



**AANTEKENEN**

Het Ministerie van Economische Zaken  
De minister, zijne excellentie de heer H.G.J. Kamp  
t.a.v. de heer drs. P. Jongerius  
Bezuidenhoutseweg 73  
2594 AC EK Den Haag

Uw ref: -

Onze ref: EP201311216689

Assen, 29 november 2013

Onderwerp: Aanbieding onderzoeksrapporten

Excellentie,

In onze aanbiedingsbrief rond het Winningsplan hebben wij aangekondigd een aantal onderliggende studies aan te leveren.

Bijgaand treft u de resultaten van de studies 1, 5 en 6. Bij de eerstgenoemde studie behoort een Oplegnotitie welke als bijlage bij deze brief is gevoegd. De studies 5 en 6 zijn samengevoegd in één document, welke gelijk is aan de Technische bijlage (A) bij de heden verzonden wijziging van het Winningsplan.

Hoogachtend,  
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Dr. L.E.C. van de Leemput  
Directeur

Bijlagen:

- Oplegnotitie Preventieve versterking van gebouwen
- Studieresultaten studies 1, 5 en 6 ( 4 CD's )

# OPLEGNOTITIE

Preventieve versterking van gebouwen om  
veiligheidsrisico's als gevolg van aardbevingen in het  
Groningen-veld zoveel mogelijk te beperken

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. ("NAM")  
Assen, november 2013

## **Inleiding**

In zijn brief van 11 februari 2013 kondigde de Minister van Economisch Zaken 11 onderzoeken aan die de besluitvorming over het Groningen-veld ondersteunen. Een van die onderzoeken (onderzoek 1) is naar preventieve maatregelen die genomen kunnen worden om onveilige situaties voor gebouwen als gevolg van aardbevingen door gaswinning zoveel mogelijk te beperken. NAM heeft voor dit onderzoek onderzoeksbureau Arup ingeschakeld, een internationale consultant met wereldwijde expertise op het gebied van het ontwerpen en analyseren van bouwkundige aspecten in relatie tot aardbevingen.

Het met Arup overeengekomen onderzoeksprogramma bestaat uit 3 onderdelen:

1. Het bepalen van het risico voor gebouwen door aardbevingen
2. Het bepalen van richtlijnen voor de versterking van gebouwen
3. Het plan van aanpak voor het implementeren van versterkende maatregelen

Aangehecht treft u de volgende Arup rapporten aan:

1. Structural Upgrading Strategy
2. Seismic Risk Study
3. Structural Upgrading Study
4. Implementation Study

## **Het bepalen van het risico voor gebouwen door aardbevingen**

Anders dan sommige andere EU-landen heeft Nederland weinig ervaring met seismische activiteit en het geassocieerde veiligheidsrisico. Er is geen regelgeving voorhanden die seismische (ontwerp)normen voorschrijft voor gebouwen. Dientengevolge zijn gebouwen in Groningen niet specifiek ontworpen om aardbevingen te weerstaan.

Arup heeft het gebouwenbestand geïnventariseerd en vastgelegd in een database voor een studie gebied dat zich uitstrekt tot 5 kilometer buiten de contouren van het Groningen-veld. Het betreft ca. 250.000 gebouwen. Een risicoanalyse is uitgevoerd op basis van dit bestand. Hierbij is gebruik gemaakt van empirische relaties waarmee de seismische weerstand van gebouwen wordt ingeschat met behulp van zogenaamde 'fragility curves'. Deze curves zijn gekalibreerd op basis van observaties van schades veroorzaakt door natuurlijke aardbevingen in landen als de Verenigde Staten, Italië en Nieuw Zeeland. De curves zijn gebaseerd op gebouwentypen die het meest representatief zijn voor veel voorkomende huizen in de Groningen regio.

Op basis van de berekeningen valt het op dit moment niet uit te sluiten, dat op termijn bevingen mogelijk zijn met een magnitude, waarbij gebouwen zwaar beschadigd zouden kunnen raken of zelfs zouden kunnen instorten, indien deze gebouwen niet versterkt zouden zijn. Zonder versterking kunnen slachtoffers derhalve niet volledig uitgesloten worden.

## **Het bepalen van richtlijnen voor de versterking van gebouwen**

Een studie is uitgevoerd om inzicht te krijgen in richtlijnen en maatregelen voor bouwkundig versterken in de regio. Voor richtlijnen is gekeken in hoeverre internationale standaarden toepasbaar zijn en/of aangepast moeten worden aan de Nederlandse situatie. De hieruit voortkomende inzichten zijn gebruikt als basis voor de analyse van gebouwen in de regio. Deze informatie is inmiddels ter beschikking gesteld aan de NEN-commissie die een Nationale Praktijk Richtlijn (NPR) voorbereidt.

Ten behoeve van de studie is uit de database met gebouwen een selectie gemaakt van 'typische gebouwen' voor een gedetailleerde analyse. In de analyse is de seismische weerstand van gebouwen bekeken en worden verstevigingsmaatregelen in kaart gebracht.

Drie hoofdgroepen van verstevigende maatregelen worden onderscheiden, waarbij de complexiteit, duur en gevolgen van de maatregelen voor bewoners toeneemt met hogere interventieniveaus:

- 1) Vastzetten van loszittende delen. Dit geldt met name voor schoorstenen en uitstekende delen op hoogte, welke bij een seismische activiteit zouden kunnen loskomen en letsel veroorzaken bij het vallen.
- 2) Verbeteren van de samenhang. Verbindingen in de bouwstructuur kunnen loskomen, waarbij bijvoorbeeld muren de bovenliggende delen mogelijk niet meer steunen. In de provincie Groningen zijn vloeren in metselwerk vaak los opgelegd en daardoor gevoelig voor zijwaartse versnellingen.
- 3) Verbeteren van de seismische weerstand van bouwkundige elementen. Hierbij moet gedacht worden aan het verstevigen of vervangen van muren en/of funderingen.

Voor de analyse is in eerste instantie gebruik gemaakt van lineaire modellen, aangevuld met een beperkt aantal niet-lineaire modellen. De minimale grondversnellingswaarde waarbij maatregelen 2 en 3 nodig zijn heeft verdere analyse nodig, waarbij de meer geavanceerde niet-lineaire modellen, aangevuld met testdata, gebruikt zullen worden.

### **Het implementeren van verstevigingsmaatregelen**

In de gebieden met een hoger seismisch risico zullen maatregelen genomen worden om de weerstand van gebouwen tegen seismische belasting preventief te verbeteren. Het doel van dit preventief verstevigen is het verminderen van de kans op letsel. Versteviging zal echter lichtere schade aan gebouwen niet kunnen voorkomen.

Onder verwijzing naar onderstaande figuur is het voorgestelde plan van aanpak om te beginnen met inspectie van gebouwen in het gebied met het hoogste seismisch risico, en van daaruit in fases naar de lagere risicogebieden toe te werken. Het uiteindelijk aantal gebouwen dat geïnspecteerd gaat worden zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van de laatste inzichten in de voorspellingen van bodembeweging als gevolg van aardbevingen en inzichten in de seismische weerstand van gebouwen.

Voor het plan van aanpak is gebruik gemaakt van de 'importance class' zoals gegeven in Eurocode 8. Gebouwen die vitaal zijn voor het verlenen van hulp in geval van een beving, zoals ziekenhuizen, brandweer en politie posten, zijn Class IV. Gebouwen waarbij de gevolgen potentieel groter zijn dan gemiddeld, zoals scholen, dagverblijven, gemeenschapsgebouwen en kerken zijn Class III. Deze hebben een hogere prioriteit dan woonhuizen (Class II) en agrarische gebouwen en bijgebouwen (Class I).

In de aanpak vormen Class IV & III en de Class II & I gebouwen aparte werkstromen. Voor de Class IV & III gebouwen is reeds begonnen met het opvragen van de bouwtekeningen ter voorbereiding van een gedetailleerde bouwinspectie. Voor Class II & I is begonnen met een straatinspectie, waarbij eerst de 1700 gebouwen in Loppersum in kaart worden gebracht. Met de straatinspecties worden karakteristieke kenmerken geregistreerd waarna een prioriteitsscore aan individuele gebouwen kan worden toegekend.

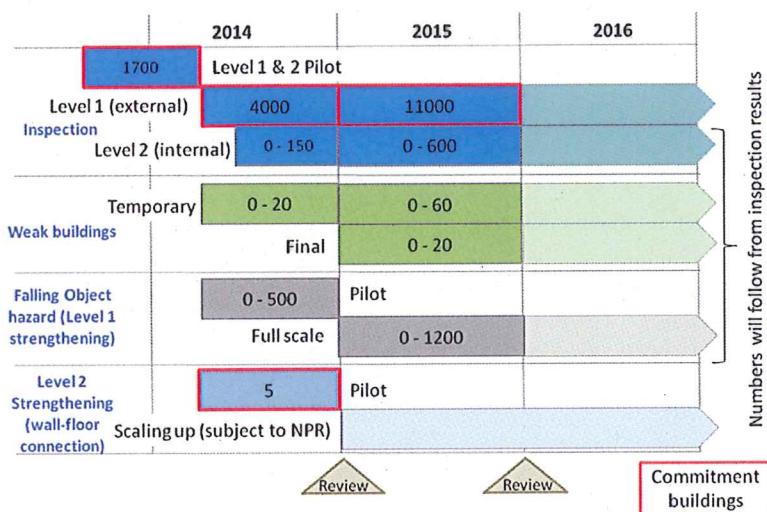
Het verstevigingsprogramma volgt het inspectieprogramma en de prioriteiten die daar uit voortkomen. Voor de Class IV & III gebouwen zal een specifieke bouwkundige analyse gedaan worden en preventieve

verstevingmaatregelen op een individuele basis worden afgesproken. Voor de Class II & I gebouwen wordt als eerste stap de loszittende delen zoals schoorstenen vastgezet (zogenoeten 'level 1' maatregelen).

Gebouwen waarbij de huidige sterkte ver beneden de ontwerpnorm ligt en die al een veiligheidsrisico vormen bij lage aardbevingsbelastingen zullen ook op korte termijn versterkt worden. Hierbij worden eerst tijdelijke maatregelen toegepast, op een later tijdstip gevolgd door permanente maatregelen. Daar waar de kosten voor preventief versterken de economische en/of culturele waarde van een gebouw overschrijden, moet op individuele basis een alternatieve aanpak besproken worden.

In 2014 zal een pilot gedaan worden met 5 woningen om zogeheten 'level 2 versterkingsmaatregelen' te testen; bijvoorbeeld het verbeteren van de samenhang tussen muren en plafonds. Het aantal gebouwen dat versterkt gaat worden en het benodigde niveau van versterking zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van voortschrijdend inzicht.

De statistische trends die waargenomen worden in de frequentie en magnitude van het optreden van aardbevingen geven aan dat er over de tijd een graduele toename is te verwachten van het aantal bevingen en de maximale magnitude. Dit graduele verloop (een van de elementen die in het kader van het Meet- en Monitoringsplan nauwkeuring gevolgd zullen worden) geeft aan dat het zeer onwaarschijnlijk is dat op korte termijn een beving met zware tot zeer zware schade tot gevolg verwacht kan worden. Het reeds gestarte preventieve versterkingsprogramma is zodanig opgezet dat de hoogste risicosituaties al in 2014 aangepakt gaan worden.



Indicatieve tijdslijn hoofdactiviteiten