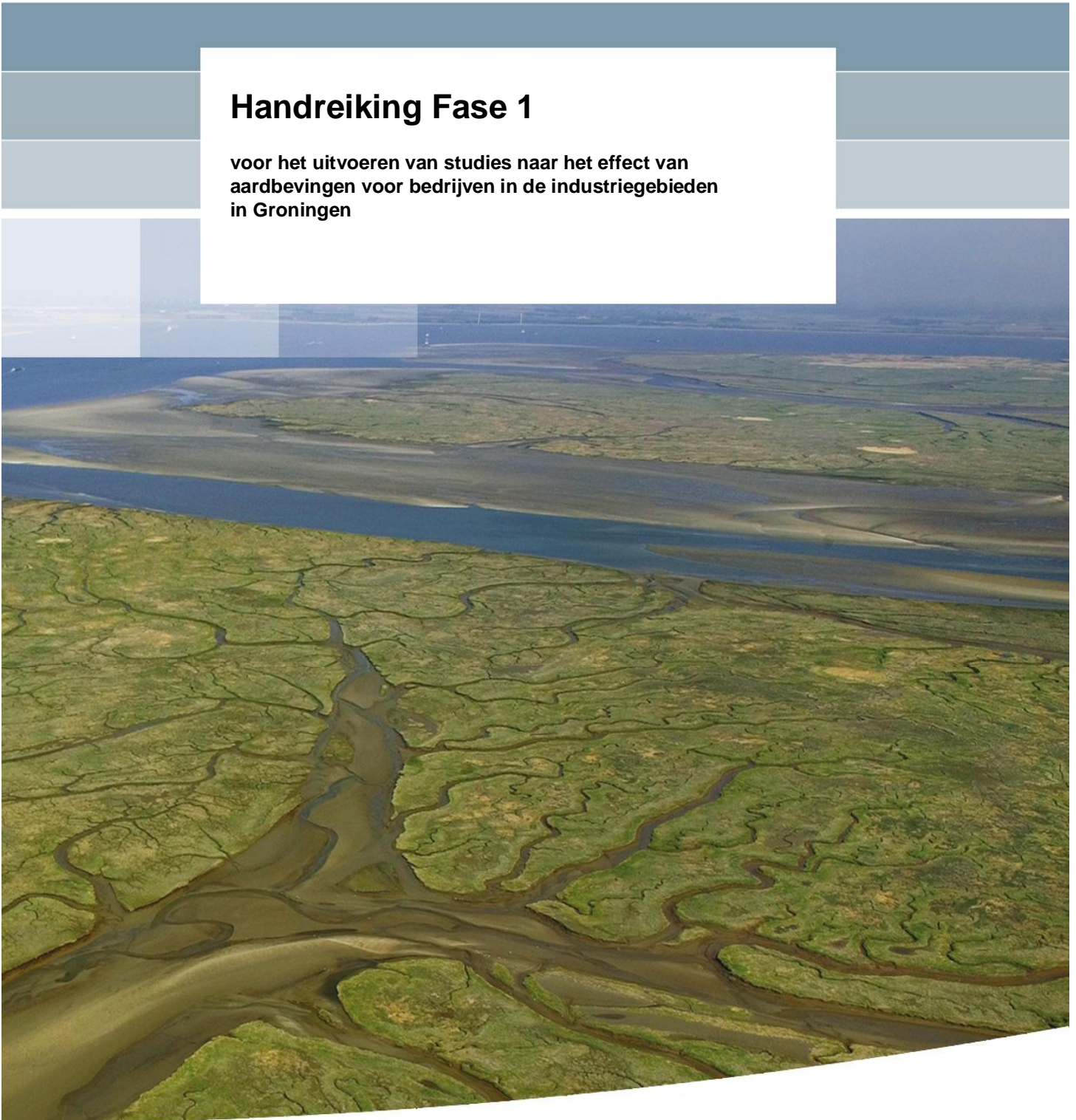


## Handreiking Fase 1

voor het uitvoeren van studies naar het effect van  
aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden  
in Groningen



## **Handreiking Fase 1**

**voor het uitvoeren van studies naar het effect van  
aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in  
Groningen**

Dr. Ir. P. Meijers  
Prof dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen

Dr. H.M.G. Kruse (editor)

1209036-000

**Titel**  
Handreiking Fase 1

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Ministerie van Economische Zaken	1209036-000	1209036-000-GEO-0284- ga	9

**Trefwoorden**

Aardbeving, herhalingsstijd, piekgrondversnelling, ontwerp responspectrum, fundering, leiding, constructie, gebouw

**Voorwoord**

De nationaal coördinator Groningen (NCG) heeft aan Deltares en TNO gevraagd de uit te voeren onderzoeken c.q. studies naar het effect van aardbevingen op de constructies (gebouwen, systemen en installaties) van de bedrijven in het Groningse aardbevingsgebied te begeleiden en te beoordelen.

De onderzoeken worden door de bedrijven in het Groningse aardbevingsgebied zelf geïnitieerd. Hierbij worden ingenieursbureaus ingezet om de onderzoeken uit te voeren. De onderzoeken worden gefaseerd uitgevoerd. Fase 1 omvat een kwalitatieve risicoanalyse. In fase 2 wordt voor de meest kritische constructies en installaties getoetst of ze voldoen aan de eisen met betrekking tot aardbevingsbestendigheid. In fase 3 worden voor de installatie die niet aan de eisen voldoen maatregelen uitgewerkt. Het kan dan gaan om fysieke aanpassingen van de installaties (zoals versterking), maar ook om aanvullende veiligheidsmaatregelen of aanpassingen in het proces. Voor deze laatste derde fase is door Deltares en TNO nog geen werkwijze beschreven.

Dit document betreft de eerste fase van het onderzoek naar aardbevingsbestendigheid. Voor de tweede fase wordt verwezen naar '1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'. De documenten voor het fase 1- en fase 2-onderzoek zijn afgeleid van het document '1209036-000-GEO-0006-v7-Handreiking voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.




**Titel**  
Handreiking Fase 1

**Opdrachtgever**  
Ministerie van Economische  
Zaken

**Project**  
1209036-000

**Kenmerk**  
1209036-000-GEO-0284-  
ga

**Pagina's**  
9

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	feb. 2014	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		prof ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder prof.ir. A.F. van Tol		ir. J. van Ruijven	
2	apr. 2014	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		prof ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder prof.ir. A.F. van Tol		ir. J. van Ruijven	
3	jun. 2014	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		prof ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder prof. ir. A.F. van Tol		ir. J. van Ruijven	
4	jul. 2015	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		prof. ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder prof. ir. A.F. van Tol		ir. J. van Ruijven	
5	mei 2017	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		ir. F.B.J. Gijsbers ir. H. Havinga		ir. J. van Ruijven	
6	nov 2017	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		ir. F.B.J. Gijsbers ir. H. Havinga		ir. J. van Ruijven	
7	jun 2018	prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen dr. ir. P. Meijers		Dr. ir. C.P.W. Geurts ir. H. Havinga		ir. J. van Ruijven	

Deze Handreiking Fase 1 is tot stand gekomen in een samenwerkingsverband tussen TNO en Deltares. Aan deze Handreiking hebben dr.ir. M.R.A. van Vliet (TNO), ir F.B.J. Gijsbers (TNO), ir. H.G. Burggraaf (TNO) dr.ir. P. Hölscher (Deltares) en ir. F. Besseling (Witteveen en Bos) en ir. C. Sigaran Loria (Witteveen en Bos) meegewerkt.

**Status**  
definitief

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Algemeen	1
1.2 Doelstelling	1
1.3 Toepassingsgebied	2
1.4 Gefaseerde aanpak	2
<b>2 Terminologie</b>	<b>3</b>
2.1 Afkortingen	3
2.2 Glossary	3
<b>3 Opzet van de studie naar de effecten van een aardbeving</b>	<b>4</b>
3.1 Algemeen	4
3.2 Fasering	4
<b>4 Fase 1</b>	<b>6</b>
4.1 Inventarisatie van de constructies en de omgeving	6
4.2 Vaststellen bedreigingen	6
4.3 Het opstellen van de verschillende scenario's en hun mate van waarschijnlijkheid	6
4.4 Het schatten van de gevolgen	7
4.5 Afronding risicoanalyse en prioritering voor de kwantitatieve beoordeling	7
<b>5 Fase 2</b>	<b>8</b>
<b>6 Referenties</b>	<b>9</b>

## Bijlage(n)

<b>A Beoordeling Constructies in Fase 1</b>	<b>A-1</b>
---	------------

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

De nationaal coördinator Groningen (NCG) heeft aan Deltares en TNO gevraagd de uit te voeren onderzoeken c.q. studies naar het effect van aardbevingen op de constructies (gebouwen, systemen en installaties) van de bedrijven in het Groningse aardbevingsgebied te begeleiden en te beoordelen.

De onderzoeken worden door de bedrijven in het Groningse aardbevingsgebied zelf geïnitieerd. Hierbij worden ingenieurbureaus ingezet om de onderzoeken uit te voeren. De onderzoeken worden gefaseerd uitgevoerd. Fase 1 omvat een kwalitatieve risicoanalyse. In fase 2 wordt voor de meest kritische constructies en installaties getoetst of ze voldoen aan de eisen met betrekking tot aardbevingsbestendigheid. In fase 3 worden voor de installatie die niet aan de eisen voldoen maatregelen uitgewerkt. Het kan dan gaan om fysieke aanpassingen van de installaties (zoals versterking), maar ook om aanvullende veiligheidsmaatregelen of aanpassingen in het proces. Voor deze laatste derde fase is door Deltares en TNO nog geen werkwijze beschreven.

Dit document betreft de eerste fase van het onderzoek naar aardbevingsbestendigheid opgenomen. Voor de tweede fase wordt verwezen naar '1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'. De documenten voor het fase 1- en fase 2-onderzoek zijn afgeleid van het document '1209036-000-GEO-0006-v7-Handreiking voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.

Dit document gaat uit van NEN-EN 1998, "Eurocode 8, Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies". Voor gebouwen is NPR 9998:2017, "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren, Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen, 2017" van toepassing.

Voor bouwwerken dient voldaan te worden aan de eisen die aan de constructieve veiligheid worden gesteld. Voor de bouwwerken die op industrieterreinen voorkomen, zoals constructies en installaties waarbij criteria voor interne en externe veiligheid en milieu relevant zijn, zijn toetscriteria gedefinieerd. Deze criteria zijn zo gekozen dat bij het niet overschrijden van de bijbehorende grenstoestand het veiligheidsrisico door een aardbeving niet wordt verhoogd.

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit document is een uniforme beoordelingswijze van de constructies en installaties van de bedrijven in het Groningse aardbevingsgebied in het geval van een aardbevingsbelasting. Met constructies en installaties worden in deze Handreiking alle procesinstallaties, leidingen, tanks, silo's, torens, masten, schoorstenen, steigers, kademuren en gebouwen bedoeld.

**1.3 Toepassingsgebied**

Indien de piekgrondversnelling op maaiveldniveau (inclusief de bodemfactor), bepaald volgens NPR 9998-webtool voor een herhalingsijd van 475 jaar, kleiner is dan 0,05 g, dan hoeft geen beoordeling op aardbevingsbelastingen plaats te vinden. Dit is in lijn met paragraaf 3.2.1 van NPR 9998:2017.

**1.4 Gefaseerde aanpak**

De studie naar de effecten van aardbevingen dient gefaseerd te worden uitgevoerd. In de eerste fase wordt op basis van een kwalitatieve analyse van de bij een bedrijf aanwezige installaties een prioritering gemaakt van de meest risicovolle constructies en installaties. Vervolgens wordt in fase 2 de aardbevingsbestendigheid van de in fase 1 geselecteerde constructies en installaties kwantitatief getoetst.

In dit document is uitsluitend de eerste fase van het onderzoek naar aardbevingsbestendigheid opgenomen. Voor de tweede fase wordt verwezen naar '1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'. De documenten voor het fase 1- en fase 2-onderzoek zijn afgeleid van het document '1209036-000-GEO-0287-v7-Handreiking voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.

## 2 Terminologie

### 2.1 Afkortingen

EC8	Eurocode 8
FMEA	Failure mode and effects analysis
LoC	Loss of Containment
LoD	Line of defence
MRA	Milieurisicoanalyse
NAP	Normaal Amsterdams Peil, referentiehoogte voor Nederland
NB	Nationale Bijlage c.q. Nationale Annex, een aanvulling op een Eurocode norm waarin bepalingen die specifiek gelden voor het betreffende land zijn opgenomen
NPR	Nederlandse praktijkrichtlijn
QRA	Kwantitatieve risicoanalyse
SBE	Samenwerkende Bedrijven Eemsdelta

### 2.2 Glossary

Hazard scenario	Een reeks van samenhangende fysisch mogelijke gebeurtenissen en gevolgen.
Intensiteit	Maat voor de gevolgen van de aardbeving aan maaiveld, kwalitatieve schaal.
Magnitude	Maat voor de sterkte van de aardbeving, meestal wordt deze uitgedrukt als Richter schaal of als moment magnitude.
Piekgrondversnelling	De hoogste waarde van de versnelling aan het maaiveld tijdens een aardbeving.



### 3 Opzet van de studie naar de effecten van een aardbeving

#### 3.1 Algemeen

Bij de opzet van de studie naar de effecten van aardbevingen zal aandacht moeten worden besteed aan een efficiënte aanpak. Gezien de veelheid van de te controleren bouwwerken c.q. constructies ligt het voor de hand om niet direct alle mogelijke constructies of constructie onderdelen te beschouwen, maar te starten met een gemotiveerde selectie van de meest belangrijke en mogelijk meest kritische constructies en installaties.

Vanzelfsprekend liggen de prioriteiten bij industriële bedrijven in het aardbevingsgebied bij het in voldoende mate beperken van risico's met betrekking tot interne veiligheid en externe veiligheid. Ook milieurisico's moeten in voldoende mate worden beperkt. Daarom dienen de uit te voeren toetsingen zich in eerste instantie te richten op ULS / no-collapse condities. Bij het overschrijden van deze grenstoestand kunnen er gevaarlijke stoffen vrijkomen en is er dus sprake van gevolgen die zijn gerelateerd aan "Loss of Containment" (LoC-condities). Ook kunnen door het overschrijden van deze grenstoestand personen gevaar lopen (bijvoorbeeld het instorten van een constructie). Om te kunnen beoordelen of de grenstoestand wordt overschreden dienen de constructies en installaties te worden doorgerekend met de specifiek voor deze condities te hanteren aardbevingsbelastingen (zie hoofdstuk 4 en 5).

#### 3.2 Fasering

Voor een effectieve toetsing van de bestaande installaties bij de bedrijven die werken met gevaarlijke stoffen geeft de Handreiking aan dat de studie in 2 fasen dient te worden uitgevoerd. In de eerste fase wordt op basis van een kwalitatieve risicoanalyse van de bij een bedrijf aanwezige installaties een prioritering gemaakt van de meest risicovolle constructies en installaties. Vervolgens wordt in fase 2 de aardbevingsbestendigheid van de in fase 1 geselecteerde installaties kwantitatief getoetst. Bij deze toetsing wordt onderscheid gemaakt tussen installaties met potentieel ernstige gevolgen en installaties met minder ernstige gevolgen die moeten worden voorkomen.

In de toetsing van bestaande constructies en installaties dient de volgende fasering met daaronder genoemde stappen te worden gevolgd:

##### ***Fase 1: Kwalitatieve beoordeling bestaande constructies en installaties***

1. Doorlopen van de constructies met betrekking tot risico's.
2. Vaststellen van de huidige staat van de constructies.
3. Prioritering van de constructies met de grootste gevolgen van falen.
4. Een kwalitatieve beoordeling van de risico's door middel van een risicoanalyse met mogelijke maatregelen om het risico te reduceren tot een aanvaardbaar niveau.

##### ***Fase 2: Kwantitatieve beoordeling bestaande constructies en installaties***

5. Indien het niet mogelijk is om op basis van de kwalitatieve beoordeling een uitspraak te doen of het risico aanvaardbaar klein is, dienen constructieve berekeningen gemaakt te worden. Aanbevolen wordt om eerst eenvoudige berekeningen te maken en daarna, indien noodzakelijk, voor de meest kritieke constructies of onderdelen van constructies geavanceerde berekeningen.

**Fase 3: Ontwerp en uitvoering van maatregelen**

6. Indien uit de vorige stappen volgt dat het risico onaanvaardbaar is dienen maatregelen te worden ontworpen. (Het is een afweging om over te gaan tot het ontwerpen van maatregelen in plaats van het uitvoeren van geavanceerde berekeningen in stap 5).
7. In de laatste fase van het aardbevingsonderzoek kunnen eveneens de eventueel vastgestelde maatregelen worden uitgevoerd. Het kan dan gaan om fysieke aanpassingen van de installaties (zoals versterking), maar ook om aanvullende veiligheidsmaatregelen of aanpassingen in het proces. Vanzelfsprekend kunnen gedurende de eerste twee fasen van het onderzoek al eenvoudige maatregelen worden doorgevoerd om een betere aardbevingsbestendigheid te bewerkstelligen.

## 4 Fase 1

Bij de kwalitatieve beoordeling in fase 1 worden de in paragraaf 3.2 genoemde stappen doorlopen. Daarbij zijn de volgende aspecten van belang.

### 4.1 Inventarisatie van de constructies en de omgeving

Het KNMI heeft een Seismic Hazard Analysis uitgevoerd (Seismic Hazard Analysis for the Groningen area, KNMI 2017), waaruit per locatie blijkt wat de overschrijdingskans is van een bepaalde PGA (piekgrondversnelling op maaiveld). Deze locatie afhankelijke aardbevingsbelasting is beschikbaar via de NPR 9998-webtool. Naast de aardbevingsbelasting, is het van belang om ook de staat van de verschillende constructies en installaties te beschrijven. Hiertoe kunnen in de studies de bestaande inspectiegegevens en onderhoudsrapporten gebruikt worden. In de fase 1 rapportages wordt dan een basis gelegd voor de inventarisatie van de staat van de constructies. Deze inventarisatie kan in fase 2 verder worden gecompliceerd met meer gedetailleerde gegevens.

Vanzelfsprekend is het noodzakelijk dat ook de zogenaamde LoD-systemen (line of defence-systemen) integraal worden meegenomen in de kwalitatieve beoordeling. Een LoD-systeem is een aanwezige technische en/of organisatorische maatregel om de risico's te beheersen. Dit kan toegespitst zijn op een inluitsysteem (specifiek) of op de gehele inrichting (generiek). Bij de inventarisatie is het noodzakelijk dat ook de werking van LoD's en de staat van de LoD's wordt vastgelegd.

Om aangemerkt te worden als een LoD moet een (grond)constructie, apparaat, systeem of voorgenomen actie:

- Effectief zijn in het voorkomen van consequenties.
- Van toepassing zijn op een bepaald LoC scenario en de kans daarop te verkleinen.
- Verifieerbaar / valideerbaar zijn met een te kwantificeren effect.

De beschikbare gegevens van de kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) en de milieurisicoanalyses (MRA's) maken deel uit van de uitgangspunten en dienen te worden geïnventariseerd en beschreven. Een beschouwing van de volledigheid, actualiteit en juistheid van deze uitgangspunten maakt deel uit van de werkzaamheden.

### 4.2 Vaststellen bedreigingen

Na de vaststelling van de aardbevingsbelasting en de beschrijving van de constructies en de installaties, worden de bedreigingen door aardbevingen geïnventariseerd. Per constructie of installatie of inluitsysteem wordt vastgesteld of er bezwijken dan wel een mogelijk LoC van gevaarlijke stoffen zou kunnen optreden. Hiertoe worden oorzakelijke verbanden gelegd tussen de aardbevingsituatie, de mogelijke invloed op constructies en installaties en de invloed op inluitsystemen.

### 4.3 Het opstellen van de verschillende scenario's en hun mate van waarschijnlijkheid

Per constructie en installatie met hun effecten op een inluitsysteem worden de mogelijke scenario's voor bezwijken dan wel het optreden van LoC geïdentificeerd. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de bestaande QRA's en MRA's. Het dient te worden opgemerkt dat bestaande QRA en MRA documenten kunnen worden gebruikt, maar dat deze analyses niet

worden aangepast aan de hand van de resultaten van het aardbevingsonderzoek (zowel het fase 1 als het fase 2 onderzoek).

Na het opstellen van deze scenario's wordt de mate van waarschijnlijkheid per scenario bepaald. De mate van waarschijnlijkheid wordt indien mogelijk op een semi-kwantitatieve manier bekeken. De op deze manier vastgestelde mate van waarschijnlijkheid van een scenario, bij een bepaalde constructie of installatie, wordt vervolgens in een kans-klasse ingedeeld. In bijlage A is voor de onderscheiden constructies en installaties een overzicht opgenomen van de aard van de uit te voeren beoordeling.

In het geval van aardbevingen dient rekening gehouden te worden met een beïnvloeding van de gehele inrichting door de aardbeving. De kansen op falen van een inluitsysteem en een LoD zijn dan niet meer onafhankelijk, omdat ze door dezelfde aardbeving belast worden.

#### **4.4 Het schatten van de gevolgen**

De gevolgen van de verschillende scenario's met LoC dienen te worden vastgesteld waarbij gebruik kan worden gemaakt van de bestaande QRA's en MRA's. Deze kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om een inschatting te maken van de reikwijdte van de scenario's (berekening van effectafstanden) en de impact op het milieu. Aan de hand hiervan kan dan worden ingeschat of en zo ja hoeveel gewonden en/of slachtoffers zouden kunnen vallen binnen en buiten de bedrijfsgrenzen. Op basis van deze gegevens kan een kwalitatieve indeling worden gemaakt in gevolgklassen. Bij het niet beschikbaar zijn van QRA's en MRA's dient aan de hand van de resultaten van beschikbare veiligheids- en milieurisico-analyses een indeling te worden gemaakt in gevolgklassen.

Het dient te worden opgemerkt dat de QRA en MRA documenten kunnen worden gebruikt, maar dat deze documenten niet worden aangepast aan de hand van de resultaten van het onderzoek naar de effecten van aardbevingen.

#### **4.5 Afronding risicoanalyse en prioritering voor de kwantitatieve beoordeling**

De resultaten van de kwalitatieve beoordeling kunnen worden gepresenteerd in de vorm van tabellen (FMEA of vergelijkbaar). De resultaten kunnen ook worden weergegeven in een semi kwantitatieve risicomatrix. Op basis van de ingevulde risicomatrices dient vervolgens een prioritering van de constructies en installaties met de grootste risico's van falen te worden gemaakt. De prioritering vormt de basis voor een selectie van constructies en installaties, die in fase 2 nader worden onderworpen aan een kwantitatieve beoordeling. Voor de Fase 2 werkzaamheden wordt verwezen naar '1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.

## 5 Fase 2

Fase 2 betreft de nadere kwantitatieve beoordeling van de kritische onderdelen van de installaties, die in fase 1 door middel van een semi kwantitatieve risicoanalyse zijn geïdentificeerd en geprioriteerd.

De nadere beoordeling in fase 2 houdt in dat wordt getoetst of de risico's, van de kritische constructies en installaties uit fase 1, voldoen aan de daaraan gestelde eisen. Voor de tweede fase wordt verwezen naar '1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'. De documenten voor het fase 1- en fase 2-onderzoek zijn afgeleid van het document '1209036-000-GEO-0287-v7-Handreiking voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'

## 6 Referenties

**[NEN-EN 1998-1 (2005)]**

Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies  
Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen  
NEN-EN 1998-1:2005

**[NEN-EN 1998-4 (2007)]**

Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies  
Deel 4: Silo's, opslagtanks en pijpleidingen  
NEN-EN 1998-4:2007

**[NEN-EN 1998-5 (2005)]**

Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies  
Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten  
NEN-EN 1998-5:2005

**[NEN-EN 1998-6 (2005)]**

Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies  
Deel 6: Torens, masten en schoorstenen  
NEN-EN 1998-6:2005

**[NPR 9998:2017]**

Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen  
NEN ICS-code 91.080.01 / 93.020 juni 2017.

**[Handreiking fase 2, 2018]**

1209036-000-GEO-0285-v7-Handreiking Fase 2 voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.

**[Handreiking v7, 2018]**

1209036-000-GEO-0287-v7-Handreiking voor het uitvoeren van studies naar het effect van aardbevingen voor bedrijven in de industriegebieden in de provincie Groningen'.

## A Beoordeling Constructies in Fase 1

<b>Gebouwen</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid van gebouwen met grote risico's bij falen		x	x
Toetsing gebouwen van metselwerk, met een aanzienlijke afmeting en zonder stabiliteitsframes		x	x
Hoogte van het gebouw / aantal verdiepingen en gerelateerde risico's		x	
Regelmatigheid van de gebouwworm		x	
Grond condities en risico op geotechnisch falen / bezwijken van de fundering (incl. verweking)		x	x
Gebouwen met binnen één gebouw verschillende typen funderingen		x	
Aansluitingen van gebouwen op kritische elementen van industriële installaties	x	x	
Mogelijke risico's van beschadiging van gebouwen op functioneren van regel- en aansturingssystemen van industrie	x	x	
Losse delen	x	x	
Verbindingen	x	x	

Tabel A.1 Gebouwen

<b>Torens, masten en schoorstenen</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid constructies met vitale functies of grote risico's bij falen	x	x	x
Grond condities en risico op geotechnisch falen / bezwijken van de fundering (incl. verweking)		x	x
P-delta effecten			x
Huidige staat van metselwerk en het effect hiervan op constructieve sterkte	x	x	
Verankeringen, type en conditie	x		x

Tabel A.2 Torens, masten en schoorstenen

1209036-000-GEO-0284, Versie 7, 8 juni 2018, definitief

<b>Silo's</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid constructies met vitale functies of grote risico's bij falen		x	x
Inhoud van de silo en risico bij falen (explosie gevaar)		x	
Grond condities en risico op geotechnisch falen / bezwijken van de fundering (inclusief risico verweking)		x	x
Hoogte in relatie tot p-delta effecten en risico op instabiliteit en omvallen			x

Tabel A.3 Silo's

<b>Tanks</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid constructies met significante risico's bij falen		x	x
Inhoud van de tank en risico bij falen (explosie gevaar / ernst van eventuele vervuiling))		x	
Onderlinge afstand van de tanks en risico's bij falen van een enkele tank		x	
Maatregelen voor risicobeheersing (systemen, containment bunds, etc.)		x	
Grond condities en risico op geotechnisch falen / bezwijken van de fundering (inclusief risico op verweking)		x	x
D/H ratio van de tank en gerelateerd risico op falen onder invloed van seismische belasting		x	
Tank freeboard en hoogte sloshing golven			x
Veiligheid en risico's gerelateerd aan het (drijvende) dak van de tank en de aansluiting op de tankwand		x	x
Aansluitingen op buisleidingen		x	x

Tabel A.4 Tanks



<b>Bovengrondse buisleidingen</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid constructies met vitale functies of grote risico's bij falen		x	x
Inhoud van de leiding en risico bij falen (explosie gevaar / ernst van eventuele vervuiling)		x	
Geometrie van het leidingensysteem en gerelateerde risico's bij aardbevingen		x	
Aansluiting van de leiding op constructies en gerelateerde risico's bij aardbevingen		x	x
Huidige staat van de leiding, inclusief de huidige staat van afsluiters, flexibele delen en verbindingen	x	x	
Periodieke inspectie en inspectie na significante aardbeving van de leiding en met name de aansluitingen	x		

Tabel A.5 Bovengrondse leidingen

<b>Ondergrondse buisleidingen</b>			
<i>Te beschouwen onderdelen / aspecten</i>	<i>Inspectie</i>	<i>Kwalitatieve beschouwing</i>	<i>Constructieve berekening</i>
Toetsing veiligheid leidingen met vitale functies of grote risico's bij falen	x	x	x
Aansluiting van de leiding op constructies en gerelateerde risico's bij aardbevingen	x **	x **	x
Risico op opdrijven van de leiding bij optreden verweking		x	x
Mogelijke interacties of beïnvloeding door gedrag van naastgelegen constructies		x	x *
Inhoud van de leiding en risico bij falen (explosie gevaar / ernst van eventuele vervuiling)		x	
Huidige staat van de aansluitingen van de leiding en de huidige staat van afsluiters	x	x	
Bochten bij ondergrondse leidingen	x		x

\* Bij ontgrondingskrater naastgelegen waterleidingen of naastgelegen gasleidingen

\*\* Indien aansluiting met flexibele overgang

Tabel A.6 Ondergrondse leidingen