeslagen hoeveelheid varieert sterk per inrichting, van minimaal 2.500 kg tot maximaal 200.000 kg. De verpakkingwijze zal uiteenlopen van zakken (vaste stoffen) tot vaten (vloeistoffen) met een inhoud van maximaal 200 l, maar in veel gevallen niet meer dan 15 l. In sommige gevallen zal een (vaste) brandblusinstallatie aanwezig zijn, maar zeker is dit niet;
 - zes milieustraten (verfresten, accu's) en schroot opslag (accu's) (5965, 13053, 16815). In sommige gevallen is sprake van een buitenopslag en in sommige gevallen een inpandige opslag. Voor de opslagen bij deze inrichtingen mag men er vanuit gaan dat de gebruikelijke maatregelen aanwezig zijn die ervoor zorgen dat verspreiding bij vrijkomen uit primaire container wordt voorkomen bodembeschermende vloeren, ATEX omgeving ter voorkoming brand, et cetera. Mogelijk aandachtspunt is de constructie van het gebouw waarin de opslag plaatsvindt, maar daar aan gerelateerde risico's zijn mogelijk ook zeer beperkt. Dit kan beter ingeschat worden indien meer informatie beschikbaar zou zijn;
- één inrichting met opslag en verwerking van radioactief slib (11530). Slib met radioactief kwik ligt opgeslagen in vaten in een bunker. De verpakking bij de opslag is conform IMDG en ADR;
- overige inrichtingen binnen categorie C laten een grote variëteit zien. De soort opgeslagen stoffen bij de overige inrichtingen zijn veelal niet ingevoerd in de Risicokaart. Middels informatie vanuit de Omgevingsdienst is hier meer duidelijkheid over verkregen. De stoffen variëren van zouten voor afdekken van productieproces van metalen, tot kookzuur en tot (rest)chemicaliën van productieprocessen. De fase van de stof en type en exacte locatie van opslag zijn vaak onbekend. Op basis van de Risicokaart lijkt de opslag in de meeste gevallen inpandig te zijn. Sommige inrichtingen vallen op door grote hoeveelheden opgeslagen stof.

L - Ontploffbare stoffen

In totaal zijn er vijf inrichtingen met ontplofbare stoffen. Hiervan zijn er twee inrichtingen met opslag van munitie en kruit en drie inrichtingen met opslag van onbekende explosieve stoffen. De informatie beschikbaar vanuit de Risicokaart geeft geen effectafstanden. Bij een aantal bedrijven wordt benoemd dat opslag in een bunker plaatsvindt. Nadere details ontbreken. Het is onduidelijk welke veiligheidsmaatregelen al getroffen worden bij deze opslagen en in hoeverre aardbeving hiermee tot een verhoogd risico kan leiden. Er is afgesproken dat NCG via SZW navraag gaat doen met betrekking tot meer informatie en risico beoordelingen voor deze inrichtingen.

F - Vervoersbedrijf

Er is één vervoersbedrijf in deze lijst, wat een container terminal betreft. Het is onbekend welke stoffen worden opgeslagen waardoor dit bedrijf op de Risicokaart staat. Tevens is de opslag methode onbekend. De Risicokaart geeft geen effect afstanden. Volgens de informatie uit de Risicokaart is voor deze inrichting een QRA uitgevoerd.

N1 - Oxiderende gassen

In de categorie oxiderende gassen valt een viertal inrichtingen waar sprake is van (cryogene) zuurstofopslag. De opslag varieert van 12.700 tot 100.000 l. Bijna overal is het type en plaats van de tank onbekend. Eventuele domino-effecten en interactie met vrijkomen van brandbare stoffen en daarmee escalatie van scenario's zijn daardoor ook overal onbekend. Daarom is via de Omgevingsdienst nadere informatie ingewonnen. Dit wordt als volgt samengevat:

- 5974: geen nadere informatie over opslag;
- 5992: geen nadere informatie over zuurstof opslag. Verder binnen deze inrichting sprake van kleinschalige waterstof opslag, aanvoer per vrachtauto en opslag in gasflessen. Geen productie van waterstof;
- 12097: niet in bedrijf;
- 17716: niet in bedrijf.

N4 - Gasflessendepot

In deze categorie vallen een tweetal inrichtingen met respectievelijk 12.000 en 50.000 gasflessen. Aard en omvang van de gasflessen en wijze van opslag zijn onbekend. Hiervoor is via de Omgevingsdienst nadere informatie ingewonnen. Hieruit volgen de volgende bevindingen:

- 20971: conform informatie aangeleverd door ODG is er sprake van veel minder grote hoeveelheid gasflessen. Daarnaast betreft het voornamelijk zeer kleine verpakkingen zoals tubes, potjes, blikken, bussen, flessen. Risico indien geen brand uitbreekt lijkt hiermee niet anders dan algemeen geldende risico's bij brand;
- 20864: op verschillende locaties op het terrein vindt opslag van gassen plaats. Opslag (cryogeen) van zuurstof, stikstof en koolzuur in grotere containers (6.000 - 11.000 l) en daarnaast een variëteit aan overige medische gassen in kleinschalige drukhouders. Conform de aangeleverde informatie voldoen de opslagen aan PGS 9 en PGS 15. Constructieve weerstand van gebouwen waarin opslag plaatsvindt is onbekend.

N6 - Giftige gassen

In deze categorie vallen opslagen van giftige gassen. Mede op basis van aanvullend aangeleverde informatie door ODG volgen de volgende samenvattingen per inrichting:

- 4843: twee vaten zwaveldioxide, 492 kg per stuk, één aangesloten en één reserve. Opstelling in een container, conform PGS 10, deuren container zelfsluitend en onder normale omstandigheden gesloten;
- 11499: opslag van zwavelstof in droge vorm in zakken (~50 zakken x 25 kg);
- 17140: opslag van chloorbleekloog (hiermee valt deze ook onder categorie N13/N14), maar daarnaast ook opslag van zwavelzuur (2.000 l) en vlokmiddel (200 l). Gecombineerde opslag van chloorbleekloog en zuur vraagt extra aandacht;
- 23605: niet gebouwd.

N10 - Brandbare vloeistoffen

In deze categorie vallen een tweetal inrichtingen met opslag van diesel en gasolie:

- 11856: bovengrondse opslag in tanks van diesel en gasolie. Tank volumes 100 - 1.000 m³. De opslag voldoet mogelijk aan PGS 29 op basis van volumes, maar dit is niet zeker. Informatie vanuit ODG wijst uit dat naast de inrichting momenteel een nieuwe woonwijk wordt gebouwd;
- 23616: recent gebouwd datacentrum. Opslag heeft betrekking op diesel voor noodstroomaggregaten. Dit betreft veelvoudige kleinschalige (1.000 l) opslag van diesel (één container per aggregaat).

N21 - Stofexplosie

Deze categorie bevat inrichtingen waar mogelijk sprake is van risico's met betrekking tot stofexplosie. De categorie bevat een drietal uiteenlopende inrichtingen:

- 11499: grootschalige graanopslag. Stofexplosie risico is toegewezen aan de opslagbunkers voor graanproducten. Exacte totale omvang van de opslag onbekend;
- 12005: deze inrichting heeft een drietal slibgranulaat silo's, met een volume van 200 m³. Slib wordt aangevoerd vanuit naastgelegen waterzuivering;
- 12447: opslag van graanproducten in silo's. Type container en exacte hoeveelheden onbekend.

N24 - Geparkeerde vervoerseenheden met gevaarlijke stoffen

Deze inrichtingen hebben vervoerseenheden van gevaarlijke stoffen permanent op hun terrein aanwezig en staan om die reden op de Risicokaart. De aanwezige inrichtingen laten zich als volgt beschrijven:

- 4527: opslag van bestrijdingsmiddelen, mogelijk onderdeel van categorie C;
- 5992: deze inrichting gebruikt waterstof, maar produceert het niet. Aanvoer vindt plaats per vrachtauto in gasflessen, waardoor een relatief kleine hoeveelheid op de locatie aanwezig is. Het milieu jaarverslag 017 geeft aan dat op jaarbasis 85.000 Nm³ is verbruikt;
- 18543: transportbedrijf met geparkeerde tankwagens. Niet nader beschouwen.

3

PRIORITERING OP BASIS VAN INFORMATIE RISICOKAART

3.1 Achtergrond en doel

NCG heeft gevraagd om binnen het huidige onderzoek de inrichtingen te prioriteren om hiermee:

- een instrument te hebben voor besluitvorming rondom (volgorde van) vervolgstappen;
- een prioriteitsstelling vast te stellen ten behoeve van de indeling van de risicosessie;
- een kader te hebben voor latere selectie van inrichtingen voor pilots voor gebruik checklist;
- een kader te hebben voor uiteindelijke implementatie van de risicobeoordeling door bevoegd gezag.

De prioriteit die aan verschillende categorieën en/of inrichtingen gegeven dient te worden kan worden gekoppeld aan de veiligheidsrisico's. Deze prioritering is uitgevoerd middels een methode welke gebaseerd is op de methode beschreven bij Deltares (ref. [1]), met een klassering die aangepast is voor niet-chemie bedrijven. Deze methode kan zowel voor afzonderlijke inrichtingen als voor categorieën worden toegepast. Hiermee wordt inzicht verkregen in welke categorieën de hoogste prioriteit hebben voor wat, maar ook of daarbinnen inrichtingen zijn die in het bijzonder extra aandacht zouden moeten krijgen.

Er dient te worden opgemerkt dat de prioritering slechts gebaseerd is op externe veiligheid en milieu en enkel gekoppeld is aan de effecten van het vrijkomen van een gevaarlijke stof. Arbeidsveiligheid en overige aardbevingseffecten op inrichtingen die niet een relatie hebben met het vrijkomen van gevaarlijke stoffen worden hierdoor dus niet afgedekt.

3.2 Methode

In de methode van Deltares worden drie scores berekend: score A, score B en hiermee een score C. Deze scores zijn vervolgens ingedeeld in klassen. Hieronder staat kort de gebruikte rekenmethode per score.

Score A

Score A is een maat voor de aardbevingsdreiging en de grootte van het gebied dat mogelijk wordt beïnvloed bij vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stof.

De definitie van Score A is als volgt:

Score A = versnelling x toetsingsafstand

Waarbij:

- voor de piekgrondversnelling (PGA) alleen boven drempelwaarde van 0,04 g is gerekend;
- de gebruikte versnelling is op dit moment gebaseerd op de hazardkaart 2017 met een herhalingskans van 1/475 jaar;
- in tegenstelling tot de Deltares methode is gebruik gemaakt van de toetsingsafstanden zoals aangegeven op de Risicokaart en niet van de 10^{-6} /jaar risicocontouren.

De argumentatie voor het gebruik van de toetsingsafstanden in plaats van 10^{-6} /jaar risicocontouren is als volgt: Risicocontouren volgen uit de combinatie van kans op falen en omgeving beïnvloeding bij falen. De

kans op falen door aardbevingen kan heel anders zijn dan de autonome kans op falen. Daarmee is de effectafstand een meer zuivere maat.

De klassering is weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klassering score A

Klasse A	Omschrijving	Score
5	hoog	> = 28
4	boven gemiddeld	15 - < 28
3	gemiddeld	10 - < 15
2	onder gemiddeld	7 - < 10
1	laag	0 < 7

Score B

Score B is een maat gebaseerd op het geschatte aantal inwoners/personen binnen het invloed gebied van een inrichting, genormaliseerd voor het dreigingsniveau.

De definitie van score B is als volgt:

Score B = inwoneraantal binnen oppervlak x genormaliseerde versnelling

Waarbij:

- het inwoneraantal gebaseerd is op de kaarten van de Populatieservice - Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) van 2019. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bezetting overdag en de bezetting 's nachts. De hoogste van de twee wordt gebruikt. In aanvulling hierop is handmatig gecontroleerd of de resolutie van de data tot een redelijke inschatting van de mogelijke slachtoffers per specifieke inrichting leidt. Voor enkele gevallen is handmatig een correctie doorgevoerd omdat de resolutie niet toereikend bleek te zijn;
- voor het oppervlak zijn de toetsingsafstanden (effectafstanden dodelijk van de Risicokaart) gebruikt;
- voor de versnelling is een drempelwaarde van 0,04 g gerekend;
- de gebruikte piekgrondversnelling is op dit moment gebaseerd op de hazardkaart 2017 met een herhalingskans van 1/475 jaar.

De gehanteerde klassering voor score B is weergegeven in tabel 3.2. De score indeling is dusdanig gekozen dat de inrichtingen in alle klasse classificeren.

Tabel 3.2 Klassering score B

Klasse B	Omschrijving	Score
5	hoog	> = 5000
4	boven gemiddeld	1000 - < 5000
3	gemiddeld	200 - < 1000
2	onder gemiddeld	75 - < 200
1	laag	0 < 75

Score C

Score C wordt berekend als de som van Score A en Score B:

- score C = Klasse A + Klasse B.

De klassering van score C wordt weergegeven in tabel 3.3. Voor de klassering van score C geldt dat een lage klassering een hoger risico aangeeft, in tegenstelling tot de klassering van scores A en B. Voor het vervolg in dit document is gerekend met een inverse van deze klasse: C*.

Tabel 3.3 Klassering score C

Klasse C	Klasse C* (inverse)	Omschrijving	Score
1	5	hoog	9 - 10
2	4	boven gemiddeld	7 - 8
3	3	gemiddeld	5 - 6
4	2	onder gemiddeld	3 - 4
5	1	laag	1 - 2

3.3 Data dekingsgraad

Tabel 3.4 presenteert de aantallen inrichtingen en installaties die meetellen in het opstellen van de prioritering. Hierbij is enkel een prioritering uitgerekend voor installaties waarvoor een toetsingsafstand is gegeven. Vervolgens is op basis van extrapolatie naar vergelijkbare installaties waarvoor geen toetsingsafstand is gegeven een totaal score per categorie berekend. De prioritering is bepaald door voor iedere categorie de geëxtrapolerde inverse van score C uit te rekenen.

Tabel 3.4 Aantal inrichtingen en installaties

Categorie	Omschrijving categorie	Inrichtingen	Installaties	Installaties waar versnelling < 0,04 g (niet meetellend)	Installaties toetsingsafstand ontbreekt	Installaties meetellend scoreberekening
K	propana en (vloeibaar) brandbaar gas	109	118	19	5	94
B	LPG-tankstations	32	97	1	65	31
N13/N14	vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen	19	21	1	4	16
N8/N9	overige gevaarlijke gassen/licht ontvlambare vloeistoffen	5	11	0	2	9
D	ammoniakkoel- of vriesinstallatie	5	5	0	2	3
C	opslag verpakte gevaarlijke stoffen	15	20	0	10	10
N21	stofexplosie	3	3	0	1	2
L1/L2	munitie/ontploffbare stoffen	7	7	0	4	3
N6	giftige gassen	6	6	0	2	4
N1	oxiderende gassen	4	4	2	0	2
N10	brandbare vloeistoffen	2	2	0	1	1

Categorie	Omschrijving categorie	Inrichtingen	Installaties	Installaties waar versnelling < 0,04 g (niet meetellend)	Installaties toetsingsafstand ontbreekt	Installaties meetellend scoreberekening
N23	brandbare vaste stoffen	2	2	0	0	2
N24	geparkeerde vervoerseenheden met gevaarlijke stoffen	3	3	0	2	1
F	vervoersbedrijf	1	1	0	0	1
N4	gasflessendepot	2	2	0	2	0

3.4 Resultaat

De navolgende tabellen presenteren resultaten welke laten zien welke categorieën en inrichtingen op basis van de gehanteerde berekening als hoge prioriteit classificeren. Deze tabellen kunnen gebruikt worden om prioriteit vast te stellen bij vervolgstappen met betrekking tot aardbevingsrisico's door bevoegd gezag.

Voor de individuele inrichtingen zijn ook de factoren gepresenteerd die een indicatie geven waarom een betreffende inrichting relatief hoog scoort. Er dient te worden opgemerkt dat het wel zaak is om naast de prioritering ook een kwantitatieve risico inschatting te hanteren op basis van het type installatie/proces. Dit voorkomt teveel aandacht voor installaties die wel een hoge toetsingsafstand binnen de Risicokaart systematiek hebben, maar soms in relatie tot aardbeving geen specifieke kritische scenario's kennen.

Voor de categorieën met representatieve typologieën wordt de prioritering gepresenteerd in tabel 3.5. De LPG-tankstations hebben de hoogste score. Dit komt door een combinatie van hoge toetsingsafstand (290 m voor de vulpunt) en locatie (de tankstations bevinden zich vaak in dichtbevolkte gebieden). De toetsingsafstand welke volgt uit de Risicokaart is hierin dominant. De toetsingsafstand per installatie is belangrijk voor de A score (grootte van gebied beïnvloed door aardbeving) maar ook voor de B score (aantal inwoners binnen gebied toetsingsafstand), omdat grotere afstanden meer inwoners dekken. De gemiddelde toetsingsafstand per installatie in K-inrichtingen is 110 m (met enkele gevallen van 235 m), terwijl die van B-installaties bijna altijd 290 m bedraagt. Installaties type N13/N14 hebben meestal een toetsingsafstand kleiner dan 100 m met uitzondering van enkele N14 installaties.

Tabel 3.5 Prioritering van categorieën met representatieve typologieën

Categorie	Omschrijving categorie	Aantal installaties meetellend scoreberekening	Som klasse C*	Gemiddelde klasse C* per installatie	Aantal installaties met klasse C* 4 of 5
B	LPG-Tankstations	31	416	4,3	26
K	propana en (vloeibaar) brandbaar gas	94	267	2,3	8
N13/N14	vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen	16	59	2,8	6
N8/N9	overige gevaarlijke gassen/ licht ontvlambare vloeistoffen	9	32	2,9	5
D	ammoniakkoel- of vriesinstallatie	3	10	2,0	0

Voor de overige categorieën is de berekende prioritering gegeven in tabel 3.6. Op basis van de berekening zouden een aantal inrichtingen met categorie C installaties prioriteit behoeven.

Tabel 3.6 Prioritering van overige categorieën

Categorie	Omschrijving categorie	Aantal installaties meetellend scoreberekening	Som klasse C*	Gemiddelde klasse C* per installatie	Aantal installaties met klasse C* 4 of 5
C	opslag verpakte gevaarlijke stoffen	10	33	3,3	7
N21	stofexplosie	2	4	2,0	1
L1/L2	munitie/ontplobbare stoffen	3	6	2,0	0
N6	giftige gassen	4	6	1,5	0
N1	oxiderende gassen	2	4	2,0	0
N10	brandbare vloeistoffen	1	3	3,0	0
N23	brandbare vaste stoffen	2	3	1,5	0
N24	geparkeerde vervoerseenheden met gevaarlijke stoffen	1	1	1,0	0
F	vervoersbedrijf	1	1	1,0	0
N4	gasflessendepot	0	0	-	0

Er dient te worden opgemerkt dat voor categorie N4 geen conclusies worden getrokken over prioriteit omdat de risicokaart voor deze inrichtingen geen effectafstanden presenteert.

Tabel 3.7 presenteert de installaties met C* klassering van 5. De redenen voor de hoge classificatie zijn in de laatste kolom beschreven.

Tabel 3.7 Installaties klasse C* van 5

Categorie	Inrichting RRGs/naam	Versnelling [g]	Toetsingsafstand [m]	Inwoneraantal binnen toetsingsafstand	A score	B score	Commentaar
B LPG-tankstations	4533/Gulf Demarol b.v.	0,122	290	7.36	35	3748	combinatie van gemiddelde of boven gemiddelde versnelling, boven gemiddelde toetsingsafstand en gemiddelde of boven gemiddelde inwoneraantal
	4563/Veenhuis Oil Products	0,106		1.088	31	4.698	
	4565/Autobedrijf Van der Zwaag V.O.F.	0,138		351	40	2.077	
	4572/Q8 Groningen Rijksweg	0,121		1.827	35	9.214	
	4578/Shell Benzinstation Europaweg	0,095		3.034	28	11.389	
	4590/Gulf Tankstation Hoendiep	0,074		2.740	21	7.348	
	4571/Firezone Tankstation Ronda	0,098		1.021	29	4.002	
	4609/ESSO tankstation Allesco	0,126		1.690	37	8.987	
	4614/Shell Tankstation Hoogezand	0,133		987	39	5.577	

	4622/Autobedrijf Jager VOF	0,157		157	46	1.079	
	4848/Shell Parkzicht	0,074		2.628	21	7.110	
	5118/Garage Heinneman B.V.	0,173		804	50	6.158	
	5121/Bijman Autobedrijf V.O.F.	0,123		885	36	4.553	
	5123/Garage-, Heftruck- en Transportbedrijf L. en D. Dijkman V.O.F., Tankstation LPG	0,149		512	43	3.292	
N13/N14 vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/Vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen	17140/Sport en Vrijtijdscentrum Hoogezand-Sappemeer	0,125	150	1.304	19	6.833	combinatie van boven gemiddelde versnelling, inwoneraantal en toetsingsafstand (150 maximaal voor deze categorie maar er zijn zes andere installaties met dezelfde toetsingsafstand
N21 stofexplosie	12447/E. Offeringa's Gortproduktenfabrieken B.V.	0,098	300	1.470	29	5.703	combinatie van gemiddelde versnelling en boven gemiddelde inwoneraantal en maximale toetsingsafstand binnen N categorieën

Tabel 3.8 presenteert de installaties met C* klassering van 4. De redenen voor de hoge classificatie zijn in de laatste kolom beschreven.

Tabel 3.8 Installaties klasse C* van 4

Categorie	Inrichting	Versnelling [g]	Toetsingsafstand [m]	Inwoneraantal binnen toetsingsafstand	A score	B score	Commentaar
B LPG-tankstations	4515/Tankstation 't Olierijck (Q8)	0,109	290	17	32	75	boven gemiddelde toetsingsafstand
	4587/Q8 Tankstation Laan 1940 - 1945	0,075		1.755	22	4.823	
	4592/Veldma Groningen BV, LPG tankstation	0,073		1.635	21	4.329	
	4602/BP Slump Haren	0,094		463	27	1.700	
	4605/Shell Station Esserberg	0,083		563	24	1.768	

	4639/LPG-tankstation Total Molema Nieuwe Pekela	0,052		204	15	331	
	4810/AVIA Veendam	0,064		1.277	19	2.805	
	4820/Shell Techno Trans	0,063		986	18	2.131	
	4847/Shell Hoogebrug	0,063		556	18	1.195	
	4851/BP tankstation Winsum	0,073		263	21	694	
	5107/Transportbedrijf Meijer	0,082	310	285	25	878	
	5116/Total Fina locatie Veenborg	0,141	290	19	41	112	
K propaan en (vloeibaar) brandbaar gas	5172/Pyroll Winschoten B.V.	0,071	235	653	17	1.658	boven gemiddelde toetsingsafstand of combinatie van boven
	5173/Lamico Winschoten B.V.	0,072		592	17	1.544	gemiddelde versnelling en gemiddelde toetsingsafstand
	5974/PPG Industries Fiber Glass B.V.	0,118		50	28	244	
	12122/Bunnik (1) en (2)	0,196	115	36	23	316	
	17561/Maatschap Feitsma	0,145		49	17	309	
	20634/B. Arkema	0,140		44	16	265	
	22347/Leeuwenborg Re- creatie bv	0,094	235	99	22	363	
N13/N14 vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloei- stoffen die giftige gassen kunnen vormen	16810/Zwembad 'de Ringberg'	0,074	150	509	11	1.375	combinatie van gemiddelde of boven
	18456/De Papiermolen	0,080		966	12	2.901	gemiddelde versnelling, gemiddelde toetsingsafstand
	18552/Sportcentrum 'Kardinge'	0,105	100	367	11	1.560	en gemiddelde of boven
	18599/Zwembad De Blinkerd	0,160	150	416	24	2.905	gemiddelde inwoneraantal
	23041/Stichting Zwembaden Eemsmund Zwembad 'de Dinge'	0,100		637	15	2.546	Opmerking: alle deze inrichtingen zijn zwembaden
N8/N9 overige gevaarlijke gassen/licht ontvlambare vloeistoffen	22433/Smit Kwekerijen (1), (2), (3), (4) en (5)	0,129	90	500	12	2.728	combinatie van boven gemiddelde versnelling, gemiddelde toetsingsafstand en boven gemiddelde inwoneraantal
C opslag verpakte gevaarlijke stoffen	5965/ARCG KGA Depot (1), (2) en (3)	0,120	275	103	33	515	combinatie van boven
	13026/D. Middelkoop Agrotheek	0,099		88	27	348	gemiddelde versnelling en boven
	13032/Koop Landbouw B.V.	0,084		73	23	236	gemiddelde toetsingsafstand

20820/Henkel (1) en (2)	0,063	300	314	19	676 Opmerking: 5965 en 20820 relatief grote hoeveelheden
----------------------------	-------	-----	-----	----	---

Het is belangrijk om op te merken dat bovenstaande scores en klasseindeling (net zoals bij de methode voor de chemiebedrijven, ref. [1]) geen rekening houden met de aard van scenario's die tot de toetsingsafstand leiden en de constructieve weerstand van systemen/constructies. De bovengenoemde scores zijn enkel gekoppeld aan potentieel omgevingsrisico op basis van toetsingsafstanden volgens de Risicokaart. Daarom moeten de bovengenoemde resultaten ook altijd samen worden genomen met de risico inschattingen zoals gepresenteerd in hoofdstuk 4 op basis van een nadere risicoanalyse om tot een uiteindelijke onderbouwing voor eventuele vervolgstappen te komen.

4

RISICOANALYSE

4.1 Methode

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 volgt uit de inventarisatie een definitie van representatieve typologieën binnen de categorieën B, D, K en N13/N14. Voor de overige categorieën is geen representatieve typologie vastgesteld en worden de afzonderlijke inrichtingen/installaties dus als unieke gevallen beschouwd. Dit onderscheid heeft invloed op de aanpak als gevolgd bij de risicoanalyses omdat:

- voor typologieën meer informatie beschikbaar is en bij het team een beter beeld bestaat over de te beschouwen installatie. Hierdoor is het beter mogelijk om te brainstormen over specifieke scenario's;
- voor alle andere inrichtingen/installaties is veelal (zeer) beperkte informatie beschikbaar en daarmee is het maar in beperkte mate mogelijk om te komen tot de daadwerkelijk kritische scenario's en daarmee een goede risico inschatting;
- door de (grote) aantallen installaties sprake is van een hogere prioriteit door een groter cumulatief risico. Hierdoor ligt het voor de hand om meer aandacht te besteden aan de vastgestelde typologieën.

Op basis van bovenstaande overwegingen is een verschillende aanpak vastgesteld voor de typologieën en voor de overige installaties. Deze worden in navolgende paragrafen beschreven.

4.1.1 Analyse methodiek installaties vallend onder typologieën vastgesteld binnen categorieën B, D, K en N13/N14

Voor de typologieën wordt ingeschat dat installaties dusdanig veel overeenkomsten vertonen dat hiervoor dezelfde scenario's eventuele risico's bij aardbevingen bepalen. Voor deze categorieën is daarom in samenspraak met de begeleidingsgroep geoordeeld dat de installaties afgedekt worden door een uitgebreide risicoanalyse voor de specifieke representatieve typologie. Deze risicoanalyse is uitgevoerd volgens een HAZOP-achtige analyse methodiek in de vorm van een risicosessie met een breed team van experts onder leiding van een gekwalificeerde HAZOP-facilitator. Daarbij is gebruik gemaakt van een risicomatrix om de risico's te beoordelen.

In de risicosessie zijn de analysestappen doorlopen zoals beschreven in tabel 4.1. Hierbij wordt opgemerkt dat kwantificeren van de risico's en positionering van de risico's in de risicomatrix is uitgevoerd voor categorieën B, K en N13/N14. Voor categorie D (ammoniak koel- en vriesinstallaties) bleek de beschikbare informatie te beperkt om de scenario's in relatie tot de risicomatrices te kunnen kwantificeren.

Tabel 4.1 Analyse methodiek voor typologie in risicosessie

Niveau	Analyse	Doel
1	stelsel identificatie	stelsel definitie en identificatie: vaststellen typologie Vastleggen ontbrekende informatie en vaststellen actie om deze informatie te verkrijgen

Niveau	Analyse	Doel
2	scenario analyse	definieer/brainstorm over realistische faalscenario's door aardbeving voor de specifieke typologie; inschatting mogelijke LoC scenario's ten gevolge van aardbevingen; inschatting gevolgen voor omgeving (mens en milieu); inschatten van de bepalende factoren voor ontstaan van kritische scenario's; terugblik op brainstorm en bevestiging van definitie typologie door team
3	risico inschatting	inschatten (waar mogelijk) van de consequenties en de waarschijnlijkheid van deze scenario's; positioneren van deze scenario's in de vooraf overeengekomen risico matrices, waarbij onderscheid is gemaakt in on-site en publieke blootstelling waarvoor verschillende acceptatiegrenzen zijn gehanteerd; vaststellen noodzaak aanvullende analyses/acties om scenario's beter te kunnen bepalen

Risicosessies met inbreng van een multidisciplinair team vormt een belangrijk element van de gevolgde project aanpak. De onderstaande personen maken deel uit van het team tijdens de risicosessie op 6 februari 2019:

- Kees Theune (NCG);
- Martijn Spoolder (LTO);
- Frank Knuver (DEAL);
- Hans Foekens (VR);
- Frans Scholtens (ODG);
- Hans Huissoon (NAM);
- Floris Besseling (Witteveen+Bos);
- Marieke Bezemer (Witteveen+Bos);
- Loewie Steens (Witteveen+Bos);
- Hans Smit (Witteveen+Bos, facilitator van de risico-sessie);
- Marco Versluis (Witteveen+Bos).

Het uiteindelijke doel van de risicoanalyse is het vaststellen van de kritische scenario's en invloed factoren die de waarschijnlijkheid van deze scenario's bepalen. Deze moeten namelijk aar de orde komen in de op te leveren checklist welke wordt ontwikkeld om in verdere mate grip te krijgen op mogelijk kritische installaties/inrichtingen.

4.1.2 Analyse methodiek overige installaties

Voor de overige installaties (welke niet worden afgedekt door een representatieve typologie) is gezien de beperkende randvoorwaarden een andere aanpak gekozen. Een gedetailleerde risicoanalyse op basis van scenario's was voor de overige installaties voor het beschikbare team niet mogelijk. De mate van onbekendheid met de specifieke inrichting/installatie was voor het team te groot. Daarom is de risicoanalyse voor de overige installaties in de volgende stappen uitgevoerd:

- beschouwing van de afzonderlijke inrichtingen en installaties per categorie;
- grove inschatting van lokale specifieke situatie op basis van bekendheid met dergelijke inrichtingen;
- vaststellen van de type en hoeveelheden opgeslagen gevaarlijke stoffen op basis van informatie Risicokaart;
- inschatting van mogelijke toename van risico's specifiek ten gevolge van aardbevingen;
- vaststellen of met betrekking tot de beschouwde categorie specifieke checks moeten worden opgenomen in een generieke checklist;
- vaststellen of/welke vervolgacties voor de hand liggen.

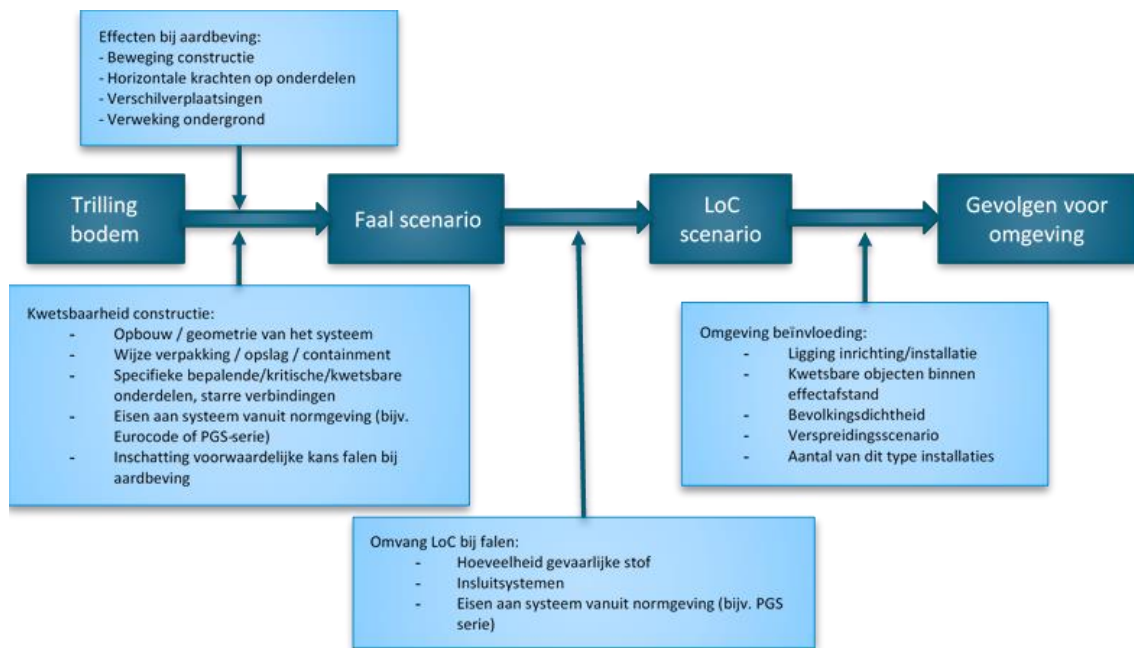
Deze analysestappen zijn doorlopen door eerst met een klein team bestaande uit Witteveen+Bos en NCG alle afzonderlijke inrichtingen kort te bespreken. Hieruit volgt een eerste inschatting van mogelijke risico's

met betrekking tot aardbevingen. Vervolgens is voor de inrichtingen waar veel onduidelijkheid bestond over de situatie ter plaatse aanvullende informatie ingewonnen bij de Omgevingsdienst Groningen. Op basis daarvan is ofwel een eerste inschatting gemaakt ofwel de eerdere inschatting bevestigd of bijgesteld. Het uiteindelijke resultaat voor deze inrichtingen is een lijst met een beoordeling van de mogelijke risico's op basis van de beschikbare informatie en daarbij een voorstel tot wel/geen vervolgactie. Daarom is het van groot belang dat de leden van de begeleidingsgroep deze met grote zorgvuldigheid beoordelen met als doel dat ook deze gedragen worden door hetzelfde brede team. Uiteindelijk verdient het de aanbeveling dat bevoegd gezag deze hypothese toetst in afstemming met de inrichtinghouder om tot een finaal oordeel over noodzaak voor vervolgacties te komen.

4.1.3 Scenario brainstorm

De aspecten die (voor zover mogelijk) onderdeel uitmaken van de brainstorm met betrekking tot scenario's worden gevisualiseerd door afbeelding 4.1. In de navolgende paragrafen worden de doorlopen stappen in de scenario brainstorm kort toegelicht. De scenario's en risico's zijn tijdens de sessie gedocumenteerd in de documentatietabel (risk record sheet) en worden deze gecategoriseerd op basis van vooraf vastgestelde risicomatrices.

Afbeelding 4.1 Analysestappen bij brainstorm over scenario's



Definitie effecten bij aardbeving

Tijdens de risicosessie is aangegeven dat gekeken wordt naar verticale en horizontale trillingen van de fundering en constructies. Met betrekking tot omvallen/kantelen van een constructie moet, gegeven de huidige inzichten aangaande het dreigingsniveau, rekening worden gehouden piekgrondversnellingen tot ongeveer 0,15 g en 0,25 g voor herhalingstijden van respectievelijk 475 en 2.475 jaar (seismischekrachten.nen.nl). Dit is gezien de vorm van de elastische response spectra equivalent aan maximale spectrale acceleraties tot 0,35 g en 0,60 g voor herhalingstijden van respectievelijk 475 en 2.475 jaar.

Vertaald naar opgelegde vervormingen resulteert dit in bodemverplaatsingen in de orde van maximaal enkele centimeters. De maximale verplaatsingen van gebouwen/constructies die hieraan gekoppeld kunnen worden zijn in sterke mate afhankelijk van de aard van het object.

Daarnaast is gekeken naar de effecten van verzakking van de ondergrond dat kan optreden door verweking als gevolg van een aardbeving.

Tijdens de risicosessie is besloten om directe effecten door lange termijn bodemdaling buiten beschouwing te laten, aangezien dit onderdeel is van de uitgangssituatie. Echter, tijdens de discussie is vast gesteld dat dit wel een verhoogd risico kan geven, al is het meer een indirect risico. Er is afgesproken om hiermee wel rekening te houden door uit te gaan van een situatie met aardbevingen waarbij ondergrondse leidingen onderhevig kunnen zijn aan spanningen door zettingsverschillen van de ondergrond. Onregelmatige verzakking (ongelijke maaiveld daling) wordt dus meegenomen als randvoorwaarde maar niet als hoofdoorzaak/trigger.

Kwetsbaarheid van de constructie

Kwalitatieve beschouwing van de kwetsbaarheid van de constructie, indien deze wordt blootgesteld aan de bovengenoemde typische effecten door aardbeving, vormt het tweede onderdeel van de scenario analyse. Gegeven de beschikbare informatie is deze analysestap vooral gericht geweest op de typische opbouw van een installatie en/of gebouw en de eisen die hieraan verbonden zijn vanuit de huidige vigerende regelgeving (bijvoorbeeld PGS serie of andere normering). De primaire container voor de opslag van de gevaarlijke stof en de hieraan verbonden eisen, vormen hierin een belangrijke parameter. De relatie tussen constructieve geometrie en detaillering en de kans op falen is maar zeer beperkt gelegd, door gebrek aan locatie specifieke data. Dit is een belangrijke randvoorwaarde/beperking bij de uitgevoerde analyse. Waar mogelijk is een orde grootte voorwaardelijke kans ingeschat dat een systeem zal falen bij belasting door een zware beving (1,0 = waarschijnlijk, 0,1 = mogelijk, 0,01 = onwaarschijnlijk, < 0,01 = zeer onwaarschijnlijk).

Omvang LoC bij falen

Vervolgens is op basis van een vastgesteld faalscenario een analyse uitgevoerd met betrekking tot het hieruit volgende 'Loss of Containment' (LoC) scenario. Met 'Loss of Containment' wordt hier bedoeld dat de gevaarlijke stof daadwerkelijk vrijkomt buiten primaire en secundaire insluitsystemen. De aanwezigheid van eventueel mitigerende maatregelen (lines of defense) en de invloed hiervan het op het daadwerkelijk ontstaan van een kritisch LoC scenario is hierbij beschouwd indien hier informatie over beschikbaar was bij het team. Tijdens de sessie is besproken dat als er een PGS-norm of andere NEN-normen geldt voor de categorie, ervan uitgegaan kan worden dat deze ook gehandhaafd wordt. Hiermee kunnen de eisen en richtlijnen uit deze normen als leidend gebruikt worden bij het bespreken van de scenario's.

Omgeving beïnvloeding

Als laatste stap van de scenario-analyse is vastgesteld wat de potentiële consequenties van het vrijkomen van de gevaarlijk stof voor de omgeving kunnen zijn. De eigenschappen van de gevaarlijke stof en de mogelijke effecten op menselijke veiligheid (verwonding/overlijden) en milieu (verontreiniging) zijn besproken en beoordeeld. Hierbij is rekening gehouden met de effectafstand van het LoC scenario (mate van verspreiding naar de omgeving) en de ligging van de installaties (aanwezige populatie). Op basis van deze indicatoren is een consequentie categorie gekozen.

4.1.4 Risico-matrices

De twee onderstaande risico matrices zijn aangehouden om scenario's te beoordelen/kwantificeren. Deze matrices zijn voorgesteld op basis van ref. [5], welke een uiteenzetting geeft van de meest recente inzichten met betrekking tot typische risico-analyses en -afschatting voor inrichtingen. Het is gebruikelijk dat individuele bedrijven een eigen risicomatrix hebben. Echter, gezien de afwijkende aard van de huidige studie waarin voor de gehele regio een analyse wordt uitgevoerd, ligt het voor de hand om hierbij algemeen geaccepteerde risicomatrices te gebruiken. Dit onderbouwt de keuze voor de matrices in aansluiting op bovengenoemde referentie.

Er is onderscheid gemaakt tussen 'on-site' risico's en 'publieke' risico's. Onder 'on-site' risico's vallen alle gevolgen voor personen die werkzaam of wonend zijn op het terrein waar de installatie staat (arbeidsveiligheid). Deze personen zijn zich bewust van de gevaren van de installatie en zijn voorbereid op

mogelijk falen van de installatie. Daarnaast is voor scenario's waarvoor wordt vastgesteld dat deze een effect kunnen hebben buiten de terreingrens van de inrichting, een afwijkende risicomatrix gehanteerd. Het is gebruikelijk om risico's door vrijkomen van gevaarlijke stoffen voor omwonenden/publiek een strenger criterium te hanteren. Deze groep potentiële slachtoffers stelt zich niet bewust bloot aan de gevaarlijk stof en in lijn met ref. [5] resulteert dit in strengere criteria. In de risicomatrix komt dit tot uiting als een verschuiving van de kleurcoderingen in de matrix.

Afbeelding 4.2 Risicomatrix bedrijf (arbeidsveiligheid, on-site)-inschatting

Risicomatrix bedrijf			Omvang effect				
			1	2	3	4	5
			Verwaarloosbaar	Gering	Aanzienlijk	Groot	Catastrofe
Kans [/ jaar]	7	≥ 1	Rood	Rood	Rood	Rood	Rood
	6	$1E-1 \leq x < 1$	Geel	Rood	Rood	Rood	Rood
	5	$1E-2 \leq x < 1E-1$	Geel	Geel	Rood	Rood	Rood
	4	$1E-3 \leq x < 1E-2$	Blauw	Geel	Geel	Rood	Rood
	3	$1E-4 \leq x < 1E-3$	Blauw	Blauw	Geel	Geel	Rood
	2	$1E-5 \leq x < 1E-4$	Blauw	Blauw	Blauw	Geel	Geel
	1	$1E-6 \leq x < 1E-5$	Blauw	Blauw	Blauw	Blauw	Geel
	0	$\leq 1E-6$	Blauw	Blauw	Blauw	Blauw	Blauw

Afbeelding 4.3 Risicomatrix omgeving (publiek) - inschatting

Risicomatrix omgeving			Omvang effect				
			1	2	3	4	5
			Verwaarloosbaar	Gering	Aanzienlijk	Groot	Catastrofe
Kans [/ jaar]	7	≥ 1	Rood	Rood	Rood	Rood	Rood
	6	$1E-1 \leq x < 1$	Rood	Rood	Rood	Rood	Rood
	5	$1E-2 \leq x < 1E-1$	Geel	Rood	Rood	Rood	Rood
	4	$1E-3 \leq x < 1E-2$	Geel	Geel	Rood	Rood	Rood
	3	$1E-4 \leq x < 1E-3$	Blauw	Geel	Geel	Rood	Rood
	2	$1E-5 \leq x < 1E-4$	Blauw	Blauw	Geel	Geel	Rood
	1	$1E-6 \leq x < 1E-5$	Blauw	Blauw	Blauw	Geel	Geel
	0	$\leq 1E-6$	Blauw	Blauw	Blauw	Blauw	Geel

In de matrix geeft de blauwe kleur aan dat het (rest)risico tolerabel wordt geacht. Een rode kleur geeft aan dat het risico niet te tolereren valt en er maatregelen nodig zijn om het risico te mitigeren. Een gele kleur geeft aan dat in de basis maatregelen genomen moeten worden om te verschuiven naar 'veilig' gebied wanneer dat enigszins mogelijk is. Daarbij wordt vaak de term 'ALARA' gehanteerd oftewel 'as low as reasonably achievable'.

De waarschijnlijkheid van het optreden van scenario's (likelijkheid) is ingeschat op basis van de kans van optreden van een zware aardbeving (10^{-2} - 10^{-3}) voor relatief kwetsbare constructies/systemen of een zeer zware aardbeving (10^{-3} - 10^{-4}) voor relatief robuuste constructies/systemen. Met deze startfrequentie schat

het team vervolgens in wat de kans is op een (ernstig) incident door eventuele risico-reducerende factoren mee te nemen, Zo kan bijvoorbeeld een lekkage van gas uit een leiding in een afgesloten ruimte na een beving een gevaarlijke situatie opleveren, maar als personen daar slechts minder dan 1% van de tijd aanwezig zijn, dan kan dit de kans op het incident met ernstige gevolgen van dien met een factor 100 verlagen.

De ernst van de consequenties bij bepaalde scenario's (severity) is ingedeeld gebaseerd op de tabel 4.2, welke tot stand is gekomen op basis van ref. [5].

Tabel 4.2 Indeling consequentie categorieën (severity)

	1 Negligible	2 Minor	3 Moderate	4 Major	5 Catastrophic
veiligheid	lichte verwonding ('EHBO')	serieuze verwonding (werkverzuim)	ernstige verwonding ('ziekenhuis') of meerdere serieuze verwondingen	1 of 2 doden, of permanente invaliditeit ('WAO')	meer dan twee doden (groep)
milieu	zeer geringe emissie en/of schade binnen terreingrenzen (<1 ha)	geringe emissie en/of schade binnen terreingrenzen (>1 ha)	emissie en/of schade binnen terreingrenzen inrichting. Geen blijvende schade aan milieu/omgeving (>10 ha)	emissie en/of schade aan milieu/omgeving (>100 ha)	ernstige emissie en/of schade aan milieu/omgeving (>1000ha)

Deze tabellen zijn bij aanvang van de risicosessie besproken en onderschreven door het team.

4.2 Resultaten risicoanalyse voor veel voorkomende gevaarlijke stoffen (categorieën B, D, K en N13/N14)

De resultaten gepresenteerd in de navolgende paragrafen hebben betrekking op risicoanalyse voor de categorieën van de risicokaart waarvoor geldt dat een representatieve typologie kan worden vastgesteld. Dit betreft LPG tankstations (B), ammoniakkoelinstallaties (D), propaantanks (K) en chloorbleekloogopslag bij zwembaden (N13/N14). Een volledige weergave van de risicoanalyse voor categorieën B, D, K en N13/N14 is opgenomen in bijlage I in de vorm van de tijdens de risicosessie opgemaakte risico berekening tabel ('risk record sheet'). De resultaten worden in de navolgende paragrafen samengevat.

4.2.1 B - LPG-tankstations

Scenario's en risico inschatting voor typologie

Voor het volledige resultaat van de tijdens de risicosessie uitgevoerde analyse wordt verwezen naar bijlage I. Een samenvatting is gepresenteerd in tabel 4.3. In deze tabel worden de belangrijkste geïdentificeerde scenario's samengevat en wordt de risico inschatting van het team weergegeven. Tevens worden de systeemeigenschappen benoemd welke als belangrijkste invloedsfactoren voor het daadwerkelijke risico op een bepaalde locatie worden ingeschat. Dit zijn de invloedsfactoren die bij het opstellen van een checklist zouden moeten terugkomen.

Tabel 4.3 Resultaten risicoanalyse voor categorie B - LPG tankstation

Scenario nr.	Omschrijving	Risico score conform matrix	Invloedsfactoren
1	beschadiging/breuk van leiding tussen vulpunt en reservoir door aardbeving. Indien dit niet wordt opgemerkt en vervolgens onder hoge druk vanuit een tankauto het reservoir gevuld wordt kan in korte tijd een grote hoeveelheid LPG vrijkomen. Indien op dit moment of net daarna een ontstekingsbron aanwezig is kan dit meerdere dodelijke slachtoffers tot gevolg hebben	risico categorie: veiligheid Consequentie = 4, Waarschijnlijkheid = 2, Matrix = publiek, Score = geel	geometrie en diepteligging leiding, opgelegde vervormingen op leiding (ontstaan verweking, opdrijven reservoir), locatie vulleiding t.o.v. mogelijke ontstekingsbronnen en publiek in/nabij het tankstation

Het vulpunt heeft de grootste effectafstanden, het meest kritische scenario is gebaseerd op problemen tijdens vullen bij aanwezigheid van een tankauto. Tijdens de risicoanalyse is vastgesteld dat voor bovenstaand samengevat scenario, maar ook voor andere scenario's gekoppeld aan schade aan (ondergrondse) leidingen, het ontstaan van vervormingen op leidingen en leidingaansluitingen de meest waarschijnlijke oorzaak is voor het daadwerkelijk ontstaan van schade en daarmee risico op het vrijkomen van LPG. Daarom is voor alle LPG tankstations een verweking triggering analyse uitgevoerd conform methode Green et al. (2018) zoals opgenomen in NEN NPR 9998 (2018). Daarbij is de analyse gebaseerd op de 2017 hazard kaart PGA-waarden horende bij een terugkeertijd van 475 jaar. De berekeningen tonen aan dat volledige verweking van de ondergrond voor de locaties van de LPG-tankstations op basis van deze pga-waarden niet optreedt en dat opdrijven van ondergrondse LPG-reservoirs uitgesloten kan worden. De kans op schade aan ondergrondse leidingsystemen is hiermee ook minder waarschijnlijk. De geometrie, ligging, onderhoudstaat en verbindingen van de leidingen blijven echter belangrijk om een inschatting per inrichting te kunnen maken.

Risico inschatting voor overige installaties/inrichtingen binnen categorie

Binnen categorie B - LPG-tankstations is sprake van één inrichting die als afwijkend van de vastgestelde typologie wordt beschouwd. Dit betreft inrichting met RRGs id 12113. Deze wordt als afwijkend beschouwd aangezien de reservoirs voor de LPG-opslag bovengronds gesitueerd zijn. Er is geen verdere informatie van de lokale specifieke situatie beschikbaar, zodat er geen nadere analyse is uitgevoerd.

Voorgestelde criteria voor checklist

Het meest kritische scenario treedt niet op tijdens aardbeving maar betreft een indirect scenario dat kan ontstaan na een zware aardbeving. Geometrie, ligging, onderhoudsstaat en verbindingen van leidingen blijven hierbij van belang. Echter, het is daarnaast zo dat criteria niet alleen op voorhand getoetst kunnen worden maar dat ook mitigerende maatregelen in de vorm van zorgvuldige procedures effectief kunnen zijn. De checklist kan hierbij ook als informatie drager richting de inrichtinghouder gebruikt worden. Daarom zal in de checklist uitleg over dit scenario opgenomen worden en zullen de volgende criteria worden opgenomen met daarbij het advies om hier aandacht voor te hebben bij optreden van een zware aardbeving in de nabije omgeving van het tankstation:

- waarschijnlijkheid optreden scenario 1:
 - is er sprake van verzakking/zetting van panden in de nabijheid van het tankstation;
 - is er sprake van scheurvorming met grote scheurwijdtes in de nabijheid van het tankstation;
- consequenties bij optreden scenario 1:
 - advies om bij eerste keer vullen na zware aardbeving extra aandacht te hebben voor mogelijke lekkage van de vulleiding (gasdetectie) en aanwezigheid van publiek in de nabijheid van vulleiding en tankauto (afzetting).

Overige criteria die worden opgenomen in de checklist ter informatie voor bevoegd gezag:

- er dient vastgesteld te worden of doorstroombegrenzers/afsluiters zijn geïnstalleerd die ervoor zorgen dat bij schade aan het leidingsysteem geen/beperkt LPG kan vrijkomen.

Aanbevelingen voor nadere stappen

Het verdient de aanbeveling om protocolair vast te leggen dat schade aan vulleidingen bij LPG-tankstations wordt gecontroleerd na een zware aardbeving in de nabijheid van de inrichting, bijvoorbeeld door middel van een lekttest (drukttest). Na een aardbeving dient het gehele betreffende tankstation gesloten te worden totdat deze test aangetoond heeft dat er geen (ondergrondse) schade is.

Verder dient vastgesteld te worden of doorstroombegrenzers/afsluiters zijn geïnstalleerd die ervoor zorgen dat bij schade aan het leidingsysteem geen/beperkt LPG kan vrijkomen. De aanwezigheid en werking van dergelijke afsluiters reduceert de waarschijnlijkheid dat, in geval van schade door een aardbeving, ongemerkt LPG kan vrijkomen welke bij ontsteking consequenties kan hebben met betrekking tot menselijke veiligheid. Een controle of de inrichting voldoet aan PGS 16 dekt deze onzekerheid af. Het team heeft ingeschat dat deze mitigerende maatregelen geen effect hebben op het bovengenoemde scenario dat kan ontstaan tijdens vullen van een reservoir, maar wel op alle andere (minder) kritische maar realistische scenario's met betrekking tot schade aan leidingsystemen bij LPG-tankstations.

Overige opmerkingen

Voor categorie B zijn geen resterende opmerkingen

4.2.2 K - Propaan en (vloeibaar) brandbaar gas

Voor het volledige resultaat van de tijdens de risicosessie uitgevoerde analyse wordt verwezen naar bijlage I. Een samenvatting is gepresenteerd in tabel 4.3. In deze tabel worden de belangrijkste geïdentificeerde scenario's samengevat en wordt de risico inschatting van het team weergegeven. Tevens worden de systeemeigenschappen benoemd welke als belangrijkste invloedsfactoren voor het daadwerkelijke risico op een bepaalde locatie worden ingeschat. Dit zijn de invloedsfactoren die bij het opstellen van een checklist zouden moeten terugkomen.

Tabel 4.4 Resultaten risicoanalyse voor categorie K - Propaan opslag

Scenario nr.	Omschrijving	Risico score conform matrix	Invloedsfactoren
1	scheurvorming/breuk van leiding bij de tank. In dit geval zal de veiligheidsklep de uitstroom niet beperken. Mogelijk zal de drukregelaar het uitstroomdebiet bepalen. Verspreiding van gas in directe omgeving met kans op fakkelbrand en bij langdurig aanstralen kans op BLEVE. Hierbij mogelijk veiligheidsrisico voor publiek gezien locatie van de propaantanks	risico categorie: veiligheid Consequentie = 5, Waarschijnlijkheid = 0, Matrix = publiek, Score = geel	bewonersdichtheid omgeving Type leidingwerk en initiële spanning in leidingwerk Type ondergrond
2	scheurvorming/breuk van leiding bij de muurdoorvoer. In dit geval zal de veiligheidsklep de uitstroom niet beperken. Mogelijk zal de drukregelaar het uitstroomdebiet bepalen. Verspreiding van gas in directe omgeving van de muurdoorvoer. Door soortelijke massa van propaan kans op ophoping van gas in kruipruimte van het pand. Bij dampvorming tot explosief mengsel kans op explosie met meerdere dodelijke slachtoffers	risico categorie: veiligheid Consequentie = 5, Waarschijnlijkheid = 1, Matrix = publiek, Score = geel	type leidingwerk Geometrie leidingwerk nabij doorvoer door wand/fundering Huidige staat en spanning in leidingwerk Type ondergrond en zetting pand Stabiliteit van de fundering
3			

Het meest kritische geïdentificeerde risico betreft het vrijkomen van propaan bij scheurvorming/breuk van de leiding ter plaatse van de leidingdoorvoer naar binnen in het pand. Leidingsystemen zullen in de meeste gevallen zijn uitgevoerd in kunststof (HDPE), koper (wicu buis in de volksmond) of staal met PE-bekleding.

De laatstgenoemde wordt weinig toegepast bij lage druk leidingen. Het reduceerstation zit typisch op de tank, waardoor alle afgaande leidingen alleen gasvormig propaan bevatten (geen vloeibaar propaan in leidingen). Vaak wordt een lus of grote bocht gemaakt ter plaatse van de leidingdoorvoer naar binnen om enige consolidatie zetting te kunnen accepteren. Dit hoeft echter niet altijd het geval te zijn. Schade ter plaatse van de doorvoer is daarmee vooral waarschijnlijk bij starre (oude) leidingen, waarbij de doorvoer niet optimaal is uitgevoerd en er al sprake is van consolidatie zakking van het pand. Extra belasting op de leiding door een aardbeving is vooral te verwachten bij verdere zakking van de fundering door verweking van de ondergrond. Daarom is voor alle locaties waar zich een categorie K propaan installatie bevindt een berekening van verweking risico uitgevoerd. Deze is gerapporteerd in bijlage II. De conclusie van deze berekeningen is dat voor een aardbevingsdreiging behorende bij een herhalingstijd 475 jaar de leidingen een zeer laag risico lopen op schade, omdat er waarschijnlijk geen verweking zal ontstaan en dus geen grote zakking van de fundering zal optreden. Bij een aardbevingsdreiging behorende bij 2.475 jaar herhalingstijd geldt dat op de locatie van enkele K inrichtingen mogelijk een risico indicator LPI_{ish} hoger dan 5 zou kunnen optreden met mogelijk zettingsrisico's tot gevolg. Het is daarom aan te raden om meer gedetailleerde informatie te verkrijgen over de leidingen: afmetingen, materiaal, aansluitingen en positie. Hiermee kan dan in combinatie met de beschikbare data over de lokale grondcondities worden beoordeeld hoe risicovol de leidingen zijn.

Risico inschatting voor overige installaties/inrichtingen binnen categorie

De gedefinieerde typical binnen categorie K - propaanopslag zijn de bovengrondse propaantanks met een inhoud tot 8.000 l die buiten gesitueerd zijn op het erf van een agrarisch of industrie bedrijf. Hierop zijn een aantal afwijkingen geïdentificeerd:

- in een vijftal gevallen lijkt de informatie vanuit de Risicokaart aan te duiden dat de propaantank binnen opgesteld staat. Dit zou niet conform PGS 19 en NEN-EN 12817 zijn, aangezien minimale afstanden tot bebouwing gelden. De informatie uit de Risicokaart is echter niet dusdanig betrouwbaar dat met zekerheid gezegd kan worden dat deze tanks inderdaad binnen staan opgesteld. Indien tanks binnen, of op korte afstand van gebouwen staan opgesteld, is ook de integriteit van het gebouw onder invloed van aardbeving van belang om risico's aangaande beschadiging van de tank door vallende/instortende gebouwdelen en het daarbij mogelijk vrijkomen van brandbaar gas te kunnen beoordelen;
- voor dertien inrichtingen de locatie van de propaantank onbekend. Hierover is ook uitsluitel noodzakelijk;
- in een aantal gevallen staan propaantanks opgesteld op locaties met een groot aantal slachtoffers (bijvoorbeeld campings, daarmee risico voor publiek). Deze behoeven extra aandacht en vormen mogelijk geschikte pilot locaties, ook al scoren deze gezien de indeling van de consequentieklassen in de risicomatrix gelijk aan overige inrichtingen met propaanopslag.

Voorgestelde criteria voor checklist

Voor de typologie waaronder het grootste aantal categorie K inrichtingen valt zijn de volgende criteria van belang voor de checklist:

- type leidingsysteem (jaar aanleg, materiaal leidingen);
- geometrie leidingdoorvoer (is deze uitgevoerd met een lus/grote bocht);
- is er lokaal sprake van zettingsgevoelige ondergrond (consolidatie zetting die leidt tot spanning in systeem);
- frequentie vervangen leidingen/aansluitingen;
- aansluitingen bij tank, woning of bedrijf in de buurt van riolering of kelderraam.

In aanvulling daarop vragen de volgende aspecten aandacht voor de inrichtingen die niet zijn toegewezen aan de typologie:

- locatie opstelling propaantank (binnen/buiten);
- potentieel vallende objecten/bouwdelen die kunnen leiden tot beschadigen van de tank en daarmee vrijkomen van gas.

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- locaties waar hoge dichtheden publiek kunnen gelden binnen ~100 m van tank (bijvoorbeeld campings en dergelijke) apart beschouwen gezien mogelijke consequenties;

- ODG moet nagaan hoe eventueel aanwezige veiligheidskleppen exact werken en in hoeverre dit van invloed is op de scenario analyse.

Overige opmerkingen:

- extra aandacht voor propaantank op camping;
- als er ondergrondse propaantanks in deze categorie vallen worden deze als ondergronds LPG reservoir beschouwd (besproken en vastgelegd bij categorie B).

4.2.3 N13/N14 - vloeistoffen die zeer giftige gassen kunnen vormen/vloeistoffen die giftige gassen kunnen vormen

Voor het volledige resultaat van de tijdens de risicosessie uitgevoerde analyse wordt verwezen naar bijlage I. Een samenvatting is gepresenteerd in tabel 4.5. In deze tabel worden de belangrijkste geïdentificeerde scenario's samengevat en wordt de risico inschatting van het team weergegeven. Tevens worden de systeemeigenschappen benoemd welke als belangrijkste invloedsfactoren voor het daadwerkelijke risico op een bepaalde locatie worden ingeschat. Dit zijn de invloedsfactoren die bij het opstellen van een checklist zouden moeten terugkomen.

Tabel 4.5 Resultaten risicoanalyse voor categorie N13/N14 - Vloeistoffen die (zeer) giftige gassen kunnen vormen

Scenario nr.	Omschrijving	Risico score conform matrix	Invloedsfactoren
1	vrijkomen chloorbleekloog en zuur uit opslagvoorzieningen bij een zwembad. Conform informatie vanuit Omgevingsdienst mag niet worden uitgegaan van gescheiden opslag loog en zuur. Daarmee kans dat chemische reactie ontstaat tussen loog en zuur met ontstaan chloorgas tot gevolg. Contact tussen publiek (bezoekers zwembad) en chloorgas met mogelijk meerdere dodelijke slachtoffers tot gevolg	risico categorie: veiligheid, Consequentie = 5, Waarschijnlijkheid = 3, Matrix = publiek, Score = rood	aanwezigheid van zowel chloorbleekloog als zuren opslag Integriteit van het bouwwerk waarin de opslag plaatsvindt. Kwaliteit van opslag en opvang voorzieningen Afzonderlijke gescheiden opslag en opvang voorzieningen voor chloorbleekloog en zuren? Afstand tussen opslag en locaties waar publiek komt
2			
3			

Het meest kritische geïdentificeerde risico betreft het ontstaan van chloorgas bij gecombineerd vrijkomen van chloorbleekloog (natriumhypochloriet) en zuren (in veel gevallen is zoutzuur aanwezig). Chloorbleekloog wordt in zwembaden toegepast als desinfectie- en oxidatiemiddel doordat het in water wordt omgezet in waterstofhypochloriet (vrij actief chloor). Zoutzuur wordt gebruikt om de zuurgraad van zwembadwater te verlagen en hiermee de werking van waterstofhypochloriet te optimaliseren. In principe zouden opslagvoorzieningen voor zwembadchemicaliën moeten voldoen aan ref. [8]. Conform informatie aangeleverd door de Omgevingsdienst is dit echter niet het geval en is de opslag in sommige gevallen waarschijnlijk zeer provisorisch geregeld. Hiermee wordt het gezamenlijk vrijkomen van de chemicaliën bij een zware aardbeving als een reëel risico ingeschat. Tevens is geen informatie beschikbaar over de gebouwen waarin de opslag is gesitueerd. Bij onvoldoende sterkte kan ook beschadigen/instorten van het gebouw resulteren in het vrijkomen van chemicaliën.

Overige risico's, niet opgenomen in bovenstaande tabel, hebben betrekking op het vrijkomen van enkel chloorbleekloog (geen zuur) en classificeren in de gehanteerde risicomatrices als een acceptabel risico (blauw).

Risico inschatting voor overige installaties/inrichtingen binnen categorie

De gedefinieerde typical binnen categorie N13/N14 - vloeistoffen die (zeer) giftige gassen kunnen vormen betreft de chloorbleekloogopslag bij zwembaden. Er zijn daarnaast een tweetal hiervan afwijkende inrichtingen geïdentificeerd binnen de categorie N13/N14:

- één inrichting (RRGS id 5978) met galvanobaden (cyanide). Over deze inrichting is geen informatie bekend. Analyse aan de hand van de te ontwikkelen checklist kan mogelijk meer handvatten geven aan bevoegd gezag om eventuele risico's nader te beoordelen;
- één inrichting (RRGS id 22139) met grootschalige chloorbleekloog opslag. Conform informatie van de Risicokaart is hier sprake van 500.000 l chloorbleekloog opslag. Verder is geen informatie bekend over hoe de opslag is ingericht en daarmee ook niet of/welke risico's eventueel aan de orde zijn. Analyse aan de hand van de te ontwikkelen checklist kan mogelijk meer handvatten geven aan bevoegd gezag om eventuele risico's nader te beoordelen.

Voorgestelde criteria voor checklist:

Voor de typologie waaronder het grootste aantal categorie N13/N14 inrichtingen (de zwembaden) valt zijn de volgende criteria van belang voor de checklist:

- aanwezigheid van zowel chloorbleekloog als zuren opslag;
- integriteit van het bouwwerk waarin de opslag plaatsvindt;
- kwaliteit van opslag en opvang voorzieningen;
- afzonderlijke gescheiden opslag en opvang voorzieningen voor chloorbleekloog en zuren?
- afstand tussen opslag en locaties waar publiek komt.

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- scenario gasvorming nader duiden en koppelen met opslagmethode. Dit kan plaatsvinden wanneer aan de hand van de checklists meer informatie beschikbaar is. Vervolgens extrapolatie voor eventueel effecten aardbeving.

Overige opmerkingen:

- chloorbleekloog is met name gevaarlijk voor publiek in gasvorm, gasvorming alleen mogelijk in combinatie met zuur (bijvoorbeeld zwavelzuur of zoutzuur);
- aangenomen kan worden dat bij alle zwembaden ook zwavelzuur/zoutzuur aanwezig is, ook al is dit niet vermeld op Risicokaart;
- zwembaden (en vergunningen) zijn vaak zwaar verouderd:
 - type container en methode van opslag overal onbekend;
 - informatie te vinden over regelgeving in PGS 11 (in 2006 ingetrokken);
 - contouren toetsingsafstanden bevatten, als gevolg van een chloorwolk, erg veel potentiële slachtoffers.

Een indicatie van opslagen bij zwembaden is aangeleverd door Omgevingsdienst Groningen. Deze informatie onderschrijft het beeld van in sommige gevallen zeer provisorisch geregelde opslag. Dit behoeft aandacht van bevoegd gezag.

4.2.4 D - Ammoniakkoel- of vriesinstallatie

Voor het volledige resultaat van de tijdens de risicosessie uitgevoerde analyse wordt verwezen naar bijlage I. Een samenvatting is gepresenteerd in tabel 4.6. In deze tabel worden de belangrijkste geïdentificeerde scenario's samengevat en wordt de risico inschatting van het team weergegeven. Tevens worden de systeemeigenschappen benoemd welke als belangrijkste invloedsfactoren voor het daadwerkelijke risico op een bepaalde locatie worden ingeschat. Dit zijn de invloedsfactoren die bij het opstellen van een checklist zouden moeten terugkomen.

Tabel 4.6 Resultaten risicoanalyse voor categorie D - Ammoniak koel- of vriesinstallaties

Scenario nr.	Omschrijving	Risico score conform matrix	Invloedsfactoren
1	afbreken leidingwerk of stomp door vallen van het vat of andere vallende objecten die vat, leidingwerk of stomp beschadigen. Hierdoor stroomt ammoniak uit en vorm mogelijk een hoge concentratie in deze afgesloten ruimte. Uitgangspunt is dat de ruimte waarin de installatie staat opgesteld veelal onbemand zal zijn. Echter, dit is niet met zekerheid te zeggen en daarnaast kan nadien iemand de ruimte betreden en kan een dodelijk slachtoffer niet worden uitgesloten	risico categorie: veiligheid, Consequentie = 4, Waarschijnlijkheid = 2, Matrix = arbeidsveiligheid, Score = geel	positie van het vat Uitvoering van verbinding tank - leidingwerk Aanwezigheid van afsluiter direct op het vat Verbinding vat - gebouw Verankering van het vat Mogelijk vallende objecten op vat Aanwezigheid van personeel in deze ruimte. Aanwezigheid van detectie/alarmeringssysteem Ventilatie in de ruimte
2	gedeeltelijk instorten of beschadigen van het gebouw waarin de installatie staat opgesteld. Bij vrijkomen van ammoniak kan deze zich dan verspreiden naar de omgeving. Dit kan afhankelijk van de aanwezigheid van mensen in de nabije omgeving van de installatie meerdere dodelijke slachtoffers tot gevolg hebben	risico categorie: veiligheid, Consequentie = 5, Waarschijnlijkheid = 2, Matrix = arbeidsveiligheid, Score = rood	integriteit van het gebouw Aanwezigheid van mensen in nabijheid van installatie
3			

Er moet worden opgemerkt dat de beschikbare informatie over ammoniak koel- en vriesinstallaties aanzienlijk beperkter was dan voor de andere categorieën waarvoor een typical is gedefinieerd. Definitie van de typical voor ammoniak koel- en vriesinstallaties heeft plaatsgevonden op basis van het beeld van het team bij deze installaties. Gebruik van de checklist in de pilot zal nader moeten bevestigen of de scenario's zoals deze zijn geïdentificeerd representatief zijn voor de werkelijke situatie bij de verschillende inrichtingen.

De meest kritische geïdentificeerde risico hebben betrekking op vrijkomen van ammoniak door gebrek aan standzekerheid van het vat waarin wordt opgeslagen en de mogelijkheid dat bouwdelen of andere objecten op de installatie vallen waardoor LoC optreedt. De consequentie met betrekking tot aantal slachtoffers is in dit geval afhankelijk van de concentratie ammoniak in lucht en de mogelijkheid tot verspreiding in de nabije omgeving. Aangezien de meest kritische risico's betrekking hebben op beschadigen van het vat of het leidingwerk direct aansluitend aan het vat heeft het team ingeschat dat drukgestuurde veiligheidskleppen (indien aanwezig) in dit geval niet de uitstroom zullen kunnen beperken. Dit zal anders zijn bij leidingbreuk elders in het systeem en daarom levert het scenario leidingbreuk een lagere risico score op. De aanwezigheid van dergelijke veiligheidskleppen maakt om deze reden onderdeel uit van de checklist.

Risico inschatting voor overige installaties/inrichtingen binnen categorie

Het team gaat er vooralsnog vanuit dat alle ammoniak koel- of vriesinstallaties door dezelfde typical worden afgedekt. De opgeslagen hoeveelheid varieert volgens informatie uit de Risicokaart tussen 120 en 2.600 kg. Echter uit aanvullende informatie vanuit LTO kwam naar voren dat er wellicht in de categorie opslag < 800 kg nog een veel groter aantal inrichtingen in het aardbevingsgebied zijn waar sprake is van een vergelijkbare situatie en daarmee vergelijkbare risico's. Mogelijk kan de ontwikkelde checklist hiervoor ook toegepast worden indien inrichtinghouders dit wensen vanuit arbeidsveiligheid perspectief.

Voorgestelde criteria voor checklist

Voor de typologie ammoniak koel- of vriesinstallaties zijn de volgende criteria van belang voor de checklist:

- positie van de opslag;
- uitvoering van verbinding tank - leidingwerk;
- aanwezigheid van (blok)afsluiter direct op het vat;
- verbinding vat - gebouw;
- verankering van het vat;

- mogelijk vallende objecten op vat;
- aanwezigheid van personeel in deze ruimte;
- aanwezigheid van detectie/alarmeringssysteem;
- integriteit van het gebouw;
- aanwezigheid van mensen in nabijheid van installatie.

Aanbevelingen voor nadere stappen

- nagaan of drukgestuurde veiligheidskleppen fail-safe zijn uitgevoerd;
- nagaan hypothese dat effectafstanden bij ammoniak opslag mogelijk onbetrouwbaar zijn en niet gekoppeld aan scenario vrijkomen ammoniak;
- nagaan effectafstanden ammoniak op basis van PGS 13 en modellen, nagaan of rekening wordt/dient worden gehouden met gelijktijdigheid van instorten/falen van meerdere opslagen.

Overige opmerkingen:

- activiteitenbesluit checken om te zien welke toetsing al plaatsvindt.

4.3 Resultaten risicoanalyse voor overige categorieën

Voor de inrichtingen vallend onder overige categorieën is zoals eerder beschreven een andere aanpak gevolgd.

De spreiding binnen deze categorieën is dusdanig groot dat het minder doelmatig zou zijn om deze met het eerder genoemde team te bespreken. Hierbij zou simpelweg de locatieverantwoordelijke aanwezig moeten zijn om de daadwerkelijke situatie ter plaatse juist te kunnen inschatten. Dit detailniveau valt buiten de scope van het huidige onderzoek. Met de uiteindelijke implementatie van de checklists zal hieraan nader invulling worden gegeven.

De risicoanalyse voor de overige categorieën beperkt zich daarom tot een grove inschatting van hoe mogelijk kritisch een specifieke inrichting kan zijn met betrekking tot het vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stoffen. Hiervoor is informatie van de Risicokaart gecombineerd met aanvullende informatie aangeleverd door Omgevingsdienst Groningen. Deze inschatting op inrichting niveau wordt in de navolgende paragrafen per categorie samengevat.

4.3.1 C - Opslag verpakte gevaarlijke stoffen

De volgende algemene geldende uitgangspunten zouden redelijkerwijs van toepassing moeten zijn op alle categorie C inrichtingen:

- alles moet voldoen aan PGS 15;
- ADR-verpakkingen zijn tot op zekere hoogte robuust maar bijvoorbeeld bij instorten stelling of gebouw of vallen vanaf hoogte zal een ADR-verpakking beschadigen en zal gevaarlijke stof vrijkomen.
- maximale emballage 1.000 kg. Soms kleine tanks. IBC max 1 m³;
- indien het volume van de verpakkingseenheid klein is heeft dit een positief effect op de kans dat bij instorten gebouw direct een grote oncontroleerbare situatie ontstaat;
- voor opslagen vallend onder categorie C lijken de risicocontouren en effectafstanden gekoppeld te zijn aan scenario waarbij brand ontstaat en giftige wolken ontstaan. De integriteit van eventueel aanwezige blusinstallaties wordt hiermee van belang. Er is vastgesteld dat niet aangenomen kan worden dat deze integriteit gewaarborgd is bij een zware aardbeving;
- voor enkele inrichtingen geldt dat opslag plaatsvindt in kluis. Dit is geen verblijfsruimte en er is geen sprake van continue werkzaamheden. Dit verlaagt de waarschijnlijkheid van consequenties voor menselijke veiligheid;
- bij opslag in stellingen gelden risico's door omvallen/instorten van stellingen en vallende objecten (verpakkingen vallen uit stelling). Er geldt echter dat stellingenbouwvergunning plichtig zijn bij opslag van gevaarlijke stoffen. Dit geldt zeker bij buiten opslag. Het is niet duidelijk in hoeverre hier voor alle

- beschouwde inrichtingen op gehandhaafd wordt door bevoegd gezag. Dit kan worden meegenomen bij beoordeling van specifieke inrichtingen aan de hand van een checklist;
- uitgangspunt is dat brandbestendigheid van een gebouw geen indicator is voor constructieve integriteit van een gebouw bij aardbeving;
 - met het oog op milieurisico's zal in sommige gevallen sprake zijn van specifieke vloeistof kerende of vloeistofdichte vloeren. Voor de risico inschatting kan echter worden aangenomen dat ook constructief sterke vloeren (bijvoorbeeld belast door heftrucks) onderhevig zijn aan dusdanige eisen (sterkte, scheurvorming) dat deze daardoor ook impliciet 'vloeistofdicht' zijn. Uitgangspunt hierbij is dat de vloer in takt blijft bij aardbeving.

Een beschouwing per inrichting is gepresenteerd in tabel 4.7. De beoordeling heeft enkel betrekking op risico's gekoppeld aan vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stof.

Tabel 4.7 Inschatting mogelijke risico's per inrichting voor categorie C

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
4527	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, < 10.000 kg ODG: -	vergelijkbaar met 4608, maar dan kleinere opslag	nader te bepalen na beoordeling 4608.
4555	RK: opslag zouten, hoeveelheid onbekend ODG: smelterij, zouten voor afdekken van metalen in productieproces, opslag waarschijnlijk in bulk of in zakken	in geval van opslag van zouten in zakken waarschijnlijk gering risico en indien aanwezig gekoppeld aan brand	inrichtinghouder laten bevestigen wat mogelijke consequenties zijn bij beschadigen verpakking
4585	RK: opslag gevaarlijke stoffen, 92.000 kg ODG: restchemicaliën van medicijnproductie, grote hoeveelheden tot 250000 kg	niet mogelijk om zonder aanvullende informatie een redelijke risico inschatting te kunnen maken	vaststellen risico waarbij de algemene checklist als hulpmiddel kan worden gebruikt.
4608	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, 200.000 kg ODG: producten die doorverkocht worden aan loonwerken en boer, ADR verpakkingen op pallets, soms vaten tot max 200 l (bijv. round up), veelal max 15 l, staat in stellingen, locatie midden in bebouwing, vaste brandbestrijdingsinstallatie.	van alle inrichtingen die bestrijdingsmiddelen opslaan is dit waarschijnlijk de meest kritische gezien omvang opslag en locatie. Indien geen brand ontstaat omgevingsrisico beperkt. Arbeidsveiligheid afhankelijk van integriteit stellingen en gebouw en risico op vallende verpakkingen	beoordelen m.b.v. algemene checklist
4612	RK: stof onbekend, 32.000 kg ODG: 25 m ³ CO ₂ , opslag in reservoir, geen verdere details	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	beoordelen m.b.v. algemene checklist
4623	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, 10.000 kg ODG: vergelijkbaar met 4608, opgeslagen hoeveelheden veel kleiner, mogelijk een schuiminstallatie maar niet zeker	vergelijkbaar met 4608, risico's gezien kleinere hoeveelheden waarschijnlijk kleiner of vergelijkbaar	nader te bepalen na beoordeling 4608.
4846	RK: opslag gewasbeschermingsmiddelen, 100.000 kg ODG: vergelijkbaar met opslag bestrijdingsmiddelen, locatie zorgt voor beperkt omgevingsrisico, vergunning blijktbaar tot 100.000 kg maar opslag in werkelijkheid veel kleiner	vergelijkbaar met 4608	nader te bepalen na beoordeling 4608.
4931	RK: opslag toxische stoffen, 15.000 kg	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	beoordelen m.b.v. algemene checklist

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
	ODG: 10.000 kg stof onbekend, 1.000 kg organische peroxiden, 200 kg vaste brandbare stoffen, PGS 15 opslagen		
5965	RK: Milieustraat met KGA, KCA en verfesten depots, > 100.000 kg ODG: hoeveelheid waarschijnlijk incorrect, wel relatief grote milieustraat maar niet de hoeveelheden volgens RK, opslag in één gebouw gesitueerd	opslagvoorzieningen conform PGS uitgevoerd. Verpakkingsgrootte beperkt. Risico's bij aardbeving voor omgeving gering	geen
11530	RK: PGS 15 opslag kwikhoudend radioactief slib, 30.000 kg ODG:	ongeveer 12 m3 in vaten opgeslagen in een bunker, BRZO inrichting, in buitengebied, verpakking bij opslag IMDG en ADR. Risico op verspreiding door aardbeving wordt ingeschat als zijnde zeer klein	geen
12024	RK: stof onbekend, 11.000 kg ODG: CO ₂	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	beoordelen m.b.v. algemene checklist
13026	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, 10.000 kg ODG: vergelijkbaar met 4608, maar veel kleinere opslag en minder hoge stellingen	vergelijkbaar met 4608	nader te bepalen na beoordeling 4608.
13031	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, 100.000 kg ODG: vergelijkbaar met 4846, waarschijnlijk geen brandbestrijdingsinstallatie	vergelijkbaar met 4608	nader te bepalen na beoordeling 4608.
13032	RK: opslag bestrijdingsmiddelen, 2.500 kg ODG: onbegrip waarop deze binnen scope onderzoek valt, groot agrarisch bedrijf maar geen handel	risico's bij aardbeving gering	geen
13053	RK: geen informatie ODG: betreft een KGA depot	vergelijkbaar met 5965, risico's bij aardbeving voor omgeving gering	geen
16815	RK: accu opslag, 10.000 kg ODG: schrootbedrijf, 1 container met accu's	risico's bij aardbeving gering	geen
20820	RK: opslag toxische stoffen, 72.000 kg ODG: relatief grote hoeveelheden opslag van uiteenlopende gevaarlijke stoffen	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	zoveel opslag bij professioneel bedrijf dat het logisch zou zijn om verzoek in te dienen bij bedrijf om risicoanalyse/inventarisatie aan te leveren met behulp van checklist

* RK = Risicokaart, ODG = Omgevingsdienst Groningen.

Voorgestelde criteria voor checklist:

- vraag opnemen of vrijkomen van opgeslagen gevaarlijke stof bij beschadigen ADR-verpakking direct een significant veiligheidsrisico oplevert;
- vraag opnemen wat de frequentie van beschadigen onder normale operatie is met als doel om in te schatten in hoeverre een aardbeving een significante risicobijdrage kan leveren.

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- zie tabel 4.7 voor aanbevolen nadere stappen per inrichting;
- er is sprake van een aantal inrichtingen waar op basis van de huidige informatie geen goede risico inschatting gemaakt kan worden. Nadere afstemming met inrichting houder kan wellicht meer helderheid geven over noodzaak voor vervolg.

Overige opmerkingen

Voor categorie C zijn geen resterende opmerkingen.

4.3.2 L - ontplofbare stoffen (L1 + L2)

De volgende algemene geldende uitgangspunten zouden redelijkerwijs van toepassing moeten zijn op alle categorie L inrichtingen:

- ontplofbare stoffen zoals kruit en munitie hebben een zekere mate van schokbestendigheid. Dit volgt uit de eisen van ref. [9], welke voorschrijft dat fysische en chemische stabiliteit van het pyrotechnische artikel in alle normale te verwachten omstandigheden gewaarborgd dient te zijn. Aangezien deze stoffen/artikelen ook vervoerd kunnen worden van en naar een opslaglocatie maar ook worden aangenomen dat enkel trillen bij aardbeving niet tot ontploffen zal leiden. Er wordt aangenomen dat deze bestendigheid in ieder geval geldt voor niet verbroken verpakkingen. Deze aanname zou middels de checklist getoetst kunnen worden bij de locatieverantwoordelijke, aangezien deze een volledig beeld hebben van de opgeslagen artikelen;
- PGS 32 eisen aan opslagen zouden risico op brand en explosie onder alle omstandigheden en daarmee ook onder aardbeving moeten afdekken. Deze check kan opgenomen worden in checklist en op deze manier worden geconcretiseerd;
- het is in alle gevallen vereist dat de integriteit van het gebouw waarin de opslag plaatsvindt gewaarborgd is bij een zware aardbeving.

Een beschouwing per inrichting is gepresenteerd in tabel 4.8. De beoordeling heeft enkel betrekking op risico's gekoppeld aan vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stof.

Tabel 4.8 Inschatting mogelijke risico's per inrichting voor categorie L1/L2

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
23217	RK: type explosief L2, verder geen informatie, hoeveelheid opslag onbekend. ODG: betreft explosieven voor civiel gebruik, vraagtekens rondom brandveiligheid van de locatie	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie. Ligging van de inrichting is gezien omliggende bedrijven risicovol	beoordelen m.b.v. algemene checklist
23396	RK: type explosief L2, verder geen informatie, hoeveelheid opslag onbekend. ODG: betreft explosieven voor civiel gebruik	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie.	beoordelen m.b.v. algemene checklist
23400	RK: type explosief L2, 2.000 kg opslag, opslag in kluis ODG: betreft wapengroothandel in Groningen stad	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	beoordelen m.b.v. algemene checklist
23518	RK: type explosieven L1 (750.000 munitiepatronen) en L2 (220 kg rookloos kruit). Voor munitiepatronen geen informatie over opslagvoorziening, rookloos kruit opgeslagen in bunker ODG: geen nadere informatie	niet mogelijk op basis van beschikbare informatie	beoordelen m.b.v. algemene checklist

* RK = Risicoaart, ODG = Omgevingsdienst Groningen.

Voorgestelde criteria voor checklist:

- integriteit van constructie gebouw opslag tijdens aardbeving;
- controle of wordt gehandhaafd op PGS-eisen ter voorkoming van brand en explosie;
- vraag aan inrichting houder opnemen of locatieverantwoordelijk persoon zelf mogelijke risico's zien in relatie tot aardbeving. Gegeven de beperkte beschikbare informatie geeft alleen deze aanpak mogelijk meer duidelijkheid.

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- beoordeling van alle inrichtingen uit categorieën L1 en L2 op basis van checklist.

Overige opmerkingen

Voor categorieën L1/L2 zijn geen resterende opmerkingen.

4.4 N-overig - gevaarlijke of giftige gassen en vloeistoffen die gassen kunnen vormen

Onder N-overig wordt verstaan alle NXX-inrichtingen, niet zijnde N2, N8, N9, N13, of N14. Hieronder vallen gegeven de door de Nationaal Coördinator Groningen aangeleverde lijst inrichtingen in de categorieën N1, N4, N6, N10, N21, N23 en N24.

De volgende algemene geldende uitgangspunten zouden redelijkerwijs van toepassing moeten zijn op alle categorie N inrichtingen:

- alles moet voldoen aan PGS-richtlijnen voor veilige opslag;
- N1: oxiderende gassen: het betreft hier inrichtingen met opslag zuurstof in een tank. Voor deze tanks geldt PGS9. Het betreft zuurstof dat cryogeen of onder druk wordt opgeslagen in een meestal verticaal opgestelde tank;
- N4: dit betreft inrichtingen met grote hoeveelheden gasflessen. Voor de opslag van deze flessen geldt in principe PGS 15, met als belangrijke eis (in relatie tot aardbevingen), dat de flessen moet worden vastgezet aan de wand van de opslag om omvallen te voorkomen;
- N6: dit betreft inrichtingen met opslag van giftige gassen, in dit geval zwaveldioxide en wordt veelal onder druk opgeslagen. Hiervoor geldt PGS 10 voor de opslag van het gas, waarbij wordt opgemerkt dat deze richtlijn uit 2005 stamt;
- N10: opslag van brandbare vloeistoffen in bovengrondse tanks. Het betreft hierbij grootschalige opslag van diesel; hiervoor geldt dat de tanks en de opvangvoorzieningen (in geval van lekkage) moeten voldoen aan PGS 29 > 150 m³ tanks) of PGS3 0 (<150 m³ tanks). Deze richtlijnen zijn recent volledig vernieuwd. De opvangvoorziening moet de inhoud van een volledige tank kunnen bevatten;
- N21: stofexplosies: dergelijke inrichtingen moeten, overigens net als andere inrichtingen, voldoen aan de Europese eisen ter voorkoming van stofexplosies, zoals vastgelegd in ATEX regelgeving. Conform deze regelgeving moeten ontstekingsbronnen in het gebied waar stofexplosies zouden kunnen ontstaan worden voorkomen of moeten voldoen aan eisen;
- N23: opslag van houten pallets: hiervoor gelden geen specifieke richtlijnen;
- N24: geparkeerde vervoerseenheden: hiervoor gelden geen specifieke richtlijnen. Wel is het zo dat als er meer dan 3 vervoerseenheden met gevaarlijke stoffen tegelijk aanwezig kunnen of voertuigen langer dan 24 uur worden geparkeerd (exclusief weekenden), de inrichting vergunningplichtig is in het kader van de Wabo, (milieu) en dat het bevoegd gezag dan voorschriften kan opnemen over (het opstellen van) deze vervoerseenheden.

Een beschouwing per inrichting is gepresenteerd in tabel 4.9. De beoordeling heeft enkel betrekking op risico's gekoppeld aan vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stof.

Tabel 4.9 Inschatting mogelijke risico's per inrichting voor categorieën N-overig

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
4843	RK: opslag SO ₂ , 720 kg ODG: twee SO ₂ vaten, 492 kg per stuk, 1 aangesloten 1 reserve, in een container, conform PGS10, deuren container zelfsluitend en onder normale omstandigheden gesloten	de inschatting is dat hier sprake is van een beperkt risico, gezien de PGS 10 eisen waaraan de opslag waarschijnlijk zal voldoen	controle of vaten vastgezet staan. Nagaan bij ODG hoe grote effectafstand 1 % lethaliteit ontstaat
5974	RK: zuurstofopslag, hoeveelheid 100,000, eenheid onbekend ODG:-	aangezien de opslag zuurstof betreft is de inschatting dat hier geen sprake is van een risico.	navragen bij inrichtinghouder

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
		Exacte locatie van zuurstof opslag echter onbekend. Daardoor geen duidelijkheid of in geval van LoC zuurstof nadelige secundaire effecten kunnen ontstaan	
5992	RK: zuurstofopslag, hoeveelheid 26,000, eenheid onbekend. Waterstof opslag, hoeveelheid onbekend. ODG: aanvoer waterstof met vrachtauto in gasflessen. Waarschijnlijk kleine doorzet, maar exacte hoeveelheid onbekend. Opstelling van de gasflessen ook onbekend.	zuurstof opslag in zichzelf niet risicovol. Controle op opstelling waterstof en zuurstof nodig om zeker te kunnen stellen dat bij gecombineerd vrijkomen (aardbeving kan common cause voor beide zijn) geen gecombineerde ontsteking kan ontstaan	controle bij inrichtinghouder
11499	RK: opslag SO ₂ , 2x 700 kg ODG: opslag in 25 kg zakken	de inschatting is dat hier sprake is van een beperkt risico aangezien vaste stof in zakken op pallet bij vrijkomen (beschadiging zakken) geen grote consequenties heeft	geen
11856	RK: bovengrondse opslag van brandstoffen ODG: opslag van diesel en gasolie, niet explosief. Tankput kan waarschijnlijk falen van 1 tank bergen. Common cause scenario wordt hierdoor niet ondervangen. Opslag voldoet waarschijnlijk aan PGS 29 o.b.v. volumes. Of ze voldoen aan nieuwe PGS 29 is echter onbekend. Er wordt een nieuwe woonwijk gerealiseerd naast locatie.	de sterkte van de opslagtanks is onbekend. Aangezien opslag diesel en gasolie betreft waarschijnlijk niet direct een veiligheidsrisico bij falen van 1 tank. Bij falen van meerdere tanks is dit niet meer te zeggen en ontstaan mogelijke onacceptabele veiligheid in milieu risico's	contact zoeken met inrichtinghouder en nagaan welke controles al zijn uitgevoerd. Mogelijk nodig om tanks afzonderlijk te beoordelen
12005	RK: 3 slibgranulaat silo's a 200 m ³ met stofexplosie risico ODG: naast waterzuivering, drogen van slib vanuit zuivering.	aardbeving kan leiden tot vallende objecten en daarmee opwervelen van vaste stof. Echter, dit kan (en zal veel vaker) ook het gevolg zijn van andere oorzaken, bijvoorbeeld vallende objecten door operatie, tocht, dichtslaan deuren, etc. Daarmee wordt ingeschat dat gezien de kleine kans van voorkomen van zware bevingen dit geen significante risicobijdrage geeft	indien wordt gehandhaafd of onder normale operatie aan eisen gesteld in ref. [10] wordt voldaan lijkt specifiek voor aardbevingen geen aanvullende actie vereist
12097	RK: opslag zuurstof 26.300 l. ODG: -	inrichting valt buiten 0,04 g dreiging contour	geen
12477	RK: diverse silo's voor graanproducten, hoeveelheid 122.950, eenheid onbekend ODG: -	zie 12005	indien wordt gehandhaafd of onder normale operatie aan eisen gesteld in ref. [10] wordt voldaan lijkt specifieke voor aardbevingen geen aanvullende actie vereist

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
16798	RK: buitenopslag houten pallets ODG: -	houten pallets worden niet gezien als gevaarlijke stoffen	geen
17716	RK: cryogene zuurstofopslag 12,3 m ³ . ODG: -	aangezien de opslag zuurstof betreft is de inschatting dat hier geen sprake is van een risico. Exacte locatie van zuurstof opslag echter onbekend. Daardoor geen duidelijkheid of in geval van LoC zuurstof nadelige secundaire effecten kunnen ontstaan	navragen bij inrichtinghouder.
18543	RK: geparkeerde trailers ODG:	inrichting valt waarschijnlijk onder categorie F. Standzekerheid van trailers is bij aardbevingen niet in het geding	geen
18596	RK: buitenopslag houten pallets ODG: -	houten pallets worden niet gezien als gevaarlijke stoffen	geen
20864	RK: gasflessendepot, 12.000 gasflessen ODG: op verschillende locaties op het UMCG terrein vindt opslag van gassen plaats. Opslag (cryogeen) van zuurstof, stikstof en koolzuur in grotere containers (6.000 - 11.000 l) en daarnaast een variëteit aan overige medische gassen in kleinschalige drukhouders. Conform aangeleverde informatie voldoen opslagen aan PGS 9 en PGS 15.	standzekerheid van opstelling gasflessen onbekend. Ook constructieve integriteit bij aardbeving van gebouwen waarin opslag plaatsvindt onbekend. Exacte aanwezige gassen onbekend en daarmee onbekend of bijv. explosie kan ontstaan. Mogelijk daarnaast onacceptabele secundaire effecten als bij beschadigen/instorten gebouw voorraad gasflessen onbruikbaar wordt	in overleg treden met inrichtinghouder over welke toetsen reeds uitgevoerd zijn. Mogelijk vervolg noodzakelijk.
20971	RK: gasflessendepot, 50.000 gasflessen ODG: sprake van veel minder grote hoeveelheid gasflessen. Daarnaast betreft het voornamelijk zeer kleine verpakkingen zoals tubes, potjes, blikken, bussen, flessen.	risico indien geen brand uitbreekt lijkt hiermee niet anders dan algemeen geldende risico's bij brand	beoordelen conform checklist algemeen met aandacht voor risico op ontstaan brand
23605	RK: opslag giftige gassen, hoeveelheid 7.000 en 8.000, eenheid onbekend ODG: - niet gebouwd	n.v.t.	geen
23616	RK: opslag dieselolie ten behoeve van noodstroomaggregaten, 150.000 l ODG: 81 aggregaten met eigen kleinschalige opslag (ADR container per aggregaat).	de inschatting is dat hier sprake is van een beperkt risico aangezien het kleinschalige opslag van dieselolie betreft	geen

* RK = Risicokaart, ODG = Omgevingsdienst Groningen.

Voorgestelde criteria voor checklist:

- voor inrichtingen waar mogelijk sprake is van stofexplosie risico opnemen in checklist of wordt gehandhaafd conform ref. [10].

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- voor aanbevelingen nadere stappen per individuele inrichting wordt verwezen naar tabel 4.9;
- sommige bedrijven lijken groot genoeg voor BRZO (11856, 22139, 21651). Er wordt aanbevolen om na te gaan of deze hiermee passen binnen de scope van het huidige onderzoek of dat deze conform de gebruikelijke systematiek voor BRZO bedrijven beoordeeld dienen te worden.

Overige opmerkingen

Voor categorieën N-overig zijn geen resterende opmerkingen.

4.4.2 F - Vervoersbedrijf

Slechts 1 inrichting van de door NCG aangeleverde lijst met ~200 bedrijven is aangemerkt als categorie F - vervoersbedrijf. De beschouwing voor deze inrichting is weergegeven in tabel 4.10. De beoordeling heeft enkel betrekking op risico's gekoppeld aan vrijkomen van de opgeslagen gevaarlijke stof.

Tabel 4.10 Inschatting mogelijke risico's per inrichting voor categorieën N-overig

RRGS id	Informatie *	Beoordeling	Vervolg
17207	RK: opgeslagen stof en hoeveelheid onbekend, QRA uitgevoerd ODG: -	niet mogelijk om zonder aanvullende informatie een redelijke risico inschatting te kunnen maken	navragen bij inrichtinghouder.

* RK = Risicokaart, ODG = Omgevingsdienst Groningen.

Voorgestelde criteria voor checklist

Voor categorie F volgen geen specifieke criteria voor de checklist.

Aanbevelingen voor nadere stappen:

- voor aanbevelingen nadere stappen per individuele inrichting wordt verwezen naar tabel 4.9.
- sommige bedrijven lijken groot genoeg voor BRZO (11856, 22139, 21651). Er wordt aanbevolen om na te gaan of deze hiermee passen binnen de scope van het huidige onderzoek of dat deze conform de gebruikelijke systematiek voor BRZO bedrijven beoordeeld dienen te worden.

Overige opmerkingen

Voor categorie F zijn geen resterende opmerkingen.

5

CHECKLISTS EN PILOTS

5.1 Aanpak en doelstelling

Voor de vier veel voorkomende objecttypen (K, B, N13/N14, D) is getracht een specifieke checklist te ontwikkelen. Deze checklist bestaat uit een vragenlijst om informatie in te winnen en een kwalitatieve risico beoordeling.

Tijdens de pilots is gebleken dat voor objecttype B, zijnde de LPG-tankstations, een checklist geen toegevoegde waarde heeft als aanvulling op de risicobeoordeling zoals tot stand gekomen in de risicosessies. Er wordt voorgesteld om voor dit objecttype een protocol te ontwikkelen. Deze afweging wordt in meer detail beschreven in sectie 5.4.

Met betrekking tot de checklists geldt dat de vragenlijst is opgezet bestaande uit een meer generiek deel I en een meer specifiek deel II. Een deel III biedt daarnaast ruimte voor de gebruikers om zelf potentiële scenario's aan te geven middels open vragen.

Deze opzet is gekozen om het voor bevoegd gezag mogelijk te maken het generieke deel van de checklist ook te gebruiken om voor inrichtingen/installaties van andere categorieën/objecttypen meer duidelijkheid te krijgen. Het specifieke deel van de checklist is gekoppeld aan de resultaten van de risicosessies uitgevoerd als onderdeel van de huidige studie.

De beoogde doelstellingen van de checklist zijn als volgt:

- 1 het faciliteren van gestructureerd inwinnen van informatie over de installaties met gevaarlijke stoffen en hun omgeving, voor objecttypen niet zijnde K, N13/N14 en D (deel I);
- 2 het maken van een kwalitatieve risico-inschatting op basis van de als kritisch beoordeelde scenario's zoals vastgesteld tijdens de risicosessie, voor objecttypen K, N13/N14 en D (deel I, II en IV);
- 3 bewustwording van gebruiker met betrekking tot mogelijk risico's voor de opslag door aardbevingen (deel II en III);
- 4 het herkennen van de kritische parameters die mogelijk zorgen voor een verhoogd risico en het inzichtelijk maken van mogelijk handelingsperspectief (deel IV).

De kwalitatieve risico-inschatting heeft alleen betrekking op risico's voor personen en omgeving gerelateerd aan het vrijkomen van gevaarlijke stoffen als gevolg van een aardbeving.

Het gebruik van de checklists is getest in de vorm van pilots bij een viertal inrichtingen (1 per objecttype). Uit deze pilots zijn benodigde aanpassingen en mogelijke verbeteringen van de checklists naar voren gekomen. Deze zijn vervolgens verwerkt om te komen tot definitieve versies van de checklists. Tevens is in deze fase geconstateerd dat voor objecttype B geen checklist nodig is.

5.1.1 Inwinnen van informatie

De informatie wordt als vragenlijst opgevraagd bij de gebruiker van de checklist. De vragen hebben betrekking op onder andere:

- algemene vragen voor alle installaties:
 - contactgegevens en locatie van bedrijf;
 - de aard en hoeveelheden van de opgeslagen stof(fen) bij het bedrijf;
 - aanwezigheid en staat (inclusief bouwjaar) van de opslag en eventueel gebouwen en/of stellingen waarin de stoffen zijn opgeslagen;
 - aanwezige veiligheids- en beheersystemen, voorgeschreven door bijvoorbeeld PGS-richtlijnen;
 - aanwezigheid van personen in de nabijheid van de installatie;
- specifieke vragen per objecttypen;
- een open vraag naar de locatie specifieke potentiële aardbevingsgerelateerde risico's waar de checklist mogelijk niet in voorziet;

De gebruikers van de checklist vullen deze vragen in voor zover mogelijk. Op deze manier hebben alle partijen meer informatie dan nu voorhanden. De vragen in de checklists zijn opgesteld zodat specifieke kennis over aardbevingen niet noodzakelijk is. Deze vertaalslag wordt door de checklist gedaan. Wel is kennis van de betreffende installatie een pré om tot de juiste gegevens te komen. De vragen bieden de optie om 'onbekend' in te vullen, maar hieraan wordt de grootste invloedfactor gekoppeld waardoor ook het risico hoger wordt ingeschat. Hoe meer informatie beschikbaar is, hoe beter het risico kan worden ingeschat. De checklist bieden daarom ook ruimte voor extra toelichting en aantekeningen voor een nadere beoordeling, anders dan de kwalitatieve risico-inschatting van de checklist.

5.1.2 Kwalitatieve risico-inschatting

De opgevraagde informatie heeft betrekking op de waarschijnlijkheid of consequentie van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Aan elk van deze parameters kan een invloedfactor worden toegekend. Zo zullen de constructieve staat van de opslag en constructie een invloed hebben op de waarschijnlijkheid. Het aantal aanwezige personen binnen de terreingrens en de aanwezige veiligheids- en beheersystemen hebben daarentegen invloed op de consequenties.

Vanwege de verschillen tussen de verschillende installaties en bedrijven, zal er ook een ander risico zijn gegeven een bepaald scenario van vrijkomen van gevaarlijke stoffen door een aardbeving. De checklist vertaalt de ingevoerde informatie naar invloedfactoren om dit risico per bedrijf te kunnen beoordelen.

Bij de kwalitatieve risico-inschatting wordt door de checklists geleverd voor scenario's welke tijdens de risicosessie als geel of rood zijn ingeschat.

Tabel 5.1 geeft een nadere toelichting hoe deze scenario's zijn opgenomen in de checklist. Scenario's die tijdens de risicosessie met een zeer laag risico zijn beoordeeld worden niet in de checklist behandeld. Op basis van de risicosessie kan reeds worden geconcludeerd dat het risico verwaarloosbaar klein is.

Tabel 5.1 Beschouwde risico's in checklist zoals geïdentificeerd in risicosessie.

Scenario ID	Categorie	Beknopte omschrijving	Score risicosessie	Beschouwing in checklist
1.2	K	kantelen propaantank	blauw	nee, vanwege gestandaardiseerde geometrie van tanks wordt ingeschat dat het risico nooit groter dan blauw kan worden. Om deze reden niet in checklist opgenomen
1.3	K	afbreken appendages propaantank door vallende objecten	blauw	nee, wordt bij scenario 1.5 in checklist beschouwd vanwege zelfde oorzaak (falen leiding of appendage) en hoger risico
1.4	K	scheuren/afbreken leiding van propaantank	blauw	nee, wordt bij scenario 1.5 in checklist beschouwd vanwege zelfde oorzaak

Scenario ID	Categorie	Beknopte omschrijving	Score risicosessie	Beschouwing in checklist
				(falen leiding of appendage) en hoger risico
1.5	K	scheuren/afbreken leiding van propaantank	geel	ja
1.6	K	scheuren/afbreken leiding bij doorvoer gebouw	geel	ja
2.7	B	scheuren/afbreken ondergrondse LPG leiding	blauw	nee, wordt bij scenario 2.9 in checklist beschouwd vanwege zelfde oorzaak (falen ondergrondse leiding) en hoger risico
2.8	B	scheuren/afbreken ondergrondse LPG leiding	blauw	nee, wordt bij scenario 2.9 in checklist beschouwd vanwege zelfde oorzaak (falen ondergrondse leiding) en hoger risico
2.9	B	scheuren/afbreken ondergrondse LPG leiding	geel	ja
3.1	N13/N14	vrijkomen plas chloorbleekloog	blauw	nee
3.2	N13/N14	vrijkomen plas chloorbleekloog	blauw	nee
3.3	N13/N14	vrijkomen chloorgas	rood	ja
5.2	D	leegstromen vat ammoniak in machinekamer	geel	ja
5.3	D	leegstromen vat ammoniak naar omgeving	rood	ja

Met de checklist kan worden beoordeeld of de gedefinieerde risico inderdaad waarschijnlijk zijn bij een bedrijf of dat deze kunnen worden uitgesloten.

De risicosessie vormt de input voor de kwalitatieve risico-inschatting van de checklists. Dit betekent dat scenario's die niet zijn gedefinieerd tijdens de risicosessie, ook niet worden beoordeeld door de checklist. Wel biedt de checklist een handvat voor de algemene scenario's van LoC zoals:

- constructief bezwijken van opslag door:
 - aardbevingsbelasting op de opslagvoorziening;
 - vallende objecten op de opslagvoorziening of leidingen;
 - omvallen van de stelling waarin de opslagvoorzieningen zijn opgenomen;
 - afbreken van leidingen.

Deze scenario's zijn in principe onafhankelijk van de verschillende objecttypen uit de Risicokaart.

5.1.3 Herkennen van kritische parameters

Met de checklists kunnen de parameters worden herkend door de eigenaar/gebruiker van de installatie of door bevoegd gezag, die zorgen voor de grootste toename van het risico. Dit zijn ook de parameters waarvoor mitigerende maatregelen het meest effectief zijn en kunnen worden voorzien.

5.2 Opzet van de checklist

De checklist is opgezet in MS Excel en bestaat uit de volgende tabbladen.

Tabblad 'Invoer'

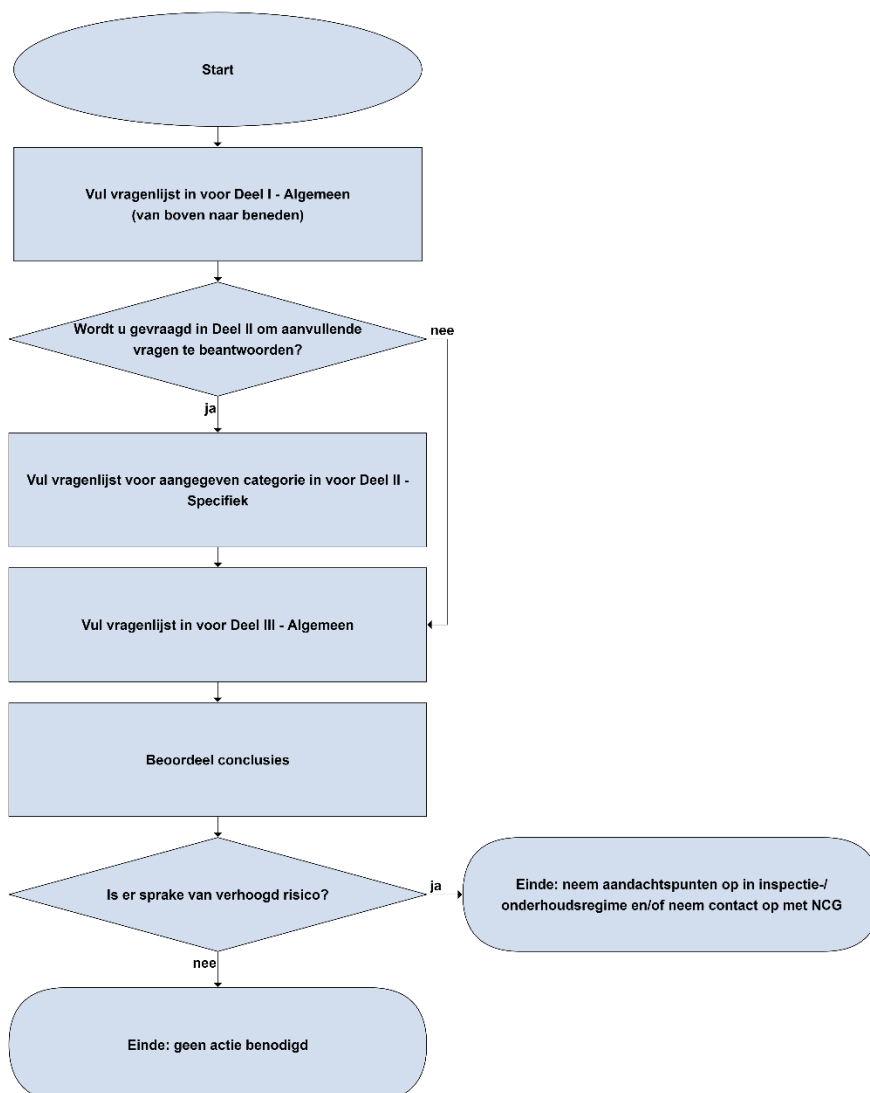
Het tabblad invoer begint met een instructie voor de gebruiker, hoe deze de checklist dient in te vullen. De vragen worden van boven naar beneden doorlopen door de gebruiker. In kolom A staan de vragen. In kolom B staan primair keuzevelden die de gebruiker dient te selecteren (bijvoorbeeld de type stof, hoeveelheden, functie van omgeving). De vragen heb dus een gesloten vorm. Kolom C geeft een toelichting op de gemaakte keuze ter ondersteuning van de gebruiker. In kolom D heeft de gebruiker de mogelijkheid om opmerkingen en aantekeningen toe te voegen. De checklist doet hier niets mee, maar de informatie is voor de gebruiker en bijvoorbeeld bevoegd gezag.

De vragen zijn onderverdeeld in een:

- deel I algemeen: deze vragen zijn van toepassing op alle installaties;
- deel II specifieke aandachtspunten per categorie Risicokaart;
- deel III overige scenario's.

Het volgende stroomschema (ook opgenomen in de checklist) laat zien.

Afbeelding 5.1 Stroomschema voor invullen vragen en op versturen van checklist



Onderaan het tabblad invoer volgt direct het resultaat van de checklist. Het resultaat wordt weergegeven in de vorm van een risicoclassificatie uit de gehanteerde risicomatrix (hoog risico = rood, middelhoog risico = geel, laag risico = blauw). Daarbij worden vervolgens de invloedsfactoren weergegeven die zorgen voor een significante bijdrage aan een verhoging van het risico. Dit biedt de gebruiker van de checklist de mogelijkheid hier direct inzicht in te krijgen en mogelijk actie op te ondernemen. De checklist geeft de gebruiker ook specifieke aanbevelingen terug om het risico te reduceren. Deze aanbevelingen zijn niet-limitatief maar bieden de gebruiker een handreiking.

Tabbladen 'Lijsten algemeen'

Dit tabblad bevat de verschillende keuze opties voor Deel I Algemeen van de checklist en een vertaling van de antwoorden naar invloedsfactoren.

Dit tabblad is verborgen voor de gebruikers.

Tabbladen 'Lijsten specifiek K, B N13&N14 en D'

Deze tabbladen bevatten de verschillende keuze opties voor Deel II Specifieke aandachtspunten per categorie Risicokaart van de checklist en de daarbij behorende vertaling naar invloedsfactoren.

In dit tabblad wordt dieper ingegaan op bepaalde specifieke scenario's voor de 4 genoemde categorieën.

Ook dit tabblad is verborgen voor de gebruikers.

Tabblad 'Risicomatrices'

Dit tabblad bevat de risicomatrices voor arbeidsveiligheid (bedrijfsrisico's) en de omgeving, zoals toegelicht in sectie 4.1.4. Deze worden gebruikt bij de risicobeoordeling door de checklists.

Ook dit tabblad is verborgen voor de gebruikers.

Tabblad 'Risicobeoordeling'

In het laatste tabblad wordt de kwalitatieve risicobeoordeling gemaakt van de in de risicosessie beschouwde kritische scenario's. Elke scenario heeft een base case, bestaande uit een waarschijnlijkheid en consequenties conform de risicomatrix. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de beide risicomatrices (publiek en on-site).

De waarschijnlijkheid (kans van optreden van het scenario) is semi-kwantitatief onderverdeeld in 7 klassen overeenkomstig de risicomatrix. Idem voor de consequenties in 5 klassen.

Op basis van de invloedsfactoren wordt het betreffende scenario beoordeeld voor het specifieke bedrijf. Hierbij wordt (net als in de risicomatrix) het principe van 'risico = waarschijnlijkheid x consequentie' gehanteerd. Het scenario is gesplitst naar meerdere subscenario's omdat er verschillende oorzaken van LoC door constructief falen zijn, zie ook de opsomming aan het einde van sectie 5.1.2.

De invloedsfactoren differentiëren het algemeen gedefinieerde scenario (base case) naar elke individuele installatie en/of bedrijf. De checklist beoordeeld of er vakjes (in nadelige richting) worden opgeschoven. Daarbij wordt wederom getoetst aan de risicomatrix om te kunnen beoordelen of het risico (on)acceptabel is. In formulevorm:

$$R = W \times C$$

$$W = W_{\text{basecase}} + \sum W_i$$

$$C = C_{\text{basecase}} + \sum C_i$$

Hierin is:

R = de semi-kwantitatieve risicobeoordeling (positie in risicomatrix);

W = de semi-kwantitatieve score van de waarschijnlijkheid (0 tot 7);

C = de semi-kwantitatieve score van de consequenties (0 tot 5);

W_{basecase} = score waarschijnlijkheid scenario uit de risicomatrix;

- ΣW_i = de som van de invloedsfactoren voor waarschijnlijkheid (deze kunnen positief of negatief zijn);
- C_{basecase} = score consequentie scenario uit de risicomatrix;
- ΣC_i = de som van de invloedsfactoren voor consequentie (deze kunnen positief of negatief zijn).

Wanneer het resultaat niet significant veranderd (zelfde vakje in risicomatrix) kan worden geconcludeerd dat het risico niet significant toe- of afneemt ten opzichte van de base case. Bij een verschuiving in negatieve richting (dus naar rechts of omhoog in de risicomatrix) geldt dat er een verhoogd risico is ten opzichte van het base case scenario. In deze gevallen is het sowieso aan te bevelen om het bedrijf nader te onderzoeken en/of over te gaan tot mitigerende maatregelen. Wanneer de uitkomst blauw wordt geldt dat het risico van het betreffende scenario voor het bedrijf lager is dan zoals ingeschat tijdens de risicosessie. Er is sprake van een acceptabel risico volgens de vastgestelde risicomatrix. Het is niet de doelstelling van de checklist om exact te berekenen wat het risico is (daar is onvoldoende kwantitatieve informatie voor beschikbaar), wel om aan te geven of het betreffende risico zich in de blauw, gele of rode zone bevindt.

In de gevallen dat het subscenario niet kan optreden laat de checklist dit zien als 'n.v.t.'. Een voorbeeld hierbij is het afscheuren van leidingen voor een bedrijf dat alleen stoffen opslaat in losse vaten. In dit voorbeeld zijn voor het bedrijf alleen subscenario's zoals het omvallen van de vaten of vallende objecten op de vaten relevant.

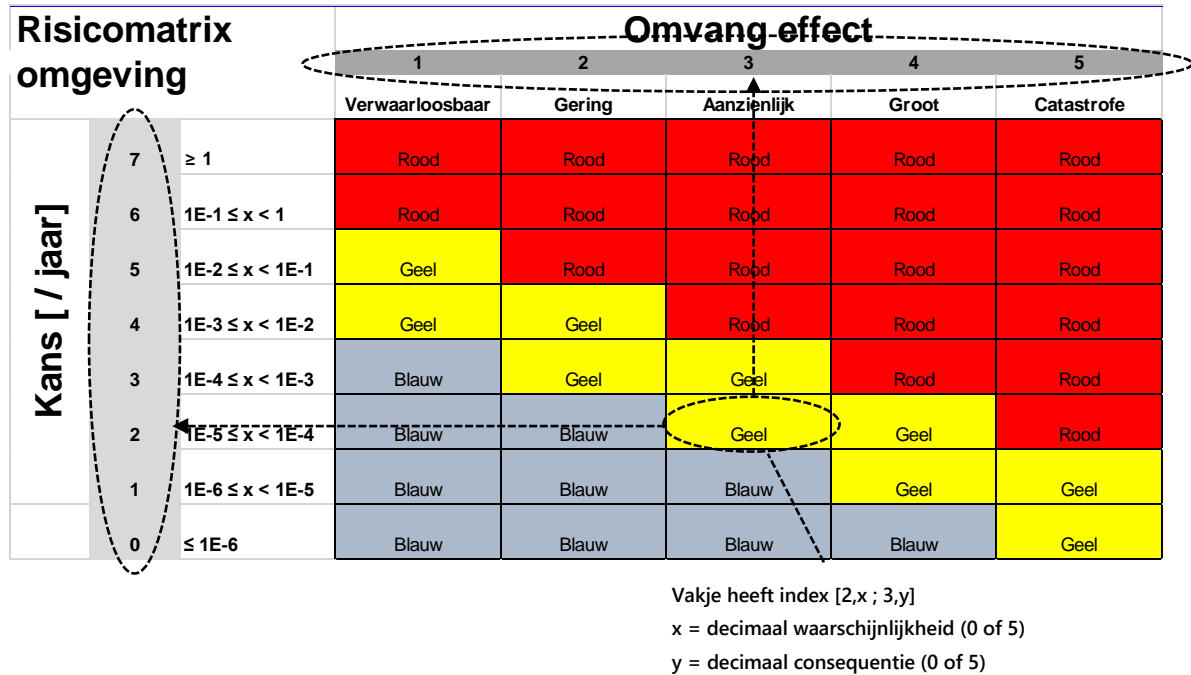
5.3 Toelichting invloedsfactoren en verschuivingen

De invloedsfactoren bepalen mede de positie van het desbetreffende scenario in de risicomatrix. In de risicobeoordeling zijn de grenswaarden overeenkomstig de index in de risicomatrix. Voor het als voorbeeld aangegeven gele vakje in afbeelding 5.2 geldt het volgende:

- de waarschijnlijkheid bedraagt $2 \leq W < 3$;
- de consequentie bedraagt $3 \leq C < 4$.

Wanneer de base case in het centrum van het vakje is ingedeeld met $W = 2,5$ en $C = 3,5$, geldt dat bij $\Sigma W_i \geq 0,5$ en/of $\Sigma C_i \geq 0,5$ er minimaal één vakje wordt opgeschoven. Een som van de invloedsfactoren $\Sigma W_i = +1$ komt dus overeen met een toename van de waarschijnlijkheid met een factor 10 en omgekeerd voor $\Sigma W_i = -1$. Op de zelfde wijze geldt een som van de invloedsfactoren $\Sigma C_i = +1$ de verhoging van 1 consequentieklaas voor persoonlijk letsel of milieu uit tabel 4.2 en omgekeerd voor $\Sigma C_i = -1$. De invloedsfactoren zijn ingeschat op een decimaal van 0 of 5 en kunnen dus zowel positief (aspecten die het risico doen toenemen) of negatief zijn (aspecten die het risico doen afnemen). Voor de aspecten die geen significante invloed hebben op waarschijnlijkheid of consequentie is simpelweg de invloedsfactor 0 toegekend.

Afbeelding 5.2 Voorbeeld semi-kwantitatieve risicobeoordeling met behulp van risicomatrix



De vakjes van de risicomatrix in verticale richting zijn semi-kwantitatief: elke verschuiving van een vakje betekend een lagere (naar beneden) of hogere (naar boven) kans met een factor 10. Dit is de achtergrond voor de invloedsfactoren van verschillende parameters op de waarschijnlijkheid van het optreden van het scenario. De verschuivingen zijn vereenvoudigd in drie mogelijke stappen (kleine invloed, middelgrote invloed, grote invloed) naar boven of beneden volgens tabel 5.2. Verdere verfijning (op een decimaal getal kleiner dan 0,5) met voldoende onderbouwing wordt op basis van de nu beschikbare informatie niet mogelijk geacht. Toekenning van de invloedsfactoren is in de meeste gevallen gebaseerd op expert judgement.

Tabel 5.2 Invloedsfactoren waarschijnlijkheid

Invloedsfactor	Beschrijving van verschuiving
-2	groot: een verschuiving van twee vakjes naar beneden in de risicomatrix = factor 100 lagere kans
-1	middelgroot: een verschuiving van één vakje naar beneden in de risicomatrix = factor 10 lagere kans
-0.5	klein: een verschuiving van een half vakje naar beneden in de risicomatrix = factor 5 lagere kans
0	basis case van scenario zoals bepaald in risicosessie OF parameter heeft geen significante invloed op waarschijnlijkheid scenario
0.5	klein: een verschuiving van een half vakje naar boven in de risicomatrix = factor 5 hogere kans
1	middelgroot: een verschuiving van één vakje naar boven in de risicomatrix = factor 10 hogere kans
2	groot: een verschuiving van twee vakjes naar boven in de risicomatrix = factor 100 hogere kans

De vakjes van de risicomatrix in horizontale richting zijn kwalitatief en zijn gekoppeld aan consequentie categorieën. De verschuiving in de risicomatrix voor invloedsfactoren van de verschillende parameters volgt direct uit de omschrijving van de consequentie voor Veiligheid (V) of Milieu (M).

5.4 Pilots

Conceptversies van de ontwikkelde checklists zijn getest met pilots bij een viertal inrichtingen. Deze inrichtingen zijn uit de categorieën van objecttype K (propanopslag), B (LPG tankstation), D (ammoniak) en N13/N14 (zwembad met opslag van chloorbleekloog). Deze rapportage beperkt zich verder tot de voornaamste constatering en leerpunten opgedaan tijdens de pilots. Voor meer informatie over de pilots kan contact worden opgenomen met Nationaal Coördinator Groningen (NCG).

5.4.1 Proces

Er is een ronde pilots gedaan waarna de concept checklists zijn verbeterd op basis van de bevindingen vanuit deze vier bezochte bedrijven/inrichtingen. Meer uitvoerige tests van de checklists bij een groter aantal bedrijven vormen geen onderdeel van de opdracht. Het is daarmee niet uitgesloten dat individuele gevallen in mindere mate aansluiten op de ontwikkelde checklists.

Tijdens de pilots zijn de inrichtingen bezocht door een team bestaande uit vertegenwoordigers van Nationaal Coördinator Groningen en Witteveen+Bos. Tijdens het bezoek is gezamenlijk een visuele beschouwing van de opslag gedaan, waarbij de locatieverantwoordelijke de lokale situatie heeft uitgelegd aan de vertegenwoordigers van NCG en Witteveen+Bos. Vervolgens is gezamenlijk de checklist ingevuld, waarbij onduidelijkheden, inconsistenties en andere onvolkomenheden zijn geïdentificeerd en zijn gerapporteerd door Witteveen+Bos. Deze informatie is vervolgens gebruikt voor verdere ontwikkeling van de checklists tot definitieve versies. Na afronding van de pilot en daaruit volgende verdere ontwikkeling van de checklists is terugkoppeling gegeven aan de pilot bedrijven/inrichtingen.

5.4.2 Pilot objecttype K - propan

De pilot bij de geselecteerde inrichting voor objecttype K heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- het is praktisch niet werkbaar om teveel karakteristieken mee te nemen middels invloedsfactoren in de risicoberekening. Het is nodig om dit aantal te beperken om de risicoberekening niet te gevoelig te maken;
- het moet heel duidelijk worden uit de checklist dat deze enkel betrekking heeft op de opslag en niet op de inrichting/het bedrijf als geheel;
- een groot aantal vragen uit deel I van de checklist zijn niet nodig voor objecttype K en moeten dan ook niet gesteld worden. Dit betekent er kan worden gewerkt met een basis checklist opzet voor alle type installaties, maar dat deze per objecttype opgeschoond moet worden om uiteindelijk effectief te zijn;
- het is beter om te vragen naar keuringsregime in plaats van daadwerkelijke moment van laatste keuring.
- vragen over PGS-certificering en ADR-verpakkingen kunnen er voor dit objecttype uit;
- waar vragen worden gesteld over aanwezigheid van personen moeten deze dusdanig geformuleerd worden dat interpretatieverschillen niet mogelijk zijn;
- vraagstelling over zettingen van gebouwen en omgeving moet beter worden geformuleerd ten behoeve van beter begrip en bewustwording bij de gebruiker;
- het is belangrijk om bij afronding van de checklist direct de uitkomst, de belangrijkste invloedsfactoren die het risico bepalen, en het handelingsperspectief weer te geven.

Deze leerpunten zijn verwerkt in de uiteindelijk opgeleverde checklists, versie 1.2, d.d. 28 mei 2020.

Met betrekking tot de mate van risico op de pilot locatie is vastgesteld dat het scenario dat leiding doorvoeren naar het gebouw (geïdentificeerd tijdens de risicosessie) een realistisch scenario betreft. Op de pilot locatie was namelijk sprake van verzakking van de grond rondom het gebouw met reeds schade aan hemelwaterafvoer tot gevolg. Dit vormt dan ook een aandachtspunt voor de propanleiding. Het gemiddelde aantal personen aanwezig in het pand waar de propan leiding naar toe gaat was in het geval van de pilot inrichting beperkt (<1). Gezien de afstand van de opslag tot nabije gebouwen/objecten was er geen sprake van een significante risicobijdrage door vallende objecten.

5.4.3 Pilot objecttype B - LPG tankstations

De pilot bij de geselecteerde inrichting voor objecttype K heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- LPG-opslag bij LPG tankstation is onderhevig aan een goed gereguleerd en strikt keuringregime. Iedere twaalf jaar wordt een grote keuring uitgevoerd. Iedere 6 jaar worden een kleine keuring uitgevoerd. Er is veelal sprake van coating en kathodische bescherming. Aanwezigheid van kathodische bescherming is afhankelijk van type ondergrond. Indien sprake van kathodische bescherming wordt deze jaarlijks gemeten en bij afwijkingen is nader onderzoek verplicht;
- leidingen zijn voorzien van epoxy coating en net als te tank onder bepaalde condities ook van kathodische bescherming;
- BRL7800 (opvolger van BRL K903) is in alle gevallen van toepassing. PGS voorziet voor LPG-tankstations enkel in procedures, niet in ontwerpen;
- op aangeven van de locatieverantwoordelijke van het pilot LPG station is contact opgenomen met de firma Meurs uit Lochem, welke zijn gespecialiseerd in ontwerp, keuring en certificering van LPG-installaties. Dit heeft de volgende inzichten opgeleverd:
 - tankwagens lossen met weerstand (tegendruk). Grote lekkages zullen daarmee opgemerkt worden;
 - vulleidingen zijn normaal gesproken afgesloten van de tank middels afsluiters;
 - bij vullen van de tank is normaal gesproken sprake van een gesloten circuit;
 - een tankwagen chauffeur kan bij vullen controleren of er sprake is van een beschadiging van de vulleiding, middels de manometer aanwezig op de tankwagen. Deze controle kan worden gedaan door de vulleiding op (beperkte) druk te zetten met LPG of stikstof en op basis van de manometer vast te stellen of er sprake is van drukverlies en dus een lekkage;
 - dit dient bij voorkeur te worden vastgelegd in een protocol welke door leveranciers als BeneGas en BkGas kan worden opgevolgd na aangeven door NCG dat een zware aardbeving is geregistreerd.

De uitkomsten van de risicosessies, gecombineerd met uitkomsten van het pilot bezoek en nader contact met Meurs maken duidelijk dat een checklist voor specifiek aardbevingsrisico's bij LPG-tankstations niet zinvol lijkt. De reeds geïmplementeerde veiligheidsmaatregelen, ontwerpvoorwaarden en procedures voor LPG-tankstations zijn goed georganiseerd. Deze leerpunten hebben er uiteindelijk voor gezorgd dat dus geen checklist is opgeleverd voor objecttype B.

De conclusie van de risicosessie is dat het meest kritische scenario betrekking heeft op lekkage uit een door aardbeving beschadigde vulleiding bij vullen vanuit de tankwagen en dit wordt bevestigd door informatie uit de pilot. Dit scenario laat zich niet goed analyseren middels een checklist en het is daarmee ook niet zinvol een checklist voor aardbevingen te distribueren voor LPG tankstations. Mitigeren van dit meest kritisch ingeschatte scenario kan relatief eenvoudig en doelmatig worden bereikt door het implementeren van een voor-in-gebruikname checklist na een aardbeving (een soort protocol). Er wordt aanbevolen om dit advies mee te geven aan de beheerders van LPG tankstations in het gebied en mogelijk ook aan de leveranciers van de tankstations.

5.4.4 Pilot objecttype D - ammoniak

De pilot bij de geselecteerde inrichting voor objecttype K heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- vanaf start van de checklist moet duidelijk zijn dat het gaat om de binnen-opslag van ammoniak en niet de warmtewisselaars op het dak. De warmtewisselaars op het dak zijn met betrekking tot het risico bij vrijkomen van gevaarlijke stoffen al tijdens de risicosessies als minder kritisch gekwalificeerd. Dit hoeft niet te gelden voor de in constructieve veiligheid, maar dat is geen onderdeel van de huidige opdracht;
- waar het gaat om onderhoudsstaat van de opslag zijn teveel voorbeelden verwarrend, omdat gebruikers worden afgeleid door daar genoemde voorbeelden van degradatie die voor hun installatie niet gelden. Dit is een algemeen leerpunt, geldend voor alle objecttypen;
- meerdere complementaire vragen met betrekking tot flexibiliteit van leidingsystemen en koppelingen zijn verwarrend. Dit moet bij voorkeur vereenvoudigd worden tot een enkele vraag;
- bij veiligheids- en beheersmaatregelen is herformulering met betrekking tot inbloksystemen en detectiesystemen noodzakelijk.

Deze leerpunten zijn verwerkt in de uiteindelijk opgeleverde checklists, versie 1.2, d.d. 28 mei 2020.

Met betrekking tot de mate van risico bij de pilot inrichting wordt geconcludeerd dat de opslag in goede staat is en dat geen significante verhoging of verlaging van het risico ten opzichte van de inschatting tijdens de risicosessie aan de orde is. Een aandachtspunt is wel de constructieve integriteit van het gebouw waarin de opslag is gesitueerd. Er werd door het pilot bedrijf aangegeven dat deze bouwjaar voor 1945 heeft. Gezien de hoogte van het gebouw en het feit dat deze een metselwerk draagconstructie heeft vormt de stabiliteit mogelijk een aandachtspunt.

5.4.5 Pilot objecttype N13/N14 - chloorbleekloog

De pilot bij de geselecteerde inrichting voor objecttype K heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- vraag over ADR verpakkingen is verwarrend. Bij zwembaden met chloorbleekloogopslag kan naast de primaire opslag (waarvoor tankbesluit van toepassing is) sprake zijn van beperkte noodopslag in bijvoorbeeld jerrycans. Deze zijn geen onderdeel van de checklist beoordeling en daarom is een vraag over ADR-verpakkingen voor dit objecttype verwarrend;
- vragen met betrekking tot opslag in stellingen zijn, op basis van informatie van de aanwezige vertegenwoordiger van provincie Groningen, nooit van toepassing bij zwembaden en kunnen dus achterwege gelaten worden;
- bij (doorgaans nieuwere) zout-elektrolyse installaties is standaard sprake van chloordetectie. Bij installaties met opslag van chloorbleekloog is dit niet het geval. Het is in het aardbevingsrisicogebied aan te bevelen voor laatstgenoemde type installaties ook chloordetectie te gaan toepassen. Belangrijke factoren die hierbij een rol spelen zijn de relatief kleine afstand tussen de opslag en publiek en de grote aantallen mensen die aanwezig kunnen zijn in de directe omgeving van de opslag. Deze twee factoren zorgen er ook voor dat de consequentiecategorie bij vrijkomen van chloor voor dit objecttype ook altijd de hoogste zal zijn. Hiermee wordt de risicoclassificatie nooit blauw en geldt dus altijd een ALARA-principe. Witteveen+Bos adviseert NCG om hier verder actie op te ondernemen, ongeacht verdere verspreiding en uitkomsten van de checklists. Met chloordetectie en een alarm kan direct tot evacuatie worden overgegaan wat de kans op slachtoffers vermindert;
- op basis van de pilots is duidelijk geworden dat het aan te bevelen is dat voor zwembaden in het aardbevingsgebied versneld over te gaan op systemen met zout-elektrolyse in plaats van opslag van chloorbleekloog en zuren.

Deze leerpunten zijn verwerkt in de uiteindelijk opgeleverde checklists, versie 1.1, d.d. 27 maart 2020.

Met betrekking tot de locatiespecifieke risico inschatting bij de pilot inrichting geldt dat het gebouw waarin de opslag is gesitueerd in goede staat verkeerd en geen specifieke verhogende risicobijdrage levert. De opslagtanks zijn verouderd maar lijken in goede staat. Chloorbleekloog en zwavelzuur zijn in gescheiden ruimtes opgeslagen en zullen bij vrijkomen niet onmiddellijk met elkaar in contact komen, al is de kans hierop niet te verwaarlozen. De opslag bevindt zich wel zeer dicht bij (enkele meters) het deel van het zwembad waar potentieel veel bezoekers aanwezig zijn. Dit draagt bij aan een verhoogd risico.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

De navolgende conclusies zijn gegroepeerd in lijn met de doorlopen analyse stappen van het huidige onderzoek.

6.1.1 Inventarisatie

De inventarisatiefase van het project heeft zich er voornamelijk op gericht om de beschikbare informatie vanuit de professionele Risicokaart te verkrijgen, ordenen en beoordelen op betrouwbaarheid. Tijdens deze fase zijn inrichtingen gecategoriseerd en heeft eerste selectie plaatsgevonden waarbij een aantal inrichtingen zijn afgevallen voor nadere analyse op basis van:

- afgevallen op basis van PGA-waarde ($< 0,04$ g conform uitvraag);
- afgevallen omdat deze installaties/inrichting nog niet zijn gerealiseerd/gebouwd;
- afgevallen op basis van type omdat deze bijvoorbeeld al worden afgedekt door eerder uitgevoerde studies in opdracht van NCG, NAM, enzovoort.

Uiteindelijk heeft de inventarisatie geleid tot een lijst met totaal 208 inrichtingen c.q. activiteiten/locaties.

6.1.2 Prioritering

Vervolgens is een prioriteringsmethodiek uitgewerkt welke qua opzet vergelijkbaar is met de prioritering systematiek van Deltares voor chemie bedrijven (ref. [1]). Er dient te worden opgemerkt dat de systematiek in opzet vergelijkbaar is maar dat de uitkomsten van prioritering niet in absolute zin met elkaar kunnen worden vergeleken.

Er is zowel een prioritering uitgevoerd voor alle individuele inrichtingen als cumulatief voor per categorie inrichtingen. Hoogst in prioriteringslijst zijn de LPG-tankstations (B categorie). Dit komt doordat deze inrichtingen een relatief grote toetsingsafstand hebben (290 m voor de vulpunt) en zich veelal bevinden in dichtbevolkte gebieden. Daarnaast geldt dat aan de hand van de prioritering individuele inrichtingen zijn geïdentificeerd die binnen de totale set een relatief hoog risico lijken te geven. Voor overige resultaten wordt verwezen naar paragraaf 3.4. Er geldt dat deze resultaten samen moeten worden genomen met de kwantitatieve risico inschatting zoals beschreven per inrichting in hoofdstuk 4.

De prioritering heeft geresulteerd in het vaststellen van focus voor de risicosessies en kan tevens worden gebruikt bij de selectie van pilot locaties en het nader uitrollen van de uiteindelijke risicobeoordeling door bevoegd gezag.

6.1.3 Risicoanalyse

De risicoanalyse is verschillend ingestoken voor enerzijds LPG tankstations, ammoniakkoelinstallaties, propaantanks en chloorbleekloogopslag bij zwembaden (categorieën B, D, K, N13/N14), en anderzijds de overige categorieën. Dit volgt uit de inventarisatiefase waarin per categorie de inrichtingen zijn geanalyseerd. Er is geconstateerd dat voor de eerstgenoemde set categorieën een echte zogenoemde 'typical' kan worden gedefinieerd. Hiermee wordt bedoeld dat binnen deze categorieën sprake is van installaties met een zeer vergelijkbare opzet en vergelijkbare geldende maatgevende scenario's. Voor de overige categorieën is sprake van zoveel spreiding binnen een categorie dat met de huidige beschikbare informatie wordt aangenomen dat per inrichting een unieke situatie kan gelden. Er is voor deze categorieën gekozen om daarom per inrichting een beknopte analyse uit te voeren en op basis van onderlinge overeenkomsten tussen inrichtingen een voorstel te doen voor (volgordelijkheid van) aanpak.

Voor LPG tankstations heeft het meest kritisch geïdentificeerde scenario betrekking op mogelijke gevolgen bij vrijkomen van LPG bij vullen vanuit een tankwagen. Voor ammoniakkoelinstallaties hebben de meest kritisch bevonden scenario's betrekking op leegstromen van het vat door vallende objecten of (deels) instorten van het gebouw. Voor propaantanks geldt dat vallende objecten of beschadigen van de doorvoer van de propaanleiding naar een ruimte waar personen wonen/werken als meest kritisch wordt ingeschat. Voor chloorbleekloogopslag bij zwembaden geldt dat de meest kritische scenario's betrekking hebben op vorming van chloorgas bij gecombineerd vrijkomen van chloorbleekloog en (zwavel)zuur in geval beide chemicaliën nabij elkaar zijn opgeslagen. Voor een volledig overzicht van de maatgevende geïdentificeerde scenario's voor categorieën B, D, K en N13/N14 wordt verwezen naar paragrafen 4.2.1 tot 4.2.4. Deze scenario's worden meegenomen in de opgestelde checklists door hier specifieke bijpassende vragen/stellingen voor in de checklists op te nemen.

Voor resultaten van de inrichtingen in de overige categorieën wordt verwezen naar paragraaf 4.3. Hieruit volgt dat er heel duidelijk onderscheid kan worden gemaakt in de mate van nadere beschouwingen die voor de individuele inrichtingen nog nodig lijkt. Er wordt aanbevolen om in een overleg met NCG en bevoegd gezag een dialoog te hebben over de nader te doorlopen acties per categorie/inrichting.

De risicoanalyses zijn uitgevoerd door een breed team met adequate kennis en draagvlak, zoals beschreven in paragraaf 4.1, en de resultaten zoals opgenomen in het risk register zijn omarmd door de vertegenwoordigers van de betrokken partijen..

6.1.4 Checklists

De beoogde doelstellingen van de checklist zijn als volgt:

- 1 het faciliteren van gestructureerd inwinnen van informatie over de installaties met gevaarlijke stoffen en hun omgeving, voor objecttypen niet zijnde K, N13/N14 en D (deel I);
- 2 het maken van een kwalitatieve risico-inschatting op basis van de als kritisch beoordeelde scenario's zoals vastgesteld tijdens de risicosessie, voor objecttypen K, N13/N14 en D (deel I, II en IV);
- 3 bewustwording van gebruiker met betrekking tot mogelijk risico's voor de opslag door aardbevingen (deel II en III);
- 4 het herkennen van de kritische parameters die mogelijk zorgen voor een verhoogd risico en het inzichtelijk maken van mogelijk handelingsperspectief (deel IV).

Tijdens de pilot- en evaluatiefase van het project is vastgesteld dat de ontwikkelde checklist voldoen aan deze doelstellingen.

De ontwikkelde checklists zijn opgezet als MS Excel spreadsheets bestaande uit een generiek deel I en een specifiek deel II, beide primair met gesloten vragen door keuzemenu's. Een deel III biedt daarnaast ruimte voor de gebruikers om zelf mogelijke gevaarlijke situaties veroorzaakt door aardbeving (in dit rapport aangeduid als "scenario's") aan te geven middels een open vraag. De opzet bestaande uit een generiek deel en een specifiek deel is gekozen om het mogelijk te maken het generieke deel van de checklist ook te gebruiken als informatiedrager voor beoordelingen voor inrichtingen/installaties van andere

categorieën/objecttypen. Het specifieke deel van de checklist is voor categorieën D, K en N13/N14 gekoppeld aan de resultaten van de risicosessie uitgevoerd als onderdeel van de huidige studie.

Voor drie van de vier veel voorkomende objecttypen (K, N13/N14, D) is specifiek een checklist ontwikkeld. Hiermee is het mogelijk om voor ongeveer 150 van de 200 inrichtingen het locatie specifieke risico nader te classificeren, mede gebaseerd op de resultaten van de eerdere risicosessies. Deze checklist bestaat uit een vragenlijst om informatie in te winnen en een kwalitatieve risico beoordeling. De kwalitatieve risico-inschatting heeft alleen betrekking op risico's voor personen en omgeving gerelateerd aan het vrijkomen van gevaarlijke stoffen als gevolg van een aardbeving. Voor objecttype B (LPG tankstations) is uiteindelijk geen checklist ontwikkeld omdat dit niet zinvol bleek. Voor deze categorie wordt voorgesteld een protocol (voor-in-gebruikname checklist) te implementeren om risico's met betrekking tot lekkage uit een door aardbeving beschadigde vulling bij vullen vanuit de tankwagens doelmatig te kunnen beheersen.

Voor de overige inrichtingen was te weinig informatie beschikbaar om dit te kunnen doen. Voor deze laatstgenoemde inrichtingen is een individuele benadering nodig. Het generieke deel van de ontwikkelde checklist kan hierbij worden gebruikt als middel om op een gestructureerde manier informatie te delen. Een eerste inschatting en prioritering voor eventuele nadere risicobeoordelingen voor de overige categorieën is gegeven in paragraaf 4.3

6.2 Aanbevelingen

Uit het uitgevoerde onderzoek komen de volgende aanbevelingen naar voren:

- de in het huidige onderzoek geleverde inventarisatie, risicobeoordelingen en ontwikkelde checklists vormen een goede basis om risicoanalyses voor de ongeveer 200 inrichtingen vallend onder de scope van het onderzoek verder af te ronden. Voor vaststellen vervolgstappen kunnen informatie uit de inventarisatie, prioritering en risico inschatting zoals gerapporteerd in dit rapport (inclusief bijgaande databestanden) worden gebruikt;
- voor ongeveer 150 van de 200 inrichtingen is een checklist ontwikkeld, welke gereed is en wordt aanbevolen voor verder gebruik. Voor de overige inrichtingen is op basis van de beschikbare informatie een voorstel gedaan voor vervolg en prioritering. Beide zijn bruikbaar als hulpmiddelen bij verdere analyse van de aardbevingsrisico's bij de betreffende inrichtingen. Het is belangrijk om bij breder verspreiding van de checklists duidelijk te communiceren naar gebruikers wat het doel van de checklists is, maar ook wat de beperkingen zijn. Goede communicatie zal bijdragen aan efficiënt gebruik van de checklists;
- ook bij verdere risicobeoordelingen voor individuele inrichtingen uit de overige categorieën verdient het de voorkeur dat de inrichtinghouder direct wordt betrokken. Gefaseerd verder uitwerken van de risicobeoordeling voor individuele inrichtingen kan het beste worden gecoördineerd in samenspraak met bevoegd gezag;
- de risicoanalyse resultaten voor categorieën B, D, K en N13/N14 zijn vanwege het grote belang van zorgvuldigheid tot stand gekomen met inbreng van het gehele team (inclusief de begeleidingsgroep). Dit geldt niet voor inrichtingen binnen de overige categorieën, waarvoor dit praktisch niet haalbaar bleek. Voor deze inrichtingen is daarmee in alle gevallen opvolging met de inrichtinghouder nodig om de gemaakte risicoinschattingen te kunnen toetsen;
- de huidige opzet waarbij op basis van een beperkte hoeveelheid informatie een risico inschatting diende te worden gemaakt had als doel het minimaliseren van de impact voor de bedrijven in dit stadium. Deze aanpak brengt echter ook risico's met zich mee. Risicoinschattingen voor de individuele inrichting uit de overige categorieën zijn zo goed mogelijk gedaan maar bevatten onzekerheden. Het is daarom nodig dat de gestelde hypothesen omtrent aardbevingsrisico's bij inrichtingen getoetst worden in afstemming met de inrichtinghouders;
- de informatie vanuit de risicokaart doet vermoeden dat de totale aangeleverde lijst onvolledig is. Enkele aanvullende steekproefsgewijze checks hebben dit bevestigd. Er is vervolgens voor het huidige onderzoek besloten om te richten op de beschikbare lijst.

7

REFERENTIES

- [1] Rapport 'Prioritering onderzoek aardbevingsbestendigheid', versie 7, Deltares, 1 maart 2017.
- [2] Omgevingsdienst Groningen, Advies externe veiligheid, EV advies m.b.t. externe veiligheidsrisico's bij Dankers, 1 april 2016.
- [3] Effects of induced earthquakes on structures of the asset Groningen (01385890-0001), GLTplus, 26 maart 2014.
- [4] Effects of induced earthquakes on constructions of NAM assets Groningen – Building, systems, equipment and installations seismic upgrade considerations (01388130-0001), GLTplus, 31 oktober 2014.
- [5] SIL Platform, A concise best practice guide on risk assessment, A publication of the Dutch SIL Platform, October 2018.
- [6] NPR 9998 Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Geïnduceerde aardbevingen - Grondslagen, belastingen en weerstanden, versie 2018.
- [7] Green, R.A., Groningen-Specific Liquefaction Evaluation – Summary; Report for NAM, 2018.
- [8] Zwembadchemicaliën, Handleiding voor veilige opslag en bevoorrading.
- [9] Richtlijn 2013/29/EU van het Europees Parlement en De Raad van 12 juni 2013 betreffende de harmonisatie van de wetgevingen van lidstaten inzake het op de markt aanbieden van pyrotechnische artikelen.
- [10] Inspectie SZW, Basisinspectiemodule Stofexplosiegevaar.

Bijlage(n)



BIJLAGE: RISK RECORD SHEET

RISK RECORD TABLE

Revision date: 19-02-2019

Prepared by: ir. J.G.H Smit, ir. F. Besseling



Nr	Cat.	Onderdeel/ apparaat	Risico beschrijving		Risico assessment						resultante		Acties	
			Onderliggend mechanisme	Scenario beschrijving	Uiteindelijke consequentie (op gebied van veiligheid of milieu)	Bepalende factoren risico	Risk categorie S=Safety/veiligheid, E=Environment / Publiek	Safety Cat (Onsite, arbeidsveiligheid / Publiek)	Met Aardbeving Consequentie klasse (1,2, 3, 4, 5)	Met Aardbeving Waarschijnlijkheid (1,2, 3, 4, 5, 6, 7)	Met Aardbeving Risico Onsite-arbeidsveiligheid (matrix)	Met Aardbeving Risico Publiek (matrix)		Totaal risico (matrices)
1.0 K Propaan en (vloeibaar) brandbaar gas														
1.1		Tank wand	Trilling, verzakking	Team schat in dat de tank sterk genoeg is en niet zal scheuren door trilling door aardbeving, zelfs niet als deze kantelt.										
1.2		Appendages / aansluitingen	Trilling, verzakking	Kantelen van tank (zeer sterke aardbeving nodig, <10-4) kan mogelijk leiden tot beschadiging appendages, daarmee uitreden van propaan. Team stelt vast dat de veiligheidsklep de uitstroom niet zal beperken. De drukregelaar zal debiet uitstroom bepalen, daarmee snelheid leegstromen tank (gasvormig propaan). Verspreiding in directe omgeving. Kans op ontsteking zal bij tanks > 3 m3 (agrarische of industriële omgeving) groter zijn. Team schat in dat kans op ontsteking echter significant kleiner is dan 1. (aanname: 0.1). Hierdoor ontstaat fakkelbrand en bij aanstralen object mogelijk brand van/in object met kans op dodelijke slachtoffers door aanwezigheid mensen (ingeschat op 0.1). Resulterende totale	Uitgaande van PGS afstanden extreme consequentie 1 - 2 doden	Geometrie van de tank bepaalt of deze kan kantelen bij een zekere PGA waarde. Volle tank is ongunstigste situatie.	S	Publiek	4	0	Blauw	Blauw	Blauw	
1.3			Vallende objecten	Aardbeving <10-3> Constructie of constructieonderdeel valt op tank appendages (aanname 0.1, want ongeveer in 10 gevallen van de ~100 totaal staan tanks nabij object). Gegeven dat een object op de tank valt wordt kans op uitreden propaan ingeschat op 0.1. Verspreiding in directe omgeving. Kans op ontsteking zal bij tanks > 3 m3 (agrarische of industriële omgeving) groter zijn. Team schat in dat kans op ontsteking echter significant kleiner is dan 1. (aanname: 0.1). Hierdoor ontstaat fakkelbrand en bij aanstralen object mogelijk brand van/in object met kans op dodelijke slachtoffers door aanwezigheid mensen (ingeschat op 0.1). Resulterende totale waarschijnlijkheid < 10-6.	Uitgaande van PGS afstanden extreme consequentie 1 - 2 doden	Nabijheid van objecten waardoor er iets op de tank kan vallen waardoor deze beschadigd raakt	S	Publiek	4	0	Blauw	Blauw	Blauw	
1.4		Leiding bovengronds (gasvormig propaan)	Trilling, verzakking	Scheuren / afbreken leiding bij tank. Team schat in dat bij aardbeving <10-2 kans orde 10-2 is dat een leiding scheurt en bij aardbeving <10-3 kans orde 10-1 is dat leiding scheurt. Hiermee in beide gevallen resulterende kans op falen leiding < 10-4. Team stelt vast dat de veiligheidsklep de uitstroom niet zal beperken. Mogelijk zal de drukregelaar het uitstroomdebiet bepalen. Verspreiding in directe omgeving. Kans op ontsteking zal bij tanks > 3 m3 (agrarische of industriële omgeving) groter zijn. Team schat in dat kans op ontsteking echter significant kleiner is dan 1. (aanname: 0.1). Hierdoor ontstaat fakkelbrand en bij aanstralen object mogelijk brand van/in object met kans op dodelijke slachtoffers door aanwezigheid mensen (ingeschat op 0.1). Resulterende totale waarschijnlijkheid < 10-6.	Uitgaande van PGS afstanden extreme consequentie 1 - 2 doden	Type leidingwerk Voorspanning in leidingwerk, flenzen, appendages (door bij zetting, zakking bodem) Type ondergrond	S	Publiek	4	0	Blauw	Blauw	Blauw	Controle aanwezigheid beveiligingsklep, inclusief detaillering en positie opzichte van tank. Informatie aanleveren over detaillering en werking van veiligheidskleppen en de druk in de leidingen en tanks.
1.5			Trilling, verzakking	Scheuren / afbreken leiding bij tank. Team schat in dat bij aardbeving <10-2 kans orde 10-2 is dat een leiding scheurt en bij aardbeving <10-3 kans orde 10-1 is dat leiding scheurt. Hiermee in beide gevallen resulterende kans op falen leiding < 10-4. Team stelt vast dat de veiligheidsklep de uitstroom niet zal beperken. Mogelijk zal de drukregelaar het uitstroomdebiet bepalen. Verspreiding in directe omgeving. Kans op ontsteking zal bij tanks > 3 m3 (agrarische of industriële omgeving) groter zijn. Team schat in dat kans op ontsteking echter significant kleiner is dan 1. (aanname: 0.1). Hierdoor ontstaat fakkelbrand en bij aanstralen object mogelijk brand van/in object en kans op aanstralen tank. Bij langdurig aanstralen kans op BLEVE (kans 1.0, maar wel verzaging). Resulterende totale waarschijnlijkheid < 10-6.	Kans op meerdere doden (>2). Team schat in dat er kans is op fatale afloop binnen afstand >100 m van de tank (term toetsingsafstand werd gebruikt).	Bewonersdichtheid omgeving. Type leidingwerk. Voorspanning in leidingwerk, flenzen, appendages (door bij zetting, zakking bodem) Type ondergrond Grotere tanks op locaties met meer publiek. Grotere kans op scheuren/afbreken leiding bij systemen met vaste leidingen. Team schat in dat vaste leidingen meer voorkomen bij grotere tanks (>3 m3).	S	Publiek	5	0	Blauw	Geel	Geel	Aanwezige personen rondom tank bepaalt categorie (bij camping) > dit moet in checklist. Nadere analyse van krachten die leiding (aansluiting) kan opnemen > dit moet in checklist
1.6				Scheuren / afbreken leiding in pand (tussen tank en reduceerstation, de muurdoorvoert tot tweede reduceerstation). Team schat in dat bij aardbeving <10-2 kans orde 10-2 is dat een leiding scheurt en bij aardbeving <10-3 kans orde 10-1 is dat leiding scheurt. Hiermee in beide gevallen resulterende kans op falen leiding < 10-4. Team stelt vast dat de veiligheidsklep de uitstroom niet zal beperken. Mogelijk zal de drukregelaar het uitstroomdebiet bepalen. Gevolg is leegstromen tank en mogelijk verspreiding gasvormig propaan in/onder pand / kruipruimte > dampvorming > explosief mengsel in pand > ontsteking (0.1) > explosie > slachtoffers. Resulterende totale waarschijnlijkheid < 10-5.	Kans op meerdere doden (>2).	Type leidingwerk Voorspanning in leidingwerk, flenzen, appendages (door bij zetting, zakking bodem) Type ondergrond Stabiliteit van de fundering	S	Onsite	5	1	Geel	Geel	Geel	Nadere analyse van krachten die leiding (doorvoer) kan opnemen > dit moet in checklist. Check of dit als "Onsite/Arbeidsveiligheid" risico mag worden beoordeeld
1.7		Leiding ondergronds (gasvormig propaan)	Trilling, verzakking	Scheuren / afbreken leiding nabij tank, we kunnen niet uitgaan van een veiligheidsklep die werkt bij uitstroom, drukregelaar zal debiet uitstroom bepalen, daarmee leegstromen tank > ophoping uitstroom in bodem > vertraagd uitdampen > daardoor kans op ontsteking kleiner voor buiten, voor uitdampen binnen panden, zelfde risico als voor leiding bovengronds in omgeving										
1.8		Overig	Trilling, verzakking	Team heeft kort besproken wat effecten en risico's zijn indien aardbeving plaatsvindt tijdens vullen vanuit tankwagens. Inschatting is dat dit binnen de kaders van normale werkwijze op grond van activiteitenbesluit valt. Flexibele slangen. Menselijke factor in werkwijze bij vullen wordt ingeschat als dominant boven kleine kans op aardbeving tijdens vullen										

RISK RECORD TABLE

Revision date: 19-02-2019

Prepared by: ir. J.G.H Smit, ir. F. Besseling



Nr	Cat.	Onderdeel/ apparaat	Risico beschrijving		Risico assessment							Acties		
			Onderliggend mechanisme	Scenario beschrijving	Uiteindelijke consequentie (op gebied van veiligheid of milieu)	Bepalende factoren risico	Risk categorie (S=Safety/veiligheid, E=Environment)	Safety Cat (Onsite, Arbeidsveiligheid / Publiek)	Met Aardbevingen	Met Aardbevingen	Met Aardbevingen		Met Aardbevingen	Met Aardbevingen
2.0	B	LPG-Tankstations												
2.1		Vulpunt	Trilling	Team heeft kort besproken wat effecten en risico's zijn indien aardbeving plaatsvindt tijdens vullen vanuit tankwagens. Inschatting is dat dit binnen de kaders van normale werkwijze op grond van activiteitenbesluit valt. Flexibele slangen. Menselijke factor in werkwijze bij vullen wordt ingeschat als dominant boven kleine kans op aardbeving tijdens vullen. Geen grote risico's aardbevingen voor vulpunt indien geen verlanding plaatsvindt.	LPG-Tankstations	Afstanden bebouwing tot vulpunt conform PGS. Aanwezigheid stalen kap over vulpunt beperkt risico bij vallende objecten								
2.2		Afleverinstallatie	Trilling	Instorten dak kan mogelijk zorgen voor beschadiging afleverinstallatie. Echter, de uitstroomhoeveelheden zullen door aanwezige beveiligingen / kleppen beperkt zijn. PGS geeft aan dat doorstroombegrenzer een capaciteit max 3x de capaciteit van achterliggende afleverinstallaties mag doorlaten. Team schat in dat daardoor geen significant verhoogd risico op brand / explosie tov situatie zonder aardbeving bestaat.		Veiligheidsvoorzieningen conform PGS (doorstroombegrenzer) die beveiliging bieden bij scenario's door menselijke fouten bij LPG aflevering.								
2.3		Reservoir	Gronddrukken, verwerking	Gronddrukken tijdens aardbeving kunnen hoger zijn dan in normale situatie. Team geeft aan dat deze kleiner worden ingeschat dan de oversterkte die er standaard in ontwerp van het reservoir wordt vereist (bovenbelastingen, partiële factoren gronddruk). Daardoor geen significant verhoogd risico ten opzichte van situatie zonder aardbeving. Randvoorwaarde is een toets op ontstaan verwerking die aantoon moet tonen dat verwerking niet in sterke mate kan optreden. (zie actie).										Controle opdrijven reservoir op basis van verwerking Documentatie aanleveren door Frank Krumer (tekeningen) Nagaan of binnen ondergrondse reservoirs ook gevallen zijn van reservoir in terp. Indien dit het geval is of zelfde risicoschatting als bij ondergrondse tanks van toepassing mag zijn
2.4		Appendages reservoir	Vallende objecten	Als appendages / overstekend ventiel / uitstekend leidingwerk wordt geraakt door een vallend object zit er verder geen klap meer tussen reservoir en omgeving. Afstand reservoir t.o.v. andere objecten moet volgens PGS min 7.5 m zijn. Team schat in dat daardoor dit een scenario betreft met een zeer kleine kans van optreden.		Afstand bebouwing - reservoir conform PGS								
2.5			Verwerking	Als tank en betonplaat door verwerking t.o.v. elkaar vervormen kan dit appendages / overstekend ventiel / uitstekend leidingwerk beschadigen en zit er verder geen klap meer tussen reservoir en omgeving. Team heeft dit scenario verder niet in detail doorgeproken, maar actie toets verwerking is benoemd als randvoorwaarde voor verder buiten beschouwing laten. Indien verwerking een significant risico oplevert dan dient inschatting door team op basis van locatie te worden.		Verwerking potentieel ondergrond Kan reservoir verplaatsen tov betonplaat (zie actie verwerking toets)								Zie actie controle opdrijven reservoir
2.6		Ondergronds leidingwerk	Trilling, verwerking	Door beweging ondergrond scheurt een leiding en ontstaat een groot lek tussen aflever instaal en doorstroombegrenzer. De doorstroombegrenzer nabij reservoir zal in dit geval uitstromen stoppen. Hiermee totale uitstroomhoeveelheid beperkt en geen significant verhoogd risico ten opzichte van situatie zonder aardbeving.		Veiligheidsvoorzieningen conform PGS (doorstroombegrenzer) die beveiliging bieden bij scenario's ondergrondse leidingbreuk. Locatie breekbeveiligingen (bij aff instaal en/of bij reservoir?) Lengte, diepteligging en geometrie leiding (Vulpunt - reservoir vaak korter, diameter groter, Reservoir - afleverinstallatie vaak langer, diameter kleiner. Druk in leiding (leiding tussen reservoir - afleverinstallatie vaak permanent onder druk, leiding tussen vulpunt en reservoir normaal gesproken niet onder druk).								Controle of aanname drukken in leidingen correct is. Mogen we hier voor typical definite van uitgaan?
2.7				Leiding tussen afleverinstallatie en reservoir > optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4, minder zware aardbeving 10-2 - 10-3) > mogelijk beschadigen (0,1 - 0,01 afhankelijk van zwaarte aardbeving) Klein lek tussen aff installatie en doorstroombegrenzer > doorstroombegrenzer doet niks > uitstroom LPG in bodem > verdamping naar omgeving > indien concentraties hoog genoeg zijn (0,1) mogelijk risico woikbrand indien ontstekingsbron aanwezig is (0,1 tot 1,0) > deze brand wordt niet voldoende gevoed; scenario blijft beperkt tot kortstondige ontbranding	Brandwonden	Locatie breekbeveiligingen (bij aff instaal en/of bij reservoir?) Lengte, diepteligging en geometrie leiding (Vulpunt - reservoir vaak korter, diameter groter, Reservoir - afleverinstallatie vaak langer, diameter kleiner. Druk in leiding (leiding tussen reservoir - afleverinstallatie vaak permanent onder druk, leiding tussen vulpunt en reservoir normaal gesproken niet onder druk).	S	Publiek	3	1	Blauw	Blauw	Blauw	
2.8				Leiding tussen afleverinstallatie en reservoir > optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4, minder zware aardbeving 10-2 - 10-3) > mogelijk beschadigen (0,1 - 0,01 afhankelijk van zwaarte aardbeving) Klein lek tussen aff installatie en doorstroombegrenzer > doorstroombegrenzer doet niks > uitstroom LPG in bodem > verdamping naar omgeving > LPG damp zwaarder dan lucht > ophoping in rioolstelsel indien in nabijheid en hoeveelheid groot genoeg en ongunstige weersomstandigheden (0,01) > uiteindelijk kans op explosie bij aanwezigheid ontstekingsbron (0,1 tot 1,0)	Max 1-2 doden	Locatie breekbeveiligingen (bij aff instaal en/of bij reservoir?) Lengte, diepteligging en geometrie leiding (Vulpunt - reservoir vaak korter, diameter groter, Reservoir - afleverinstallatie vaak langer, diameter kleiner. Druk in leiding (leiding tussen reservoir - afleverinstallatie vaak permanent onder druk, leiding tussen vulpunt en reservoir normaal gesproken niet onder druk). Nabijheid tussen reservoir en afleverinstallatie riolering met straatkolken / putten aanwezig?	S	Publiek	4	0	Blauw	Blauw	Blauw	
2.9				Leiding tussen vulpunt en reservoir > optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4, minder zware aardbeving 10-2 - 10-3) > mogelijk beschadigen (0,1 - 0,01 afhankelijk van zwaarte aardbeving) welke niet tijdig opgemerkt / vastgesteld wordt (1,0) > vervolgens vullen vanuit tankwagens (1,0) > vrijkomen uitstroom LPG met ofwel direct vrijkomen grote hoeveelheid LPG en kans op directe ontsteking, ofwel onopgemerkt vrijkomen LPG met ontsteking op een later moment. Beide gevallen vergelijkbare (orde) kans op ontsteking (0,1 tot 1,0) en ook vergelijkbare consequentie (1-2 doden)	Max 1-2 doden	Lengte, diepteligging en geometrie leiding (Vulpunt - reservoir vaak korter, diameter groter, Reservoir - afleverinstallatie vaak langer, diameter kleiner. Locatie van de vulling ten opzichte van ontstekingsbronnen en publiek.	S	Publiek	4	2	Geel	Geel	Geel	Protocol om af te tekenen dat controle na zware aardbeving plaatsvindt. Inschatting is dat het niet gemiddelde risico hoger ligt dan voorgaande scenario (2.8), omdat de kans van optreden van scheur gelijk is aan voorgaande scenario's, maar de kans dat je deze detecteert voor vullen erg klein is. Vervolgens is er bij vulproces relatief grote kans op uitstroom grote hoeveelheden LPG. Daarnaast met totaal aantal tankstations in de regio een grotere waarschijnlijkheid dat dit ergens optreedt.

RISK RECORD TABLE

Revision date: 19-02-2019

Prepared by: ir. J.G.H Smit, ir. F. Besseling

Nr	Cat.	Onderdeel/ apparaat	Risico beschrijving		Risico assessment							resultante	Acties		
			Onderliggend mechanisme	Scenario beschrijving	Uiteindelijke consequentie (op gebied van veiligheid of milieu)	Bepalende factoren risico	Risk categorie S=Safety/veiligheid, E=Environment	Safety Cat (Onsite-arbeidsveiligheid / Publiek)	Met Aardbeving	Met Aardbeving	Met Aardbeving	Met Aardbeving		Met Aardbeving	Totaal risico (matrices)
3.0 N13/N14			Vloeistoffen die (zeer) giftige gassen kunnen vormen		Vloeistoffen die (zeer) giftige gassen kunnen vormen										
3.1		Chloorbleekloosopslag		Optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4) > informatie vanuit ODG is dat opslag zeer provisorisch is geregeld, daarmee gaan we uit van kan 1,0 op vrijkomen bij zware beving > vrijkomen loog > vloeistofplas > contact van mensen met de vloeistof (0,1)	Ernstige verwondingen	Integriteit van het bouwwerk waarin de opslag plaatsvindt. Kwaliteit van opslag en opvang voorzieningen (leeftijd, aanvang toe?)	S	Onsite	3	2	Blauw	Geel	Blauw	Check document zwembadchemicalien	
3.2				Optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4) > informatie vanuit ODG is dat opslag zeer provisorisch is geregeld, daarmee gaan we uit van kan 1,0 op vrijkomen bij zware beving > vrijkomen loog > vloeistofplas > bij beschadiging opvangvoorziening uitstromen chloorbleekloog naar grondwater (0,1)	Geen blijvende schade aan milieu / omgeving	Integriteit van het bouwwerk waarin de opslag plaatsvindt. Kwaliteit van opslag en opvang voorzieningen (leeftijd, aanvang toe?) Opvangvoorziening integriteit	E		3	2	Blauw	Geel	Blauw		
3.3				Optreden aardbeving (zware aardbeving 10-3-10-4) > informatie vanuit ODG is dat opslag zeer provisorisch is geregeld, daarmee gaan we uit van kan 1,0 op vrijkomen bij zware beving > vrijkomen loog en zuur > in contact komen van loog en zuur (1,0, want geen informatie over (gescheiden) opslag) > gasvorming > contact van publiek met chloorgas (1,0, wanneer we uitgaan van publiek in nabijheid van opslag)	Meerdere doden (>2)	Is naast chloorbleekloog ook een stof als zwavelzuur aanwezig waardoor chloor kan vormen na mengen? Integriteit van het bouwwerk waarin de opslag plaatsvindt. Kwaliteit van opslag en opvang voorzieningen (leeftijd, aanvang toe?) Afzonderlijke opslag en opvang voorzieningen voor chloorbleekloog en zuur? Afstand tussen opslag en locaties waar publiek komt Oude installaties moeten per 2021 de installatie / opslag hebben vervangen.	S	Publiek	5	3	Rood	Rood	Rood	Scenario gasvorming met grote effectafstanden nader duiden. Vaststellen bij welke inrichtingen sprake is van gecombineerde loog + zuur opslag en aanleveren van technische details / foto's van opslagmethode zodat we daarna kunnen beoordelen of er een typologie is en waar sprake is van een verhoogd risico. Informatie delen vanuit bestaande geveerstudies Daarna extrapolatie eventueel verhoging risico bij aardbeving en eventueel vervolgstappen	
5.0 D			Ammoniakkoel- of vriesinstallatie		Ammoniakkoel- of vriesinstallatie										
5.1		Leidingwerk en warmtewisselaar		In geval van aardbeving (zware beving 10-3 - 10-4, minder zware beving 10-2 - 10-3) > leidingbreuk (1,0 - 0,1), beperkte uitstroom door drukgestuurde kleppen. Team schat in dat deze hoeveelheid ammoniak zo beperkt is dat geen significante veiligheidsrisico's ontstaan.		Drukgestuurde veiligheidskleppen						N.D	N.D	N.D	Zeker stellen dat beveiliging fail safe zijn bij aardbeving
5.2		Reservoir (>1500 kg grens voor risicokaart maar scenario's gelden mogelijk ook voor kleinere opslagen)		Vanaf 1500 kg valt onder BEVI. Echter, voor onsite veiligheid constateert team dat deze grenswaarde voor kg niet zozeer van belang is. Meestal opslag binnen in machinekamer. Meestal opslag in drukvat (verticaal). In geval van aardbeving (zware beving 10-3 - 10-4, minder zware beving 10-2 - 10-3). Afbreken aansluitende leiding of stomp, mogelijk door vallen vat (1,0 - 0,1). Leegstromen vat in machinekamer. Machinekamer normaal onbemenst, bij betreden door personeel van machinekamer kan een dodelijke afloop volgen (0,1, want bij geurwaarneming zal personeel hierop mogelijk adequaat reageren).	1-2 doden	Waar staat de opslag? Uitvoering verbinding tank - leiding incl stolpen Afsluit direct op tank Starre verbinding tank - gebouw door leiding Verankering tank Vallende objecten op vat. Aanwezigheid van mensen in machinekamer Aanwezigheid van ammoniak sensoren met alarmering in	S	Onsite	4	2	Geel	Geel	Geel	Nagaan of er inrichtingen zijn die niet op risicokaart staan (hoeveelheid opslag < grens risicokaart), waarvoor zelfde risico's gelden	
5.3				In geval van aardbeving (zware beving 10-3 - 10-4) > (gedeeltelijk) instorten gebouw machinekamer of vallende objecten op vat (0,1). Afbreken aansluitende leiding of stomp of vat. Leegstromen vat naar omgeving	meerdere doden	Constructieve weerstand tegen instorten gebouw. Aanwezigheid van publiek in nabijheid inrichting. Voor specifieke situaties gevolgen vastleggen obv locatie van de opslag en effecten buiten terreingrens. Effectafstanden mogelijk groter bij meerdere vaten (aardbeving common cause)	S	Publiek	5	2	Geel	Rood	Rood	Nagaan hypothese dat effectafstanden bij ammoniak opslag mogelijk onbetrouwbaar zijn en niet gekoppeld aan scenario vrijkomen ammoniak. Nagaan effectafstanden ammoniak obv PGS 13 en modellen, nagaan of rekening wordt / dient worden gehouden met gelijktijdigheid van instorten/falen van meerdere opslagen.	
6.0 C			Opslag verpakte gevaarlijke stoffen		Opslag verpakte gevaarlijke stoffen										
		Opslag		PGS opslagen, veelal in gebouw. Op risicokaart door toxische wolken bij verbranden. Mogelijk kritisch scenario heeft betrekking op brand die ontstaat na aardbeving. Team noemt hierbij stikstof en zwavelverbindingen die bij verbranden suiferende gassen kunnen vormen. Hierdoor toxische wolk. Verpakkingen zullen ADR zijn.	meerdere doden	Koppeling brand met aardbeving dominant en bepalend Kans op brand (ontstekingsbron, brandstof) en brandbestendigheid (escalatie) van installatie / gebouw opslag Voorzieningen zo ingericht dat in de opslag zelf geen ontstekingsbronnen. Gevaard, antistatisch, etc. Hierdoor geen reden verhoogd risico brand bij aardbevingen.	S	Publiek				N.D	N.D	N.D	Vaststellen of voor alle inrichtingen / installaties binnen categorie C geldt dat scenario's volledig afhankelijk zijn van ontstaan van brand. Nagaan compleetheid lijst. Valt opslag van agrarische bedrijven onder een grens zodat dit niet op risicokaart staat? Nagaan of voorzieningen zo ingericht zijn dat in de opslag zelf geen ontstekingsbronnen. Gevaard, antistatisch, etc.
				Bestrijdingsmiddelen in zakken zijn nog apart benoemd als risico. Nader aanvullen door ODG.								N.D	N.D	N.D	Nagaan koppeling aardbeving / brand voor specifieke inrichtingen



BIJLAGE: ANALYSE VERWEKING RISICO'S CATEGORIE B INRICHTINGEN

NOTITIE

Onderwerp Verwekingspotentieel voor locaties LPG-tankstations
Project Aardbevingsrisico's voor niet-chemiebedrijven in Groningen die gevaarlijke stoffen opslaan
Opdrachtgever Nationaal Coördinator Groningen
Projectcode 108753
Status Concept 01
Datum 3 juni 2019
Referentie 108753/19-009.314
Auteur(s) mw. J. Vlaanderen MSc

Gecontroleerd door ir. F. Besseling
Goedgekeurd door ir. F. Besseling
Paraaf

Bijlage(n) -

Aan NCG
Kopie -

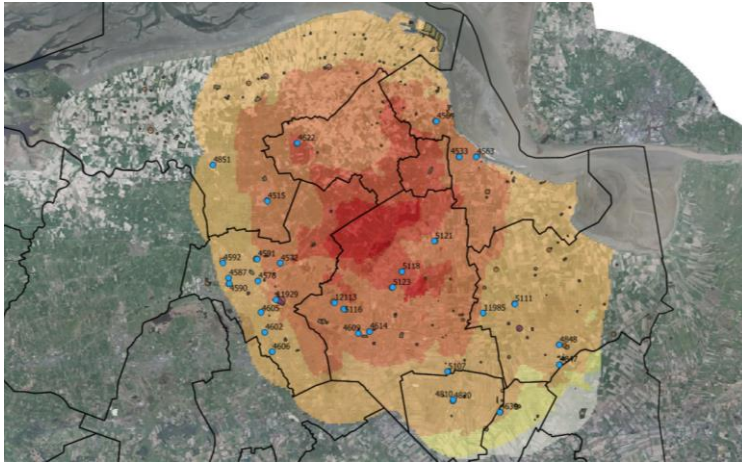
1 INLEIDING

Deze memo beschrijft de uitgevoerde berekeningen van de verwekingpotentieel op de locatie van de LPG-tankstations (risicokaart categorie B) in Groningen. Het doel is hiermee vast te stellen in welke mate verweking een belangrijke oorzaak kan zijn voor ontstaan van kritische scenario's voor de ondergrondse reservoirs en daaraan verbonden leidingen.

2 UITGANGSPUNTEN

Afbeelding 2.1 geeft de categorie B LPG-tankstations weer als projectie over de aardbevingsdreiging kaart voor Groningen. Tabel 2.1 geeft voor iedere inrichting een overzicht van de invoergegevens voor de verwekingspotentieelanalyse: piekgrondacceleratie (PGA), waterpeil en gebruikte (dichtstbij) sondering vanuit de NAM/Deltares database.

Afbeelding 2.1 QGIS Groningen plan met LPG-tankstations (blauwe stippen) en piekgrondversnelling (geel/rood gradiënt)



Tabel 2.1 Datalijst verwerkingpotentie ondergrondse reservoirs (type B)

RRGS ID	Inhoud container [l]	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [m NAP]	Sondering
4515	20000	0.109	-2.20	CPT000000044949
4533	20000	0.122	-1.50	1317-0228-000_DKM72
4563	20000	0.11	-1.02	CPT000000036422
4564	20000	0.138	-1.20	9017-0766-000_DKMP3
4572	20000	0.121	-1.85	S07D01355
4578	40000	0.095	0.53	CPT000000052014
4587	20000	0.075	-1.42	5009-0052-000_DKM4
4590	20000	0.074	-0.93	CPT000000033393
4591	20000	0.098	-1.40	5005-0181-000_DKM1
4592	20000	0.074	-0.93	Q01754000_DKMP1
4602	20000	0.094	-0.25	2009_5009-0302-000_C_DKM8_000
4605	40000	0.084	-0.20	G05808000_DKM12
4606	40000	0.090	-0.10	55014-1_DKM1
4609	40000	0.126	-0.75	5006-0265-000_DKM12
4614	20000	0.134	-0.25	CPT000000057814
4622	20000	0.157	-1.16	67425_DKP144
4639	20000	0.052	0.70 *	5006-0018-000_D2
4810	20000	0.064	0.53	1011-0115-000_DKM27
4820	20000	0.063	0.53	G07634000_DKM2
4847	20000	0.063	-1.70	G08984000_D2
4848	20000	0.074	-2.65	CPT000000053394
4851	20000	0.073	-0.93	G08743000_DKM2

RRGS ID	Inhoud container [l]	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [m NAP]	Sondering
5107	20000	0.082	0.25	CPT000000052212
5111	40000	0.082	-2.60	CPT000000003137
5116	20000	0.141	-2.60	CPT000000068941
5118	20000	0.173	-2.20	67808_DKMP067
5121	20000	0.124	-2.95	Q02193000_D3
5123	20000	0.149	-3.10	67808_DKMP001
11929	20000	0.115	-0.40	G08735000_DKM1
11985	20000	0.098	-2.00	Q01484000_DKM1
12113	20000	0.137	-2.60	CPT000000068939

* Indien boven maaiveld is in de berekeningen maaiveldniveau aangenomen.

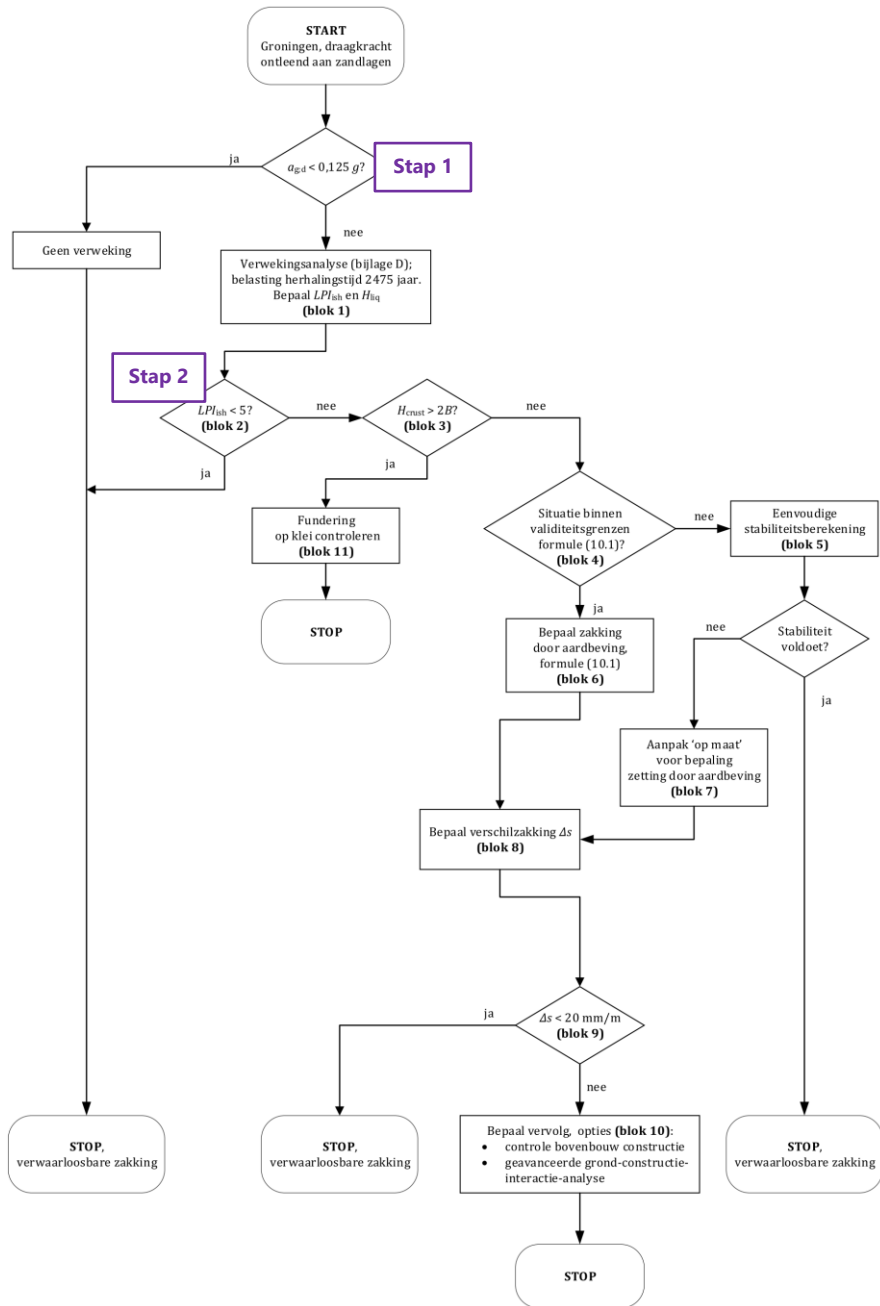
Voor de berekeningen van potentieel opdrijven van ondergrondse reservoirs is de geometrie van deze ondergrondse reservoirs van belang. Als uitgangspunt is gehanteerd dat beide typen ondergrondse reservoirs (20 m³ en 40 m³) een diameter van 2 m tot 2,5 m hebben (met een lengte van respectievelijk 6 m en 10 m) en een funderingsdruk bij leeg gewicht van 37,5 kPa (863 kg op 2,3 m x 10,0 m). De diepte van deze tanken is onbekend en varieert mogelijk per locatie. Er is uitgegaan van een gronddekking van 2 m.

Er wordt van uitgegaan dat verweking alleen bij een grondtype-index I_c kleiner dan 2,6 kan optreden (ref. [1]).

3 PLAN VAN AANPAK

In afbeelding 3.1 is een stroomschema uit ref. [1] weergegeven, met de te doorlopen stappen in geval van aanwezigheid van verweekbare lagen op locaties met funderingen op staal.

Afbeelding 3.1 Stroomschema verwekingpotentieel (ref. [1] figuur 10.1)



Ten behoeve van de opdrijfberekening van de LPG-reservoirs zijn alleen de stappen met betrekking tot de grenswaarden voor PGA en de verwekingsanalyse van belang. De stappen met betrekking tot controle van funderingen doen er in dit geval niet toe. De berekening voor opdrijven is alleen uitgevoerd voor locaties waar stappen 1 en 2 uit de bovenstaande afbeelding geen uitsluitsel geven.

4 ANALYSE RESULTATEN

4.1 Stroomschema Stap 1

De resultaten van Stap 1 zijn in tabel 4.1 weergegeven. Als de piekgrondacceleratie kleiner is dan 0,125 g, is er conform ref. [1] geen sprake van verweking.

Tabel 4.1 Datalijst verwekingpotentie ondergrondse reservoirs (type B) - Stap 1

Referentie	PGA 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
4515	0,109	geen verweking
4533	0,122	geen verweking
4563	0,106	geen verweking
4564	0,138	verder uitwerken
4572	0,121	geen verweking
4578	0,095	geen verweking
4587	0,075	geen verweking
4590	0,074	geen verweking
4591	0,098	geen verweking
4592	0,074	geen verweking
4602	0,094	geen verweking
4605	0,084	geen verweking
4606	0,090	geen verweking
4609	0,126	verder uitwerken
4614	0,134	verder uitwerken
4622	0,157	verder uitwerken
4639	0,052	geen verweking
4810	0,064	geen verweking
4820	0,063	geen verweking
4847	0,063	geen verweking
4848	0,074	geen verweking
4851	0,073	geen verweking
5107	0,082	geen verweking
5111	0,082	geen verweking
5116	0,141	verder uitwerken
5118	0,173	verder uitwerken
5121	0,124	geen verweking
5123	0,149	verder uitwerken
11929	0,115	geen verweking
11985	0,098	geen verweking
12113	0,137	verder uitwerken

4.2 Stroomschema Stap 2

De bovenkant van de verweekte zandlaag wordt gevonden op de kleinste diepte waarop de veiligheidsfactor $\gamma_L < 2,0$ over minimaal 5 meetpunten of 10 cm is (H1). De gepresenteerde diepte is berekend vanaf het maaiveld. Indien klei (I_c hoger dan 2,6) of droog zand (boven de waterstand) aanwezig is, is dit onderdeel van de niet-verweekbare top laag. Als $LPI_{ish} < 5$, dan zijn zijn verwekingsrisico's voldoende klein en hoeft geen verdere analyse te worden uitgevoerd.

De berekeningsresultaten van Stap 2 zijn in tabel 4.2 weergegeven. Er wordt geconcludeerd dat de eventuele zakking veroorzaakt wordt door verweking verwaarloosbaar klein is.

Tabel 4.2 Datalijst verwekingpotentie ondergrondse reservoirs (type B) - Stap 2

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1	Diepte sondering [m]	H1 [m]	LPI_{ish}	Conclusie Stap 2
4515	0.109	geen verweking				
4533	0.122	geen verweking				
4563	0.106	verder uitwerken				
4564	0.138	verder uitwerken	25,9	8,1	0,0	stop
4572	0.121	geen verweking				
4578	0.095	geen verweking				
4587	0.075	geen verweking				
4590	0.074	geen verweking				
4591	0.098	geen verweking				
4592	0.074	geen verweking				
4602	0.094	geen verweking				
4605	0.084	geen verweking				
4606	0.090	geen verweking				
4609	0.126	verder uitwerken	25,0	2,0	0,0	stop
4614	0.134	verder uitwerken	20,5	4,5	0,2	stop
4622	0.157	verder uitwerken	27,4	4,1	0,0	stop
4639	0.052	geen verweking				
4810	0.064	geen verweking				
4820	0.063	geen verweking				
4847	0.063	geen verweking				-
4848	0.074	geen verweking				
4851	0.073	geen verweking				
5107	0.082	geen verweking				
5111	0.082	geen verweking				
5116	0.141	verder uitwerken	24,2	1,7	0,0	stop

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1	Diepte sondering [m]	H1 [m]	LPI _{ish}	Conclusie Stap 2
5118	0.173	verder uitwerken	26,0	2,0	0,0	stop
5121	0.124	geen verweking				
5123	0.149	verder uitwerken	30,4	2,1	0,1	stop
11929	0.115	geen verweking				
11985	0.098	geen verweking				
12113	0.137	verder uitwerken	24,3	4,1	0,0	stop

4.3 Opdrijven

Als er wateroverspanning kan ontstaan, is er het een mogelijk risico van opdrijven. In tabel 4.3 is dit nader beoordeeld voor locaties waarvoor de vorige stappen geen uitsluitel gaven. Voor een piekgrondacceleratie kleiner dan 0,125 g wordt verondersteld dat er geen verweking optreedt (zie Stap 1 in afbeelding 3.1). Voor een veiligheidsfactor $\gamma_L > 2,0$, is er ook van uitgegaan dat er verwaarloosbare wateroverspanning optreedt.

Tabel 4.3 Datalijst verwekingpotentie ondergrondse reservoirs (type B) - opdrijven (1)

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1	Minimale γ_L tot 5m diep * [-]	Maximaal relatieve wateroverspanning tot 5m diep [-]
4515	0.109	geen verweking	-	-
4533	0.122	geen verweking	-	-
4563	0.106	geen verweking	-	-
4564	0.138	verder uitwerken	>2,0 / n.v.t.	-
4572	0.121	geen verweking	-	-
4578	0.095	geen verweking	-	-
4587	0.075	geen verweking	-	-
4590	0.074	geen verweking	-	-
4591	0.098	geen verweking	-	-
4592	0.074	geen verweking	-	-
4602	0.094	geen verweking	-	-
4605	0.084	geen verweking	-	-
4606	0.090	geen verweking	-	-
4609	0.126	verder uitwerken	1,1	0,57
4614	0.134	verder uitwerken	0,9	1,00
4622	0.157	verder uitwerken	1,2	0,48
4639	0.052	geen verweking	-	-
4810	0.064	geen verweking	-	-

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1	Minimale γ_L tot 5m diep * [-]	Maximaal relatieve wateroverspanning tot 5m diep [-]
4820	0.063	geen verweking	-	-
4847	0.063	geen verweking	-	-
4848	0.074	geen verweking	-	-
4851	0.073	geen verweking	-	-
5107	0.082	geen verweking	-	-
5111	0.082	geen verweking	-	-
5116	0.141	verder uitwerken	1,1	0,52
5118	0.173	verder uitwerken	1,1	0,53
5121	0.124	geen verweking	-	-
5123	0.149	verder uitwerken	1,4	0,31
11929	0.115	geen verweking	-	-
11985	0.098	geen verweking	-	-
12113	0.137	verder uitwerken	1,5	0,24

* N.v.t. als IC > 2,6 en/of water afwezig.

Uit tabel 4.3 blijkt dat veiligheid tegen opdrijven geverifieerd wordt voor zeven locaties. De toetsing voor opdrijfmechanisme (UPL) is gedaan volgens ref. [2] sectie 2.4.7.4:

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$$

waarin: $V_{dst;d} = G_{dst;d} + Q_{dst;d}$

Dit betekent dat de rekenwaarde van de totale waterdruk op de onderkant van de tank (statische waterspanning plus wateroverspanning) $V_{dst;d}$ kleiner moet zijn dan de som van de rekenwaarde van de weerstand biedende verticale kracht $G_{stb;d}$ en de rekenwaarde van de wrijvingskrachten R_d . In tabel 4.4 zijn de gebruikte partiële factoren weergegeven. Tabel 4.5 presenteert de eigenschappen van de grond die zijn aangenomen.

Tabel 4.4 Partiële factoren UPL (ref. [2] tabellen A.15 en A.16)

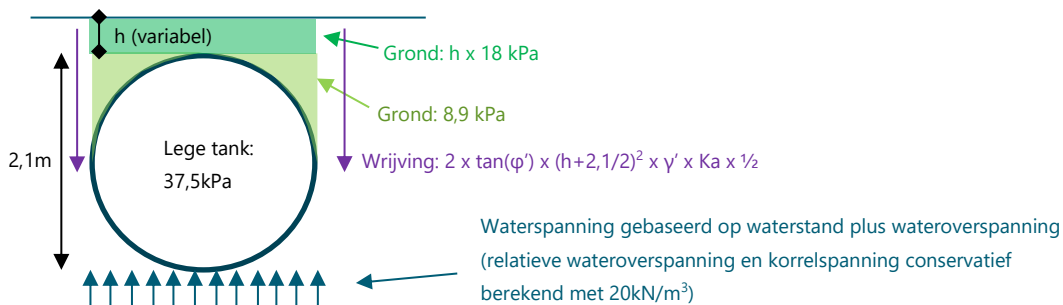
		Symbol	Waarde
blijvende belasting	ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,0
	gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0,9
grondparameter	hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
	effectieve cohesie	γ_c	1,25

Tabel 4.5 Eigenschappen grond

Eigenschap	Volumiek gewicht	Effectief volumiek gewicht	Hoek van inwendige wrijving	Actieve gronddrukcoëfficiënt
symbool	γ	γ'	φ'	K_a
eenheid	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[-]
waarde	18	8	30	0,33

De grondspanning onder het reservoir (weerstand biedende verticale kracht) is, zoals geïllustreerd in afbeelding 4.1, 37,5 kPa + 8,9 kPa + hx18.

Afbeelding 4.1 Grondspanning onder reservoir



De dekking (h) is onbekend. Aangenomen wordt dat deze zodanig is dat de onderkant van de tank op de diepte van maximale wateroverspanning ligt (conservatieve aanname); h is maximaal 2,2 m (het is onwaarschijnlijk dat het reservoir dieper ligt).

In tabel 4.6 zijn de resultaten van de toetsing gepresenteerd. Geconcludeerd wordt dat in alle gevallen aan de eis $V_{dst,d} \leq G_{dst,d} + R_d$ wordt voldaan.

Tabel 4.6 Datalijst verwekingpotentie ondergrondse reservoirs (type B) - opdrijven (2)

RRGS ID	Maai-veld [m NAP]	Water-peil [m NAP]	Dek-king h[m]	Maximaal relatieve wateroverspanning tot 5 m diep [-]	Waterspan-ning (statisch) u [kPa]	$V_{dst,d}$ [kPa]	$G_{dst,d}$ [kPa]	R_d [kPa]	Conclu-sie
4609	-0.04	-0.75	2,5	0,57	38.9	72.7	78.7	31.8	geen opdrijven
4614	1.19	-0.25	2,3	1,00	29.6	91.3	75.4	28.3	geen opdrijven
4622	0.44	-1.16	2,0	0,48	25.0	55.2	70.5	23.4	geen opdrijven
5116	-1	-2.6	2,1	0,52	26.0	59.1	72.1	25.0	geen opdrijven
5118	-0.36	-2.2	2,4	0,53	26.6	63.2	77.1	30.0	geen opdrijven
5123	-1.08	-3.1	1,4	0,31	14.8	34.0	60.7	15.1	geen opdrijven

RRGS ID	Maai- veld [m NAP]	Water- peil [m NAP]	Dek- king h[m]	Maximaal relatieve wateroverspanning tot 5 m diep [-]	Waterspan- ning (statisch) u [kPa]	V _{dst;d} [kPa]	G _{dst;d} [kPa]	R _d [kPa]	Conclu- sie
1211 3	0	-2.6	2,5	0,24	20.0	39.6	78.7	31.8	geen oprijven

5 CONCLUSIES

Het wordt geconcludeerd dat er verweking geen risico is voor de ondergrondse reservoirs van de LPG-tankstations (type B).

6 REFERENTIES

- 1 NPR 9998 Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Geïnduceerde aardbevingen - Grondslagen, belastingen en weerstanden.
- 2 NEN 9997-1+C2 Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.



BIJLAGE: ANALYSE VERWEKING RISICO'S CATEGORIE K INRICHTINGEN

NOTITIE

Onderwerp Verwekingspotentieel voor locaties propaantanks
Project Aardbevingsrisico's voor niet-chemiebedrijven in Groningen die gevaarlijke stoffen opslaan
Opdrachtgever Nationaal Coördinator Groningen
Projectcode 108753
Status Concept 01
Datum 3 juni 2019
Referentie 108753/19-009.318
Auteur(s) P.V. Toloza Barria MSc

Gecontroleerd door ir. F. Besseling
Goedgekeurd door ir. F. Besseling
Paraaf

Bijlage(n) -

Aan NCG
Kopie -

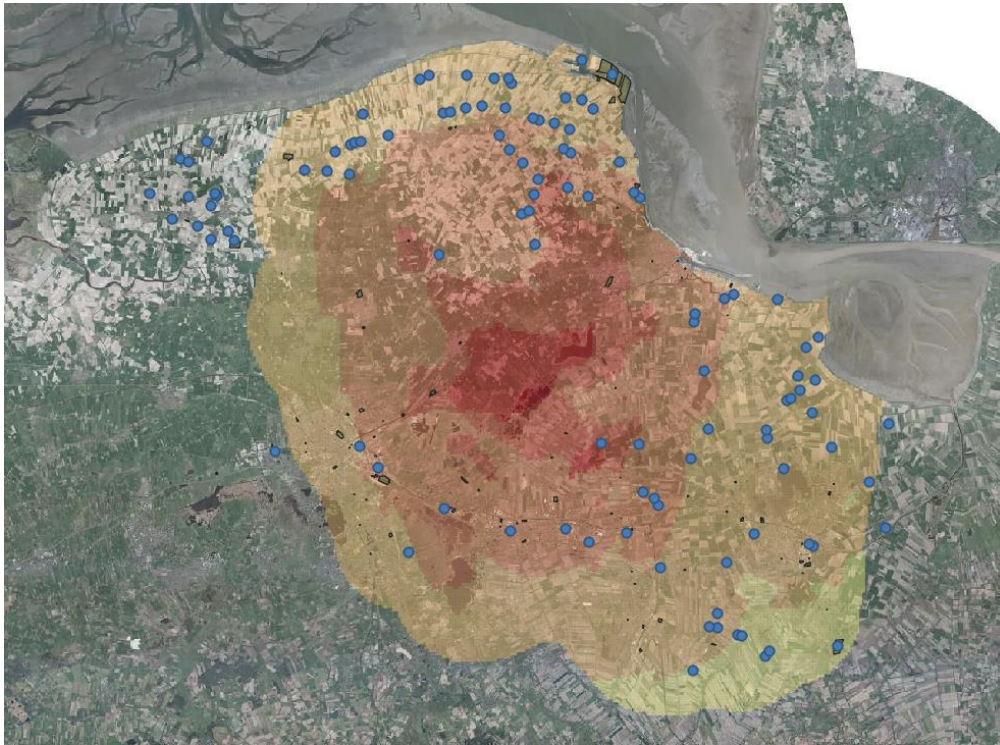
1 INLEIDING

Deze memo beschrijft de uitgevoerde berekeningen van de verwekingpotentieel op de locatie van de propaan opslag tanks (risicokaart categorie K) in Groningen. Het doel is hiermee vast te stellen in welke mate verweking een belangrijke oorzaak kan zijn voor ontstaan van kritische scenario's voor de ondergrondse leidingsystemen op locaties van propaantanks. Als specifiek scenario is benoemd dat indien een gebouw (gedeeltelijk) verzakt door verweking dat dit dan kan leiden tot afscheuren of lekkage van gasleidingen met mogelijke explosierisico's tot gevolg. Om dit te ondervangen is voor alle categorie K-locaties vastgesteld in hoeverre verzakking van gebouwen door verweking realistisch is.

2 UITGANGSPUNTEN

Afbeelding 2.1 geeft de categorie K propaantanks weer als projectie over de aardbevingsdreiging kaart voor Groningen. Tabel 2.1 geeft een lijst van de beoordeelde inrichtingen.

Afbeelding 2.1 QGIS Groningen plan met tanks (type K) (blauwe stippen) en piekgrondacceleratie (geel/rood gradiënt)



Tabel 2.1 Datalijst bodemvervloeiingspotentieel van bovengrondse tanks (type K)

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [mNAP]	Sondering
4555	0.102	-2.70	2009_5009-0191-000_C_DKM5A_000
4556	0.083	-1.50	5005-0703-000_DKM1
4612	0.128	-0.45	2012_5012-0129-000_C_DKM4_000
4948	0.120	-2.75	G07372000_D2
5172	0.071	-2.65	G07866000_D2
5173	0.072	-2.65	G07866000_D2
5974	0.118	-0.80	CPT000000073858
11851	0.099	0.53	5007-0575-000_DKM8
12024	0.134	-0.80	CPT000000058809
12097	<0.04	-1.70	2012_5011-0385-020_C_DKM27_000
12122	0.196	-3.75	5004-0576-000_DKM1
12973	0.099	-0.65	CPT000000048359
13032	0.084	-0.33	G08113000_DKM4
13043	0.088	-1.20	S03H00046
13047	0.119	-2.75	CPT000000006778
16815	0.104	-1.80	CPT000000052444

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [mNAP]	Sondering
16859	0.032	-0.55	CPT00000003380
16894	0.115	-2.05	CPT000000059840
17486	0.078	-1.60	S08C00050
17487	0.077	-1.20	S08C00052
17488	0.075	-1.20	CPT00000003120
17489	0.076	-1.20	5007-0692-000_D7
17490	0.076	-1.60	CPT00000003121
17494	0.066	-1.25	CPT000000048556
17540	0.121	-1.20	S03G00102
17551	0.140	-1.20	CPT000000048263
17552	0.146	-1.20	66471_DKP119
17553	0.123	-1.20	66471_DKP127
17561	0.145	-1.20	2016-434_1
17581	0.087	-0.40	CPT000000052441
17757	0.116	-2.05	CPT000000061121
18281	0.073	-0.50	CPT000000048330
18282	0.074	-1.07	G07411000_D1
18283	0.084	-0.33	CPT000000048372
18284	0.073	-0.33	CPT000000048379
18285	0.096	-0.40	CPT000000048272
18294	0.091	-1.15	Q02127000_D2
18295	0.073	-0.69	CPT000000048247
18296	0.106	-1.16	G05685000_DKM13
18297	0.074	-0.69	CPT000000048327
18298	0.082	-0.33	G07623000_DKM2
18299	0.074	-0.69	CPT000000048328
18300	0.095	-0.59	CPT000000048317
18301	0.098	-1.16	CPT000000048370
18302	0.081	-0.50	CPT000000048388
18303	0.074	-0.59	CPT000000048312
18304	0.081	-0.49	CPT000000048333
18305	0.076	-0.59	CPT000000048322
18306	0.095	-0.59	CPT000000048309
18436	<0.04	-0.93	CPT000000045004

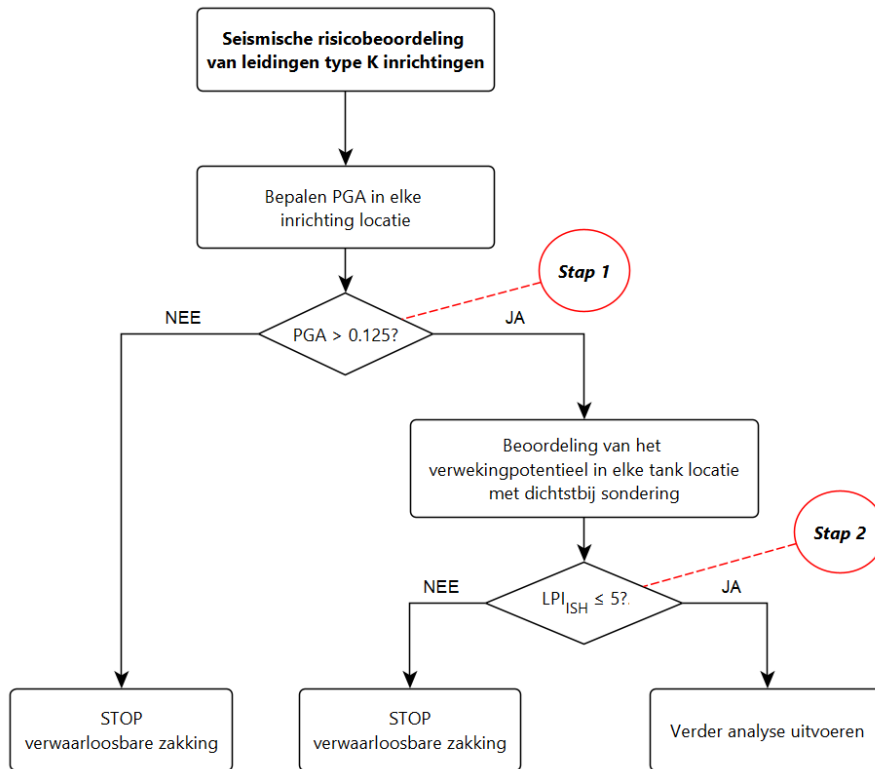
RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [mNAP]	Sondering
18443	<0.04	-0.93	CPT000000045004
18444	<0.04	-1.07	CPT000000045127
18445	<0.04	-0.93	CPT000000045004
18471	<0.04	-0.93	CPT000000045004
18488	0.106	-1.20	60158-1_DKP6930
18592	0.055	-0.75	Q01489000_D15
18593	0.054	-0.45	Q01489000_D15
18594	0.055	-0.65	Q01489000_D15
19718	0.133	-1.20	3004-0027-084_DKM34271
19758	0.086	-3.00	S08A00070
20634	0.140	-2.25	CPT000000056725
20635	0.113	-1.60	2008_5008-0144-070_C_DKM2_001
20636	0.113	-2.05	G08319000_D3
21013	<0.04	-2.10	CPT000000083184
21185	0.107	-3.45	R2188030_D2
21192	0.042	0.35	5004-0453-000_DKM1
21206	0.074	-1.60	CPT000000003402
21208	0.071	-1.65	5007-0115-000_D1
21209	0.069	-1.65	CPT000000003143
21211	0.099	-0.69	S03G00109
21212	0.073	-0.69	CPT000000048242
21214	0.107	-1.20	S07F00285
21244	0.098	-0.69	G06294000_DKM1
21246	0.042	0.35	5004-0453-000_DKM1
21248	0.049	1.05	5008-0033-000_D27
21249	0.049	-0.25	5005-0369-000_DKM1
22139	0.063	0.90	2011_5011-0123-000_C_MKS10_000
22347	0.094	-2.20	S07H00013
22792	0.160	-1.20	S07F00281
22793	0.089	-0.69	S03H00053
22795	0.098	-0.59	S03G00140
22796	0.061	0.00	5010-0151-000_DKM3
22803	0.070	-1.60	5007-0309-000_DKMP17_000
22808	0.090	-0.59	CPT000000048288

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Waterpeil [mNAP]	Sondering
22809	0.079	-1.15	CPT000000048368
22987	0.054	-2.65	CPT000000044926
23014	0.077	-2.00	CPT000000074630
23047	0.084	-0.59	Q01409000_D8
23079	0.092	-0.39	CPT000000048272
23237	0.049	0.53	5005-0369-000_DKM1
23350	0.115	-1.15	S03G00116
23351	0.149	-1.45	7209-0223-000_DKM1
23352	0.122	-1.20	S07E00155
23357	0.065	-1.50	G08357000_DKM2
23366	<0.04	-1.07	CPT000000045127
23367	<0.04	-0.93	CPT000000045004
23369	<0.04	-0.93	CPT000000045004
23370	<0.04	-1.07	S07A00146
23374	<0.04	-0.93	CPT000000045127
23375	<0.04	-0.93	CPT000000045004
23377	<0.04	-0.93	CPT000000045127
23462	<0.04	-1.35	5007-0309-000_DKMP5_001
23548	0.085	-0.59	CPT000000048306
23611	<0.04	-0.93	CPT000000045127
23778	0.081	-2.00	CPT000000003134
23842	0.065	-0.35	2000_D09686000_C_DKM315_000
24046	0.130	-2.35	5009-0032-000_DKM1
24422	0.099	-2.45	G08359000_DKM2
24482	0.076	-1.10	2011_5011-0269-000_C_DKM3_000

3 PLAN VAN AANPAK

In afbeelding 3.1 is een stroomschema gebaseerd op ref. [1] weergegeven. Dat schema is bedoeld voor de berekening van zettingen veroorzaakt door (aardbeving-geïnduceerde) verweking, voor funderingen op staal. Deze aanpak is gevolgd voor de huidige studie.

Afbeelding 3.1 Stroomdiagram van de seismische risicobeoordeling van de leidingen van propaantanks (type K) - gebaseerd op ref. [1] figuur 10.1



4 ANALYSE RESULTATEN

4.1 Stroomschema Stap 1

De resultaten van Stap 1 zijn in tabel 4.1 weergegeven. Als de piekgrondacceleratie (PGA) kleiner is dan 0,125 g, is er conform ref. [1] geen sprake van kritische verweking. Opmerking: PGA-waarden kleiner dan 0,04 g zijn niet in beschouwing genomen.

Tabel 4.1 Datalijst verwekingpotentie bovengrondse tanks (type K) - Stap 1

RRGS ID	PGA - 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
4555	0.102	geen verweking
4556	0.083	geen verweking
4612	0.128	verder uitwerken
4948	0.120	geen verweking

RRGS ID	PGA - 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
5172	0.071	geen verweking
5173	0.072	geen verweking
5974	0.118	geen verweking
11851	0.099	geen verweking
11851	0.099	geen verweking
12024	0.134	verder uitwerken
12097	<0.04	geen verweking
12122	0.196	verder uitwerken
12973	0.099	geen verweking
13032	0.084	geen verweking
13043	0.088	geen verweking
13043	0.088	geen verweking
13043	0.086	geen verweking
13047	0.119	geen verweking
16815	0.104	geen verweking
16859	0.032	geen verweking
16859	0.033	geen verweking
16894	0.115	geen verweking
17486	0.078	geen verweking
17487	0.077	geen verweking
17488	0.075	geen verweking
17489	0.076	geen verweking
17490	0.076	geen verweking
17490	0.076	geen verweking
17494	0.066	geen verweking
17540	0.121	geen verweking
17551	0.140	verder uitwerken
17552	0.146	verder uitwerken
17553	0.123	geen verweking
17561	0.145	verder uitwerken
17581	0.087	geen verweking
17757	0.116	geen verweking
18281	0.073	geen verweking
18282	0.074	geen verweking

RRGS ID	PGA - 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
18283	0.084	geen verweking
18284	0.073	geen verweking
18285	0.096	geen verweking
18294	0.091	geen verweking
18295	0.073	geen verweking
18296	0.106	geen verweking
18297	0.074	geen verweking
18298	0.082	geen verweking
18299	0.074	geen verweking
18300	0.095	geen verweking
18301	0.098	geen verweking
18302	0.081	geen verweking
18303	0.074	geen verweking
18304	0.081	geen verweking
18305	0.076	geen verweking
18306	0.095	geen verweking
18436	<0.04	geen verweking
18443	<0.04	geen verweking
18444	<0.04	geen verweking
18444	<0.04	geen verweking
18445	<0.04	geen verweking
18471	<0.04	geen verweking
18488	0.106	geen verweking
18592	0.055	geen verweking
18593	0.054	geen verweking
18594	0.055	geen verweking
19718	0.133	verder uitwerken
19758	0.086	geen verweking
20634	0.140	verder uitwerken
20635	0.113	geen verweking
20636	0.113	geen verweking
21013	<0.04	geen verweking
21185	0.107	geen verweking
21192	0.042	geen verweking

RRGS ID	PGA - 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
21206	0.074	geen verweking
21208	0.071	geen verweking
21209	0.069	geen verweking
21211	0.099	geen verweking
21212	0.073	geen verweking
21214	0.107	geen verweking
21244	0.098	geen verweking
21246	0.042	geen verweking
21248	0.049	geen verweking
21249	0.049	geen verweking
22139	0.063	geen verweking
22139	0.064	geen verweking
22347	0.094	geen verweking
22792	0.160	verder uitwerken
22793	0.089	geen verweking
22795	0.098	geen verweking
22796	0.061	geen verweking
22803	0.070	geen verweking
22803	0.070	geen verweking
22808	0.090	geen verweking
22809	0.079	geen verweking
22987	0.054	geen verweking
23014	0.077	geen verweking
23047	0.084	geen verweking
23079	0.092	geen verweking
23237	0.049	geen verweking
23350	0.115	geen verweking
23351	0.149	verder uitwerken
23352	0.122	geen verweking
23357	0.065	geen verweking
23366	<0.04	geen verweking
23367	<0.04	geen verweking
23369	<0.04	geen verweking
23370	<0.04	geen verweking

RRGS ID	PGA - 475 jaar [g]	Conclusie Stap 1
23374	<0.04	geen verweking
23375	<0.04	geen verweking
23377	<0.04	geen verweking
23462	<0.04	geen verweking
23548	0.085	geen verweking
23611	<0.04	geen verweking
23778	0.081	geen verweking
23842	0.065	geen verweking
24046	0.130	verder uitwerken
24422	0.099	geen verweking
24482	0.076	geen verweking

4.2 Stroomschema Stap 2

De conclusie van Stap 2 is weergegeven in tabel 4.2, die alle gevallen laat zien waarin de PGA groter is dan 0,125 g. Voor elke tanklocatie wordt de LPI_{ish} op de eerste 5 m van diepte vanaf het maaiveld beoordeeld op basis van de dichtstbij beschikbare sondering, om het verwekingspotentieel te bepalen.

Tabel 4.2 Datalijst verwekingpotentie bovengrondse tanks (type K) - Stap 2

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Diepte sondering [m]	LPI_{ish}	Conclusie Stap 2
4612	0.128	19.9	0.0	geen verder analyse nodig
12024	0.134	20.0	0.0	geen verder analyse nodig
12122	0.196	27.0	0.0	geen verder analyse nodig
17551	0.140	14.0	0.0	geen verder analyse nodig
17552	0.146	14.0	0.0	geen verder analyse nodig
17561	0.145	28.0	0.0	geen verder analyse nodig
19718	0.133	9.6	0.1	geen verder analyse nodig
20634	0.140	22.5	0.0	geen verder analyse nodig
22792	0.160	18.0	0.0	geen verder analyse nodig
23351	0.149	20.3	0.0	geen verder analyse nodig
24046	0.130	21.0	0.0	geen verder analyse nodig

Tabel 4.3 toont de afstand tussen de tanks uit tabel 4.2 en de dichtstbijzijnde sonderingen, die gebruikt zijn voor de beoordeling van het verwekingspotentieel. In sommige gevallen is de afstand dusdanig dat er een onzekerheid bestaat over de mate waarin de sondering representatief is voor de lokale situatie ter plaatse van de inrichting. Daarom is in aanvulling ook een beoordeling op basis van ref. [2] uitgevoerd.

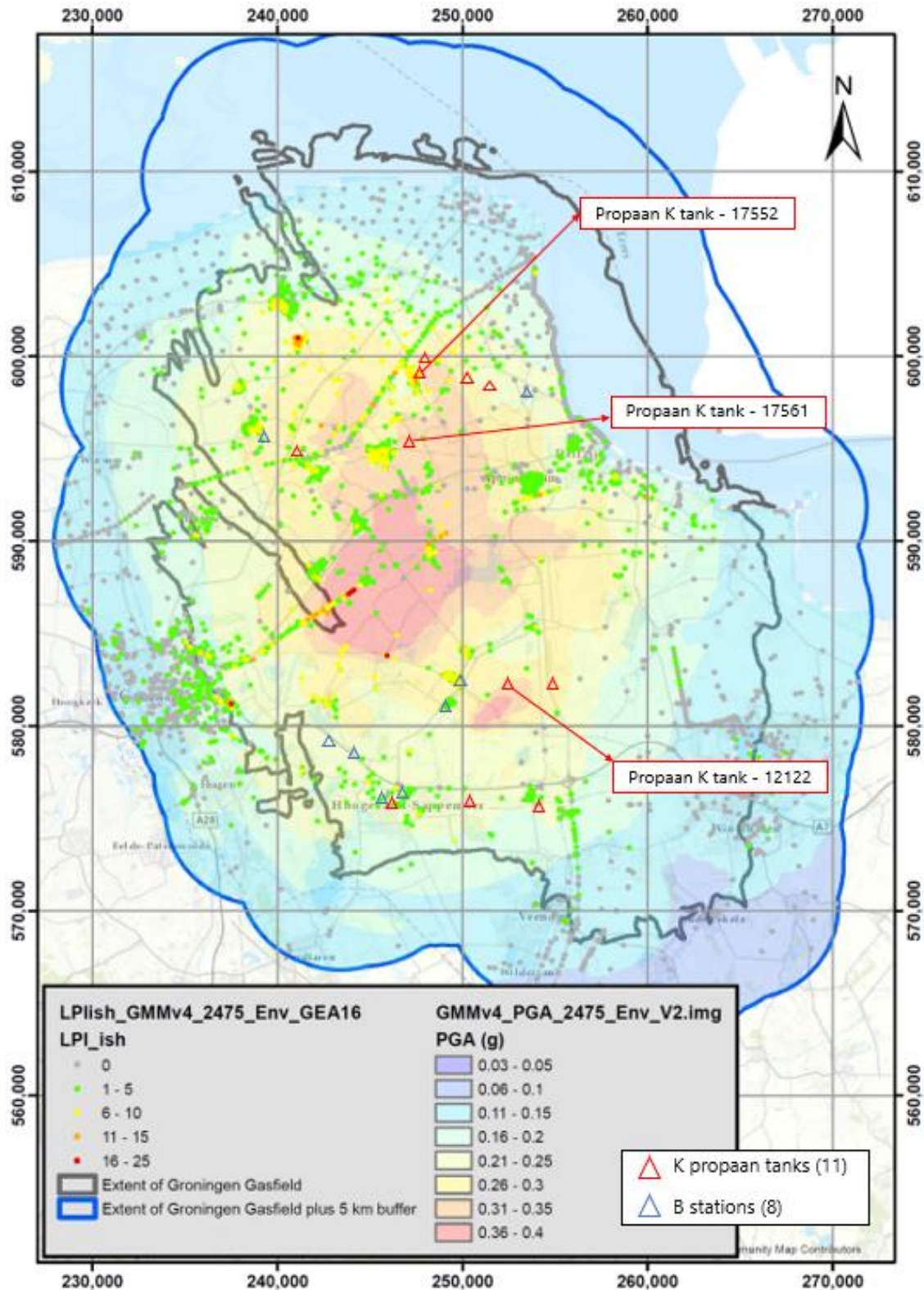
Tabel 4.3 Datalijst verwekingpotentie bovengrondse tanks (type K) met afstand tot de dichtstbijzijnde sondering

RRGS ID	PGA 475 jaar [g]	Afstand tot dichtstbij sondering [m]
4612	0.128	300
12024	0.134	118
12122	0.196	1003
17551	0.140	124
17552	0.146	52
17561	0.145	135
19718	0.133	748
20634	0.140	1090
22792	0.160	296
23351	0.149	254
24046	0.130	82

4.3 Seismische risicobeoordeling op basis van de Webtool NPR9998

Voor de volledigheid is de seismische kaart van de Webtool NPR9998 geraadpleegd (ref. [2]). Die is getoond in afbeelding 4.1, samen met drie van de propaantanks waar indicatoren van verweking potentieel aanwezig zijn (hoge piekgrondacceleratie en ongunstigste grondcondities).

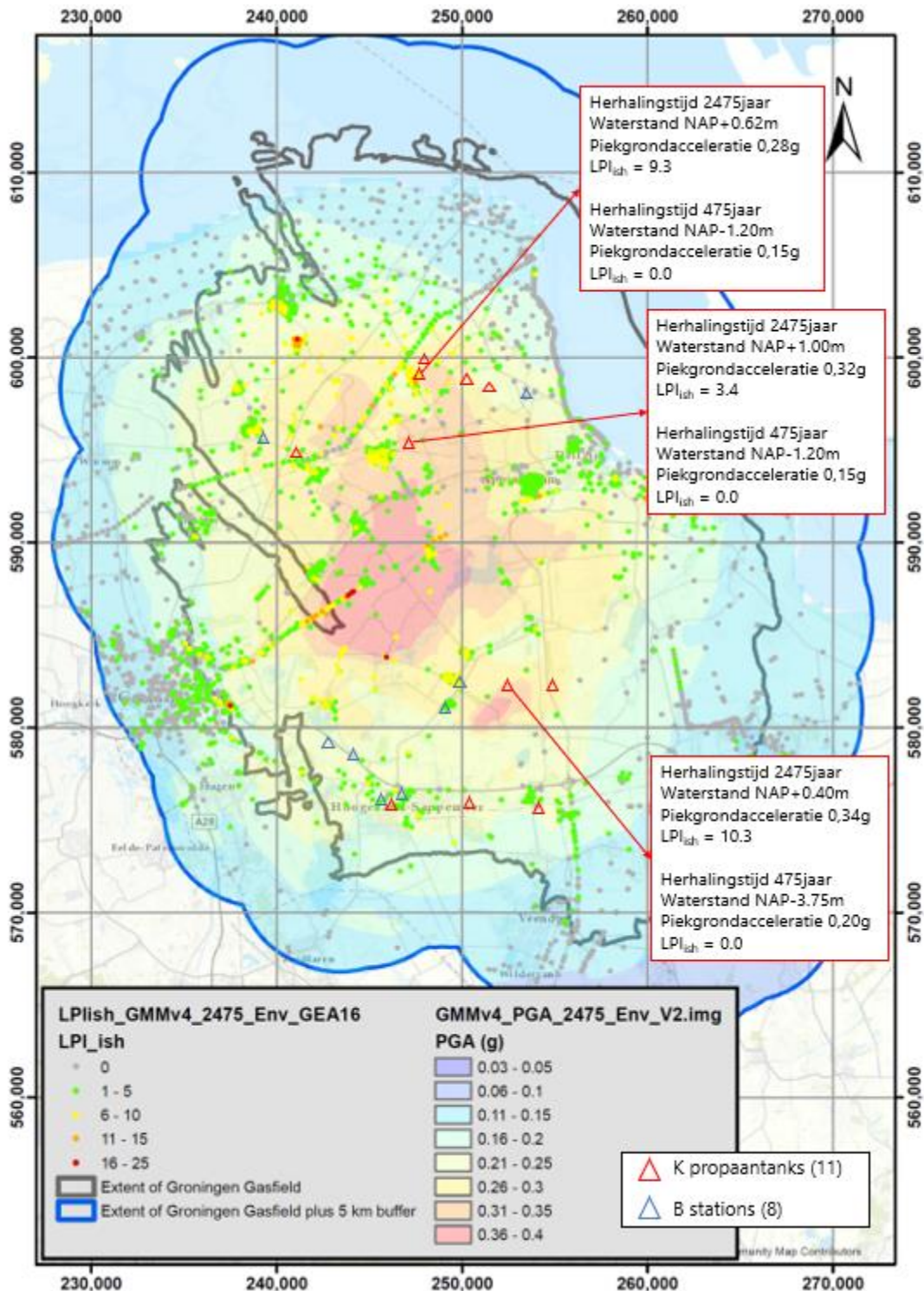
Afbeelding 4.1 LPI_{ish} risicokaart regio van Groningen



De sonderingen het dichtst bij de drie propaantanks tonen acceptabele LPI_{ish} waarden (tussen 1 en 5 - groene stippen) maar ook LPI_{ish} waarden die wijzen naar verweking potentieel (tussen 6 en 10 - gele stippen). Echter is deze kaart gemaakt voor een herhalingsperiode van 2475 jaar in plaats van de 475 jaar die we gebruiken; daarom zijn de LPI_{ish} waarden in deze kaart weergegeven hoger dan voor de voor dit project vastgestelde referentiewaarde voor herhalingstijd gelijk aan 475 jaar. Afbeelding 4.2 toont de waterstand,

PGA en berekende LPI_{ish} -waarden voor de drie kritische gevallen, voor een herhalingsstijd van 2475 jaar en 475 jaar.

Afbeelding 4.2 PGA- en LPI -waarden voor een herhalingsstijd gelijk aan 475 en 2475 jaar.



Tabel 4.4 presenteert dezelfde informatie als afbeelding 4.2 als getalswaarden. Ook de LPI_{ish} berekend voor een herhalingsstijd van 2475 jaar zijn toegevoegd aan de tabel en komen overeen met de NPR 9998 kaart waarden.

Tabel 4.4 PGA- en LPI-waarden voor een herhalingsjijd van 475 en 2475 jaar.

RRGS ID	Kaart webtool NPR 9998			W+B berekeningen					
	Herhalingsjijd 2475 jaar			Herhalingsjijd 2475 jaar			Herhalingsjijd 475 jaar		
	Waterstand [m+ NAP]	PGA [g]	LPI _{ish}	Waterstand [m+ NAP]	PGA [g]	LPI _{ish}	Waterstand [m+ NAP]	PGA [g]	LPI _{ish}
12122	0.40	0.34	1-10	0.40	0.34	10.3	-3.75	0.196	0.0
17552	0.62	0.28	6-10	0.62	0.28	9.3	-1.20	0.146	0.0
17561	1.00	0.32	1-5	1.00	0.32	3.4	-1.20	0.145	0.0

5 CONCLUSIES

Er wordt geconcludeerd dat voor een aardbevingsintensiteit behorende bij 475 jaar herhalingsjijd geen verweking optreedt voor de grondopbouw volgens de gehanteerde dichtstbijzijnde sonderingen. Hiermee is er dus ook geen risico op verzakking van de fundering ter plaatse van de gasleiding doorvoer.

De 2475 jaar herhalingsjijd kaart toont aan dat op de locatie van enkele categorie K inrichtingen mogelijk een LPI_{ish} hoger dan 5 zou kunnen optreden. Welke herhalingsjijd vanuit veiligheidsrisico oogpunt zou moeten worden gehanteerd kan enkel worden vastgesteld op basis van de geldende basis veiligheidsniveau 's en zou een aanvullende analyse vereisen. Echter, voor het betreffende project is prioritering van risico's op basis van een referentie niveau aardbeving behorende 475 jaar herhalingsjijd gevraagd. Daarom wordt hier binnen het huidige project niet nader aandacht aan besteed.

Ongeacht deze afweging geldt dat zowel voor 475 als voor 2475 jaar herhalingsjijd de meest extreme berekende zakkingen door verweking in dezelfde orde zullen liggen als zakkingen door consolidatie zetting. Hiervoor geldt dat deze bij juiste installatiewijze (een lus in de leiding ter plaatse van de doorvoer) dergelijke zettingen in veel gevallen geen schade zullen ondervinden. Daarom zijn reeds opgetreden consolidatiezakkingen, type en leeftijd van de leiding, de aanwezigheid van een dergelijke lus, en inspectieregime indicatoren voor hoe kritieke een lokale situatie mogelijk is. Deze zullen, gezien het feit dat er geen uitsluitsel te geven is over de werkelijke geldende herhalingsjijd, worden opgenomen in de checklist.

6 REFERENTIES

- 1 NPR 9998 Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Geïnduceerde aardbevingen - Grondslagen, belastingen en weerstanden.
- 2 Seismische kaart webtool NPR 9998: <http://seismischekrachten.nen.nl>.

