

---

# **Vijf jaar na Huizinge**

Het effect van aardbevingen op de huizenprijzen in Groningen

---

Met dank aan de deelnemers aan de *special session* 'The Impact of Earthquakes on Regional Housing Markets and Regional Economic Development' tijdens het ERSACongres 2017 in Groningen voor nuttig commentaar op een eerdere versie van dit onderzoek.

Eindredactie: Nadine van den Berg

Atlas voor gemeenten  
Postbus 9627  
3506 GP UTRECHT  
T 030 2656438  
F 030 2656439  
E [info@atlasvoorgemeenten.nl](mailto:info@atlasvoorgemeenten.nl)  
I [www.atlasvoorgemeenten.nl](http://www.atlasvoorgemeenten.nl)

© Atlas voor gemeenten, Utrecht, 16 oktober 2017

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Vijf jaar na Huizinge

Het effect van aardbevingen op de huizenprijzen in Groningen



---

## Inhoud

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Samenvatting en conclusies            | 7  |
| 1 Aanleiding                          | 8  |
| 2 Methode                             | 11 |
| 3 Resultaten                          | 17 |
| Bijlage 1 Selectie referentiewoningen | 25 |
| Bijlage 2 Bevingshistorie             | 30 |
| Bijlage 3 Schadehistorie              | 47 |
| Bijlage 4 Afbakening risicogebied     | 53 |
| Bijlage 5 Modelspecificaties          | 60 |

Vijf jaar na Huizinge, Atlas voor gemeenten

---

## Samenvatting en conclusies

- In dit onderzoek is het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de huizenprijzen in een nieuw afgebakend risicogebied in de provincie Groningen onderzocht. Het onderzoek richt zich op de periode van augustus 2012 (de beving in Huizinge) tot en met juni 2017. Er is zowel naar een eventueel imago-effect voor het gebied als geheel, als naar het effect van de bevings- en schadehistorie op de verschillende plekken in het gebied gekeken.
- Uit het onderzoek blijkt dat een imago-effect binnen een gebied met dertig procent of meer geaccepteerde schadegevallen ten opzichte van de totale woningvoorraad aannemelijk is en binnen een gebied met twintig procent of meer schadegevallen niet uit te sluiten. Het risicogebied is daarom gedefinieerd als het gebied met twintig procent of meer geaccepteerde schadegevallen ten opzichte van de totale woningvoorraad.
- Binnen dat risicogebied komt het netto prijseffect voor de gehele periode gemiddeld uit op -2,2% per woning. Omdat de bevings- en schadehistorie sterk variëren, is het prijseffect afhankelijk van de specifieke ligging binnen het risicogebied en zijn er grote individuele verschillen.
- Ook lijkt het prijseffect van aardbevingen en aardbevingsrisico te variëren in de tijd. Aan het begin van de periode – van augustus 2012 ('Huizinge') tot en met januari 2014 (de aankondiging van diverse compenserende maatregelen) – was het gemiddelde prijseffect het grootst. Sindsdien – en met name sinds juni 2016 (de aankondiging van verdere productiebeperkingen) – is het gemiddelde prijseffect afgenomen, en lijken de verschillen binnen het risicogebied juist verder toe te nemen.

---

## 1 Aanleiding

Vijf jaar geleden – op 16 augustus 2012 – werd Groningen opgeschrikt door een aardbeving met een kracht van 3,6 op de schaal van Richter bij het dorp Huizinge in de gemeente Loppersum. Sindsdien is de aardbevingsproblematiek onafgebroken in het nieuws gebleven en loopt er een wetenschappelijke, maatschappelijke en juridische discussie over de invloed van aardbevingen en het aardbevingsrisico op de woningwaarde in het gebied.

Sinds ‘Huizinge’ is er veel gebeurd dat van invloed kan zijn geweest op de woningmarkt in het gebied. Allereerst de publicatie van een KNMI-onderzoek in januari 2013 waarin werd geconcludeerd dat Groningen in de toekomst mogelijk rekening moet houden met aardschokken tot een kracht van 5 op de schaal van Richter.<sup>1</sup> En daarna verschillende andere publicaties over bijvoorbeeld de bevingen die hebben plaatsgevonden en de schadeafhandeling. Daarnaast hebben er ook verschillende gebeurtenissen plaatsgevonden waarvan een positief effect op de woningmarkt zou kunnen zijn uitgegaan, zoals begin 2014 de aankondiging van diverse compensatiemaatregelen<sup>2</sup> – waaronder een compensatieregeling voor de waardedaling van woningen<sup>3</sup> en een waardevermeerderingsregeling<sup>4</sup> – de vernietiging van het voorgenomen nieuwe winningsplan door de Raad van State en als gevolg daarvan een reductie van de gaswinning van 33 naar 27 miljard kubieke meter in november 2015,<sup>5</sup> en het nieuwe Gasbesluit in juni 2016 waarin een verdere verlaging van de gaswinning van 27 naar 24 miljard kubieke meter werd aangekondigd.<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> B. Dost, M. Caccavale, T. van Eck, D. Kraaijpoel, 2013: Report on the expected PGV and PGA values for induced earthquakes in the Groningen area (KNMI, De Bilt).

<sup>2</sup> Kamerbrief minister Kamp van Economische Zaken, 17 januari 2014.

<sup>3</sup> Regeling Waardedaling van de Nederlandse Aardolie Maatschappij. Versie 29 april 2014. <http://www.namplatform.nl/wp-content/uploads/2014/04/Regeling-waardedaling1.pdf>. De Regeling Waardedaling (kortweg: Waarderegeling) geldt voor woningeigenaren die hun woning aan een particuliere koper hebben verkocht, en die bij de verkoop van hun woning mogelijk een lagere verkoopprijs voor hun woning konden realiseren als gevolg van aardbevingen en/of aardbevingsrisico (ook in geval van echtscheiding of erfrechtelijke verkrijgingen kunnen bewoners opteren voor een compensatie onder de regeling). Deze regeling richt zich dus op de compensatie voor waardedaling en staat naast een al langer (sinds 1993) bestaande regeling voor het herstel van fysieke aardbevings schade (kortweg: Schaderegeling).

<sup>4</sup> Via de Tijdelijke Regeling Waardevermeerdering (WVM) bood de NAM met ingang van 17 januari 2014 een subsidie van maximaal € 4000 aan eigenaren van woningen in het aardbevingsgebied met een bevingsschade van minimaal € 1000. Met deze tegemoetkoming konden zij energiebesparende of -opwekkende maatregelen financieren die de waarde van hun woning verhoogden.

<sup>5</sup> Raad van State 18 december 2015, ECLI:NL:RVS:2015:3578. Overschrijding tot maximaal 33 miljard kubieke meter was volgens de uitspraak toegestaan als het gasjaar 2015-2016 een relatief koud jaar zou blijken te zijn.

<sup>6</sup> Kamerbrief minister Kamp van Economische Zaken 24 juni 2016.



Vijf jaar na 'Huizinge' lijkt een goed moment om de tussentijdse balans op te maken. In dit onderzoek is het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de waarde van woningen in het risicogebied onderzocht (zie hoofdstuk 2 en bijlage 4 voor de in dit onderzoek gehanteerde definitie van het risicogebied). Dat is niet voor het eerst.

Sinds 2013 deed Ortec Finance in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken onderzoek naar de woningwaardeontwikkelingen in aardbevingsgevoelige gebieden rond het Groningenveld.<sup>7</sup> Het onderzoek van Ortec Finance is voortgezet door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), en wordt inmiddels op verzoek van de Nationaal Coördinator Groningen (NCG) elk half jaar herhaald.<sup>8</sup> Ook onderzoekers van de Vrije Universiteit (VU) doen onderzoek naar de effecten van de aardbevingsproblematiek op huizenprijzen,<sup>9</sup> en ook onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen en Atlas voor Gemeenten hebben hier eerder onderzoek naar gedaan.<sup>10</sup> In 2016 zijn de verschillende op dat moment beschikbare onderzoeken door OTB (TU Delft) vergeleken en beoordeeld.<sup>11</sup> Ook is er sindsdien een aantal andere publicaties verschenen waarin het bestaande onderzoek wordt vergeleken en bediscussieerd.<sup>12</sup>

Dit onderzoek is een actualisatie van het eerdere onderzoek van Atlas voor gemeenten.<sup>13</sup> Daarbij is de methode aangescherpt en zijn aanvullende

<sup>7</sup> M. Francke, K. Lee, 2013: De waardeontwikkeling op de woningmarkt in aardbevingsgevoelige gebieden rond het Groningenveld (Ortec Finance, Rotterdam). En meest recent: M. Francke, B. Broekmeulen, 2016: De ontwikkelingen op de woningmarkt rond het Groningenveld: actualisatie 2<sup>e</sup> kwartaal 2016 (Ortec Finance, Rotterdam).

<sup>8</sup> CBS, 2015: Woningmarktontwikkelingen rondom het Groningenveld. 1e kwartaal van 1995 tot en met 2e kwartaal 2015 (CBS, Den Haag). En meest recent: CBS, 2017: Woningmarktontwikkelingen rondom het Groningenveld - 1e kwartaal 1995 tot en met 4e kwartaal 2016 (CBS, Den Haag).

<sup>9</sup> H. Koster, J. van Ommeren, 2015: A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices, *European Economic Review*, 80, pp. 120–139 en meer recent: H. Koster, 2016: Gaswinning, aardbevingen en huizenprijzen. Rapport in opdracht van OTB, Universiteit Delft (VU, Amsterdam).

<sup>10</sup> M. Bosker, H. Garretsen, G. Marlet, R. Ponds, J. Poort, C. van Woerkens, 2015: Schokken de prijzen? Relatieve huizenprijsontwikkeling in het aardbevingsgebied in Groningen en de invloed van aardbevingen en aardbevingsrisico (Rijksuniversiteit Groningen / Atlas voor gemeenten); M. Bosker, et al., 2016: Met angst en beven. Verklaringen voor de dalende huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied (Atlas voor gemeenten, Utrecht).

<sup>11</sup> S. Jansen, P. Boelhouwer, H. Boumeester, H. Coolen, J. de Haan, C. Lamain, 2016: Beoordeling woningmarktmodellen aardbevingsgebied (OTB, Delft).

<sup>12</sup> M. Bosker, H. Garretsen, G. Marlet, R. Ponds, J. Poort, C. van Woerkens, 2016: Bijdrage aardbevingen aan waardedaling woningen in Groningen overschat, in: *Economisch Statistische Berichten*, 4733, pp. 294-298; G. de Kam, 2016: Waardedaling door aardbevingen nader beschouwd. Een reactie op ESB en het onderzoek Met angst en beven. Universiteit Groningen, faculteit ruimtelijke wetenschappen: URSI Research Report 354; C. Koopmans en W. Rougoor, 2017: Earthquakes and house prices: a meta-analysis (SEO, Amsterdam). Paper gepresenteerd op het ERSACongres 2017 in Groningen.

<sup>13</sup> In het eerdere onderzoek (M. Bosker, et al., 2016: Met angst en beven. Verklaringen voor de dalende huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied (Atlas voor gemeenten, Utrecht)) heeft

analyses uitgevoerd naar aanleiding van de bevindingen van collega-onderzoekers. De kritiek op eerder onderzoek richtte zich met name op drie aspecten: de afbakening van het risicogebied, het positieve prijseffect van het toegekende budget voor schadeherstel en de gebruikte indicator voor voelbare aardbevingen.<sup>14</sup> In dit nieuwe onderzoek heeft Atlas voor gemeenten daarom onder meer (i) het risicogebied nauwkeuriger gedefinieerd; (ii) het prijseffect van het uitkeren van een vergoeding voor het herstel van fysieke schade nader onderzocht; en (iii) de indicator voor al dan niet voelbare aardbevingen nader gespecificeerd.

In hoofdstuk 3 staan de onderzoeksresultaten, maar eerst worden in hoofdstuk 2 de onderzoeksmethode en de gegevens die voor dit onderzoek zijn gebruikt beschreven.

---

Atlas voor Gemeenten gekeken naar de periode van 1 januari 2011 tot en met 30 september 2015. Uit die studie is gebleken dat aardbevingen en aardbevingsrisico vóór 'Huizinge' geen effect op de woningwaarden in het aardbevingsgebied hadden. Dit onderzoek gaat daarom alleen over de periode na 'Huizinge': van augustus 2012 tot en met juni 2017.

<sup>14</sup> Daarnaast is er het nodige commentaar geweest dat meer technisch van aard is. Zo is er door OTB gesuggereerd om in de modellen minder controlevariabelen te gebruiken zodat de modellen spaarzamer worden en de resultaten makkelijker te interpreteren (S. Jansen, P. Boelhouver, H. Boumeester, H. Coolen, J. de Haan, C. Lamain, 2016: Beoordeling woningmarktmodellen aardbevingsgebied (OTB, Delft), p.57). In dit nieuwe onderzoek zijn om die reden in het basismodel niet langer locatiekenmerken als controlevariabelen opgenomen, maar alleen woningkenmerken. Wel zijn gevoeligheidsanalyses met die locatiekenmerken uitgevoerd.

## 2 Methode

De centrale vraag in dit onderzoek is of er in het risicogebied een prijsdaling is die is toe te schrijven aan aardbevingen en aardbevingsrisico. Om dit effect te kunnen vaststellen, moet het eventuele effect van aardbevingen en aardbevingsrisico geïsoleerd worden van andere factoren die effect kunnen hebben op huizenprijzen in het risicogebied. Daartoe is in dit onderzoek gebruikgemaakt van de zogenoemde hedonische prijsmethode. In het onderzoek zijn verschillende stappen gezet – de afbakening van het risicogebied, de selectie van referentiewoningen en de constructie van de bevingsindicatoren en de controlevariabelen die in de uiteindelijke regressieanalyse zijn gebruikt – die hieronder beknopt worden toegelicht en waarop in de bijlagen uitgebreider wordt ingegaan.

### 2.1 De hedonische prijsmethode

De hedonische prijsmethode is de wetenschappelijk gangbare methode om de (positieve of negatieve) waarde van een bepaald verschijnsel (zoals aardbevingen) in te schatten, waarvoor geen eigen markt bestaat waarop een prijs tot stand komt.<sup>15</sup> De hedonische prijsmethode gaat ervan uit dat mensen de voor- en nadelen van een bepaalde woonlocatie meewegen in hun bereidheid om te betalen voor een woning op zo'n locatie.<sup>16</sup> Overlast en onveiligheid in de woningomgeving zijn factoren die de woningprijzen in theorie beïnvloeden.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> De onderzoekers die dit onderzoek naar de prijseffecten van aardbevingen hebben uitgevoerd hebben op deze manier eerder met succes het effect van overstromingsrisico op de huizenprijzen in Nederland geïsoleerd van het prijseffect van andere kenmerken (M. Bosker, H. Garretsen, G. Marlet, C. van Woerkens, 2017: Nether Lands. Evidence on the price and perception of rare natural disasters, in: Journal of the European Economic Association (accepted)). Met de gebruikte methode en indicatoren wordt bovendien aangesloten bij eerder onderzoek waarmee huizenprijsverschillen in Nederland worden verklaard (G.A. Marlet, 2009: De aantrekkelijke stad. Moderne locatietheorieën en de aantrekkingskracht van Nederlandse steden (VOC Uitgevers, Nijmegen); H. Garretsen, G. Marlet, 2017: Amenities and the Attraction of Dutch Cities, in: Regional Studies, 51, 5, pp. 724-736) en grondprijsverschillen op woonlocaties (H. de Groot, G. Marlet, C. Teulings, W. Vermeulen, 2011: The Urban Land Premium (Edward Elgar Publishers)).

<sup>16</sup> S. Rosen, 1974: Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition, in: Journal of Political Economy, 82, pp.34-55; J. Roback, 1982: Wages, rents, and the quality of life, in: Journal of political economy, 90, p.1257-1278.

<sup>17</sup> De verlangde compensatie voor een woning die in een relatief onveilige woonomgeving staat bleek in de VS in de jaren tachtig bijvoorbeeld gemiddeld 2200 dollar per woning te zijn. Zie: G.C. Blomquist, M.C. Berger, J.P. Hoehn, 1988: New estimates of Quality-of-life in Urban Areas, in: The American Economic Review, 78, 1, pp. 89-107. Zie voor Nederland: H. Garretsen, G. Marlet, 2017: Amenities and the Attraction of Dutch Cities, in: Regional Studies, 51, 5, pp. 724-736.

De hedonische prijsmethode gaat uit van de *feitelijke transacties* op de woningmarkt in het risicogebied.<sup>18</sup> In dit onderzoek wordt de prijs van verkochte woningen in het risicogebied met hedonische prijsanalyses vergeleken met de prijs van verkochte referentiewoningen buiten het risicogebied maar op voor het overige zo goed mogelijk vergelijkbare locaties.<sup>19</sup> Op die manier wordt zo goed mogelijk uitgesloten dat er prijsverschillen zijn die het gevolg zijn van andere locatiekenmerken dan aardbevingen en aardbevingsrisico.

---

## 2.2 De afbakening van het risicogebied

Naar aanleiding van kritiek op eerder onderzoek (zie hoofdstuk 1) is in dit onderzoek de afbakening langs gemeentegrenzen losgelaten en voor de gebiedsafbakening gebruikgemaakt van het aandeel woningen met geaccepteerde schadeclaims. De afbakening van het risicogebied is daarmee gebaseerd op een indicator die samenvalt met de mate waarin het risico op de woningmarkt wordt beleefd. De mate waarin woningen in een gebied zijn beschadigd door aardbevingen blijkt hier namelijk een goede graadmeter voor te zijn. De beschadigingen zijn ‘objectief’ (in de zin dat er in principe door experts is vastgesteld dat de schade door bevingen is veroorzaakt<sup>20</sup>) en het betreft openbare informatie; de locaties waar veel of weinig schade is,

---

<sup>18</sup> De vraag is of die transactieprizen het hele verhaal vertellen van wat er gaande is op de woningmarkt in het risicogebied. Het beeld zou eventueel kunnen worden vertekend indien alleen de beste woningen nog verkocht worden of wanneer woningen langer te koop staan of onverkoopbaar zijn geworden. Zie hierover: CMO STAMM & Sociaal Planbureau Groningen, 2016: Wonen en leven met aardbevingen. Meningingen, knelpunten en oplossingsrichtingen van burgers (CMO STAMM & Sociaal Planbureau Groningen, Groningen). Hier zijn echter geen aanwijzingen voor. Uit eerder onderzoek bleek dat de looptijd van verkochte woningen in het risicogebied niet langer was dan die in vergelijkbare gebieden; het gevonden verschil was drie à vier dagen en statistisch niet significant (M. Bosker, H. Garretsen, G. Marlet, R. Ponds, J. Poort, R. van Dooren, C. van Woerkens, 2016: Met angst en beven. Verklaringen voor dalende huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied (Atlas voor gemeenten/Rijksuniversiteit Groningen)). Ook bleek uit dat onderzoek dat de staat van onderhoud (zowel binnen als buiten) van de woningen die per 1 oktober 2015 te koop stonden iets beter was dan van de verkochte woningen. Als alleen de beste woningen nog verkocht worden, zou je precies het omgekeerde verwachten. Onderzoek van het Centraal Bureau voor de Statistiek bevestigt dat beeld (CBS, 2016: Woningmarktontwikkelingen rondom het Groningenveld: 1<sup>e</sup> kwartaal 1995 tot en met 2<sup>e</sup> kwartaal 2016 (CBS, Den Haag)). Het onderzoek laat zien dat de kenmerken van de verkochte en te koop staande woningen in het aardbevingsgebied niet afwijken van de totale woningvoorraad in dat gebied als het gaat om oppervlakte, WOZ-waarde en bouwjaar.

<sup>19</sup> Op die manier wordt aangesloten bij het principe van *propensity score matching*, zie bijvoorbeeld: G.W. Imbens & J.M. Wooldridge, 2009: Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature* 47.1 (5-86); G.W. Imbens, 2004: Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: A review. *Review of Economics and Statistics* 86.1 (4-29).

<sup>20</sup> Hierbij dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat de NAM in het kader van minnelijke regelingen ook in veel schadegevallen vergoeding zal hebben toegekend wanneer eigenlijk geen sprake is geweest van aardbevingsgerelateerde schades.

zijn bekend. Als potentiële kopers aardbevingen en bevingrisico mee laten wegen in hun beslissingen, ligt het voor de hand dat de mate waarin een gebied wel of geen schade aan woningen kent van invloed is op de prijs.

Voor het potentiële risicogebied is in eerste instantie uitgegaan van alle postcodegebieden waar minimaal één keer schade door aardbevingen is vastgesteld. Vervolgens is onderzocht of er een bepaalde grens in het percentage schadegevallen aan te geven is waarbij er geen negatief prijseffect meer is. Dat blijkt inderdaad zo te zijn; in de gebieden met minder dan 20% schade is er geen negatief prijseffect. Daarom is uiteindelijk uitgegaan van een risicogebied dat bestaat uit alle postcodegebieden met 20% of meer geaccepteerde schadeclaims door aardbevingen. Zie bijlage 4 voor een meer gedetailleerde beschrijving van de afbakening van het risicogebied.

---

### 2.3 De selectie van referentiewoningen

Voor elke woning die tussen 16 augustus 2012 en 30 juni 2017 in het potentiële risicogebied is verkocht, is een referentiewoning elders in Nederland geselecteerd. Daarbij is rekening gehouden met individuele locatiemerkers en met het moment van verkoop. Als aanvullend criterium mogen de referentiewoningen niet in een gebied liggen waar ooit een schademelding in verband met aardbevingen is geaccepteerd. Op die manier is zo goed mogelijk uitgesloten dat er referentiewoningen zijn die zelf ook last hebben van het (imago-)effect van aardbevingen.<sup>21</sup>

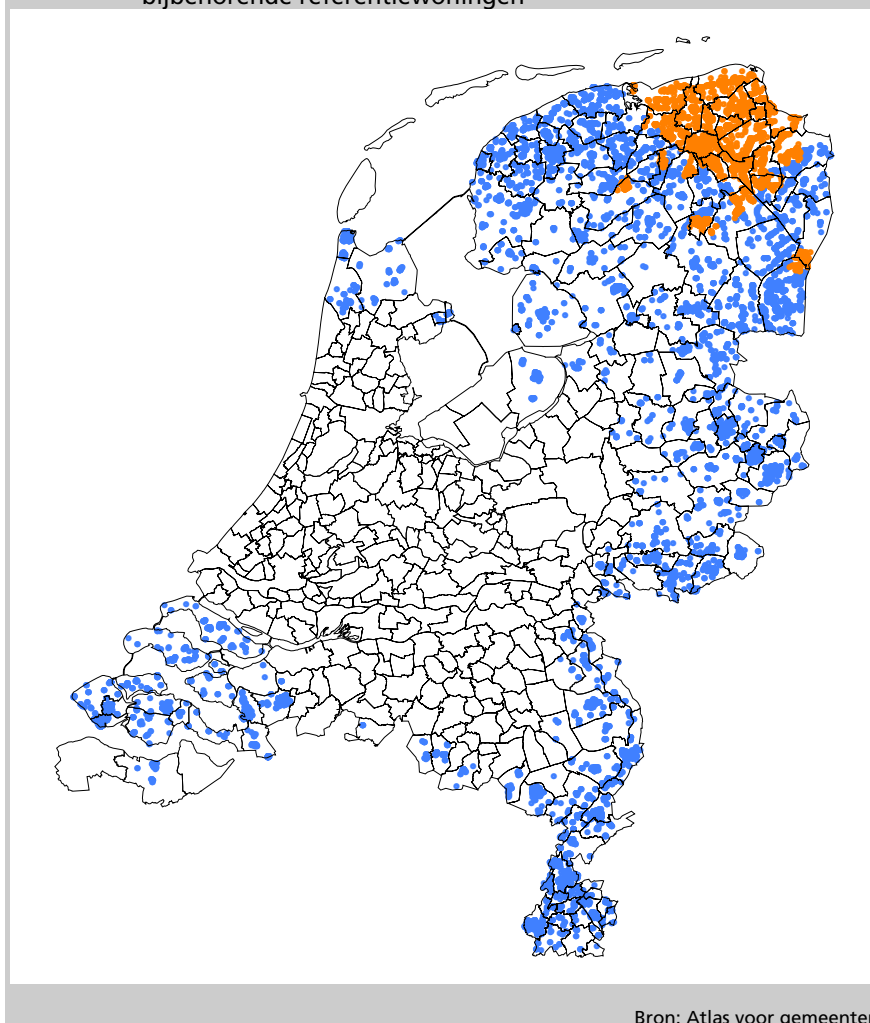
De geselecteerde referentiewoning is dus in dezelfde periode verkocht en staat op een locatie die zo goed mogelijk overeenkomt met de plek in het potentiële risicogebied, met uitzondering van de aardbevingshistorie en het risico op aardbevingen. Bijlage 1 beschrijft de selectie van referentiewoningen in meer detail. Kaart 2.1 toont de locaties van de geselecteerde referentiewoningen. In de kaart staan de locaties van alle transacties (vanaf 'Huizinge' tot en met het tweede kwartaal van 2017) in het potentiële risicogebied (oranje stippen) en de bijbehorende locaties van referentiewoningen (de blauwe stippen). In totaal gaat het om 20.545 verkochte woningen in het potentiële risicogebied (alle postcodegebieden

---

<sup>21</sup> Bij de selectie van referentiewoningen is nog geen rekening gehouden met individuele woningkenmerken; voor prijsverschillen ten gevolge van verschillen in woningkenmerken wordt in de hedonische prijsregressies met zogenoemde controlevariabelen gecorrigeerd.

met ten minste één geaccepteerd schadegeval) en 8332 referentiewoningen. Het aantal referentiewoningen is kleiner doordat voor sommige woningen in het potentiële risicogebied dezelfde best vergelijkbare woning erbuiten wordt geselecteerd. De *sample* voor dit onderzoek bestaat dan uit een totaal aantal observaties van 28.877.

**Kaart 2.1** Potentieel risicogebied op basis van één of meer schademeldingen in het postcodegebied en de locaties van de bijbehorende referentiewoningen



## 2.4 De bevingsindicatoren

Om het eventuele prijseffect van aardbevingen en aardbevingsrisico geïsoleerd te kunnen onderzoeken, is de ontwikkeling van de transactieprijzen van woningen in het risicogebied vergeleken met de ontwikkeling van de transactieprijzen van referentiewoningen. Die prijsverschillen kunnen aardbevingsgerelateerd zijn. Om dat te kunnen onderzoeken zijn op basis van de economische theorie over het verwachte effect van aardbevingen op huizenprijzen<sup>22</sup> voor dit onderzoek verschillende ‘bevingsindicatoren’ geconstrueerd:

1. een indicator voor het eventuele bestaan van een imago-effect die aangeeft of een woning al dan niet in het risicogebied (zie bijlage 4) ligt;
2. een indicator die per verkochte woning aangeeft hoeveel bevingen daar tot het moment van verkoop hebben plaatsgevonden (de bevingshistorie, zie bijlage 2),<sup>23</sup> en;
3. een indicator die aangeeft of de betreffende woning schade heeft gehad en zo ja, hoeveel compensatie daarvoor is ontvangen (de schadehistorie, zie bijlage 3).<sup>24</sup>

## 2.5 De controlevariabelen

Verschillen in prijzen tussen – qua locatiemarkenmerken identieke – woningen kunnen echter ook het gevolg zijn van verschillen in kenmerken van die woningen zelf: type woning, bouwperiode, staat van onderhoud, enzovoorts. Daarom zijn er bij het inschatten van het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico verschillende zogenoemde

<sup>22</sup> Zie hiervoor: M. Bosker, et al., 2016: Met angst en beven. Verklaringen voor de dalende huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied (Atlas voor gemeenten, Utrecht).

<sup>23</sup> Daarvoor is gebruikgemaakt van de aardbevingscatalogus van het KNMI. In dat bestand staat de plek van het epicentrum van alle geïnduceerde aardbevingen die hebben plaatsgevonden en de diepte waarop die beving heeft plaatsgevonden. Die gegevens van het KNMI zijn bewerkt om per locatie te berekenen of een bepaalde beving voelbaar is geweest. Bijlage 2 gaat daar uitgebreid op in.

<sup>24</sup> Daarvoor is gebruikgemaakt van de schadedatabase van de NAM. In die database staan alle meldingen van schade in het kader van de schaderegeling en de wijze waarop die melding is afgerond. Voor dit onderzoek is de versie van deze database gebruikt met aanvragen tot en met 30 juni 2017. Bijlage 3 gaat hier uitgebreid op in.

‘controlevariabelen’ gebruikt die corrigeren voor samenstellingseffecten (dat wil zeggen: prijsverschillen die ontstaan doordat er andere soorten woningen zijn verkocht in het risicogebied dan op de referentielocaties). In bijlage 5 zijn de volledige modelspecificaties opgenomen met daarin een complete lijst met de in dit onderzoek gebruikte controlevariabelen en hun effect op de prijsverschillen van woningen.

---

## **2.6 De regressieanalyse**

Met hedonische prijsregressies is uiteindelijk onderzocht hoe de transactieprijzen van woningen in het risicogebied verschillen van de transactieprijzen van de referentiewoningen en door welke factoren – zowel de bevingindicatoren als de controlevariabelen – die prijsverschillen te verklaren zijn. Op deze manier kan zo goed mogelijk het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de prijs van woningen worden geïsoleerd van andere effecten. Daarnaast is rekening gehouden met de mogelijke variatie binnen het risicogebied; door het gebruik van de drie verschillende bevingindicatoren zijn zowel het eventuele prijseffect van feitelijke aardbevingen (bevings- en schadehistorie) als het imago-effect voor de regio als geheel (ligging in het risicogebied) onderzocht.



### 3 Resultaten

Het meest waarschijnlijke – op basis van de zogenoemde puntschatting in model 4 in tabel 3.1 – imago-effect voor ligging in het in dit onderzoek gehanteerde risicogebied is -1,8%. Daarnaast is er op basis van het basismodel uit dit onderzoek een additioneel effect van -1,1% voor elke ‘voelbare’<sup>25</sup> beving die ooit op de plek van de verkochte woning – tot het moment van verkoop – heeft plaatsgevonden.<sup>26</sup> En woningen die in aanmerking kwamen voor de Waardevermeerderingsregeling zijn gemiddeld voor een 2,3% hogere prijs verkocht.<sup>27</sup>

Per saldo leidt dit in het risicogebied – op basis van de coëfficiënten uit het basismodel en het gemiddeld aantal voelbare bevingen en woningen met een toegekend budget voor schadeherstel van meer dan duizend euro – tot een gemiddeld netto prijseffect van -2,2% per woning. Het gaat dan om een gemiddelde voor het hele risicogebied. Omdat zowel de bevingshistorie als de schadehistorie per woning verschilt, verschilt ook het prijseffect per individuele woning. Het prijseffect is groter op plekken waar zich meer

<sup>25</sup> De definitie van een voelbare beving is niet eenduidig. In dit onderzoek is er – aansluitend bij onderzoek van de Vrije Universiteit – vanuit gegaan dat bevingen van 5mm/sec of meer voelbaar zijn. Bijlage 2 bij dit rapport gaat daar uitgebreid op in.

<sup>26</sup> Het hier gevonden effect is lineair. Het ligt echter voor de hand dat de eerste beving een groter effect heeft dan de tiende en dat een beving van een jaar geleden meer effect heeft dan een beving van tien jaar geleden. Er is geprobeerd om dat in de data tot uitdrukking te brengen, maar dat leverde geen bevredigende resultaten op (zie bijlage 2 bij dit rapport). Bovendien is er discussie over de juistheid van de gebruikte indicator voor de voelbaarheid van bevingen, waarbij de aanbeveling was om ook lichtere bevingen in het onderzoek mee te nemen (zie hoofdstuk 1). Daarom is er ook een indicator voor de cumulatieve grondsnelheid van alle bevingen (zie bijlage 2 voor een beschrijving van die indicator) in de modellen getest. Op die manier wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat een zwaardere beving meer effect heeft dan een lichtere. In model 3 in tabel 3.1 zijn de resultaten gepresenteerd. De indicator voor cumulatieve grondsnelheid heeft inderdaad een significant negatief effect, maar de indicator voor ligging in het gebied krijgt ineens een positieve coëfficiënt. Dat resultaat is statistisch gezien te begrijpen als correctiefactor op het effect dat wordt toegewezen aan de feitelijke bevingen, maar moeilijk uitlegbaar. Daarom is het model met het totaal aantal bevingen van vijf millimeter per seconde of meer het basismodel in dit onderzoek (model 4 in tabel 3.1).

<sup>27</sup> Uit model 1 in tabel 3.1 blijkt ook dat een (hogere) toegekend budget voor schadeherstel over het algemeen heeft geleid tot een hogere verkoopprijs van de woning in kwestie. Die uitkomst is weliswaar in lijn met eerder onderzoek maar tevens contra-intuïtief. Als het herstel van fysieke schade goed is uitgevoerd, zou het negatieve effect van de schade op de waarde van de woning gecompenseerd moeten zijn – zeker als potentiële kopers erop kunnen vertrouwen dat dit in de toekomst ook gaat gebeuren. Een eventueel negatief effect zou dan nog kunnen voortkomen uit een afschrikwekkend effect dat uit kan gaan van zichtbaar herstel (stigma). Een positief effect is op het eerste gezicht minder goed te begrijpen. Daarom zijn er aanvullende analyses gedaan om beter inzicht te krijgen in hoe schadehistorie de transactieprizen beïnvloedt (zie bijlage 3 bij dit rapport). Daaruit blijkt dat het positieve effect volledig kan worden toegeschreven aan woningen die in aanmerking zijn gekomen voor de Waardevermeerderingsregeling en dat woningen die alleen zijn gecompenseerd voor het herstel van fysieke schade (gemiddeld) niet voor een hogere prijs zijn verkocht (maar ook niet voor een lagere, wat kan betekenen dat het herstel gemiddeld genomen goed is uitgevoerd); zie model 2 in tabel 3.1 waarin de positieve coëfficiënt bij een toegekend schadebudget van meer dan duizend euro statistisch significant is en die bij een budget van minder dan duizend euro niet.

bevingen hebben voorgedaan en woningen die in aanmerking zijn gekomen voor de Waardevermeerderingsregeling hebben gemiddeld minder waardedaling gekend.

Tabel 3.1 Resultaten uit de modelschattingen

| Afhankelijke variabele:<br>(log) huizenprijzen per<br>vierkante meter                                         | 1                   | 2                   | 3                   | 4                                 | 5                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| <i>Effect van:</i>                                                                                            |                     |                     |                     |                                   |                     |
| Ligging in het risicogebied<br>(>20% schade)                                                                  | -0,018<br>(-3,1)*** | -0,018<br>(-3,1)*** | 0,042<br>(4,3)***   | <b>-0,018</b><br><b>(-3,2)***</b> |                     |
| - periode 1; van augustus<br>2012 tot en met januari<br>2014 (1542 verkochte woningen in<br>het risicogebied) |                     |                     |                     |                                   | -0,028<br>(-2,7)*** |
| - periode 2; van februari<br>2014 tot en met juni 2016<br>(3723 verkochte woningen)                           |                     |                     |                     |                                   | -0,016<br>(-2,3)*** |
| - periode 3; van juli 2016<br>tot en met juni 2017<br>(1720 verkochte woningen)                               |                     |                     |                     |                                   | -0,012<br>(-1,1)    |
| Aantal bevingen van<br>5 mm/sec of meer                                                                       | -0,011<br>(-7,3)*** | -0,011<br>(-7,3)*** |                     | <b>-0,011</b><br><b>(-7,3)***</b> | -0,011<br>(-7,3)*** |
| Cumulatieve grondsnelheid<br>(in het risicogebied)                                                            |                     |                     | -0,005<br>(-8,4)*** |                                   |                     |
| Toegekend budget voor<br>schadeherstel in euro's (IHS<br>getransformeerd)                                     | 0,002<br>(3,0)***   |                     |                     |                                   |                     |
| Toegekend budget voor<br>schadeherstel van € 1000 of<br>meer (dummyvariabele)                                 |                     | 0,023<br>(3,3)***   | 0,030<br>(4,3)***   | <b>0,023</b><br><b>(3,4)***</b>   | 0,022<br>(3,1)***   |
| Toegekend budget voor<br>schadeherstel van minder<br>dan € 1000                                               |                     | -0,006<br>(-0,4)    |                     |                                   |                     |
| Kwartaaldummy's                                                                                               | ja                  | ja                  | Ja                  | <b>ja</b>                         | ja                  |
| Huizenkenmerken                                                                                               | ja                  | ja                  | Ja                  | <b>ja</b>                         | ja                  |
| Locatiekenmerken                                                                                              | nee                 | nee                 | nee                 | <b>nee</b>                        | nee                 |
| N                                                                                                             | 10322               | 10322               | 10322               | <b>10322</b>                      | 10322               |
| R                                                                                                             | 0,49                | 0,49                | 0,49                | <b>0,49</b>                       | 0,49                |

Coëfficiënten staan weergegeven, de t-waarde tussen haakjes. De t-waarde geeft de mate van statistische significantie weer. Met \* is aangegeven als een verband met 90% zekerheid statistisch significant is, met \*\* als dat met 95% zekerheid het geval is, en met \*\*\* bij 99% zekerheid. Alle modellen zijn geschat met zogenoemde robuuste standaardfouten. In bijlage 5 staat de volledige modelspecificatie van het basismodel (model 4), inclusief de coëfficiënten van de controlevariabelen.

Het prijseffect varieert dus naar plaats en ook los daarvan zijn er – bijvoorbeeld als gevolg van een andere schadehistorie en toegekend budget voor schadeherstel – verschillen tussen individuele woningen. Bovendien is er een aantal redenen om te verwachten dat het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op huizenprijzen varieert in de tijd; het aantal voelbare bevingen (zie bijlage 2) en het aantal schademeldingen (zie bijlage 3) zijn sinds 2016 fors afgenomen en bovendien is het zwaartepunt van die bevingen in de loop der jaren verschoven van Loppersum (Middelstum en Huizinge) naar het zuidoosten van de provincie Groningen (zie bijlage 2).

Daarom is – op basis van de gebeurtenissen sinds ‘Huizinge’ die mogelijk van invloed zijn geweest op de woningmarkt (zie hoofdstuk 1) – de onderzoeksperiode opgeknipt in drie deelperiodes;

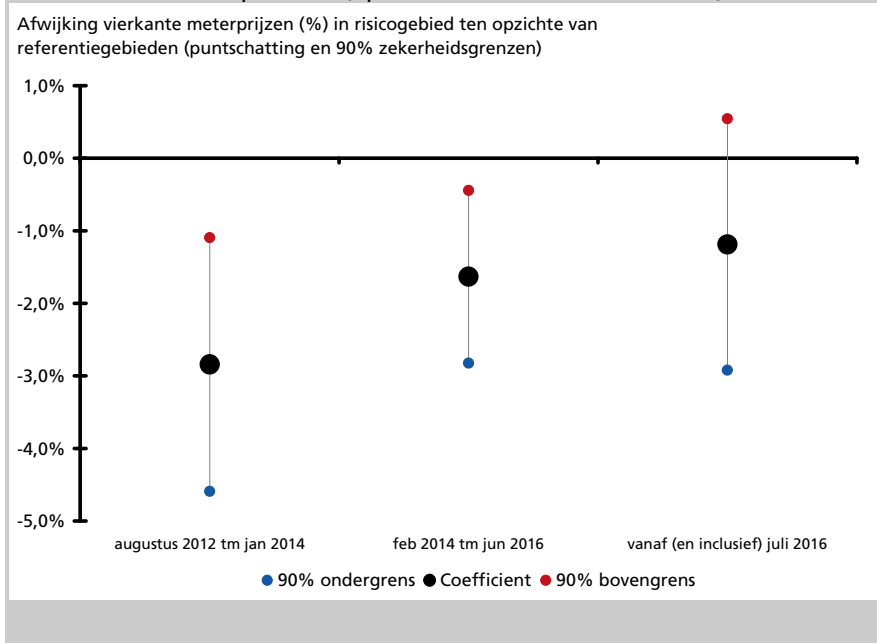
1. van augustus 2012 (‘Huizinge’) tot en met januari 2014 (aankondiging compenserende maatregelen waaronder de Regeling Waardedaling);
2. van februari 2014 tot en met juni 2016 (nieuw Gasbesluit waarin het verder terugdringen van de gaswinning wordt aangekondigd), en;
3. van juli 2016 tot en met juni 2017 (de laatste maand met gegevens).

Uit de analyse met die drie deelperiodes – weergegeven in model 5 in tabel 3.1 en gestileerd in figuur 3.1 – blijkt dat het meest waarschijnlijke imago-effect door de tijd kleiner is geworden (van -2,8% via -1,6% naar -1,2%); de puntschatting van de eerste periode ligt aan de onderkant van het 90% betrouwbaarheidsinterval behorend bij de twee latere periodes en de coëfficiënt bij de laatste periode wijkt niet statistisch significant af van nul.<sup>28</sup>

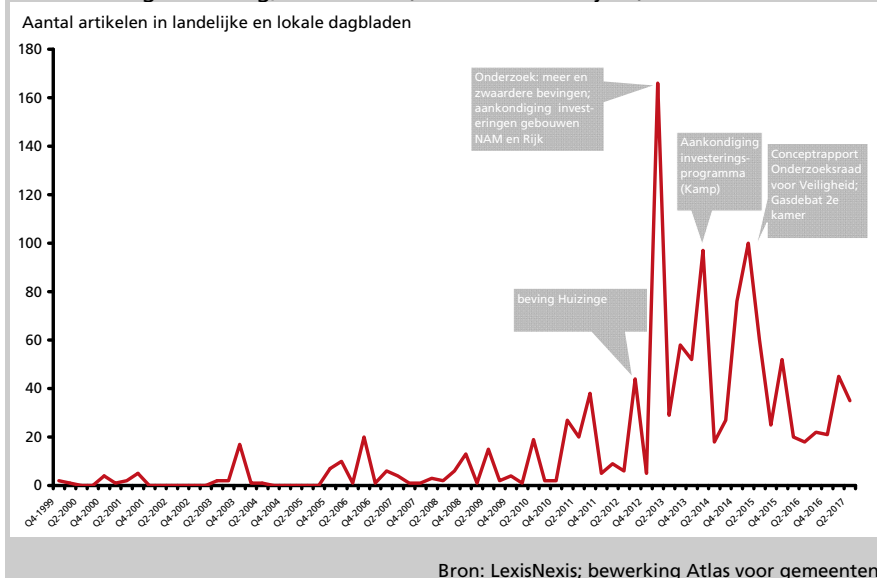
Het is op basis van deze analyses nog te vroeg om te concluderen dat de compenserende maatregelen hun effect hebben gehad op de woningprijzen, daarvoor zijn de onzekerheden nog te groot. Maar de resultaten zijn wel in lijn met de recente ontwikkelingen: een afname van het aantal bevingen en schademeldingen, en de media-aandacht daarvoor (zie figuur 3.2).

<sup>28</sup> Als bij wijze van robuustheidstoets de periode sinds ‘Huizinge’ wordt opgeknipt in periodes van ongeveer gelijke tijdsintervallen van 20, 20 en 19 maanden (van augustus 2012 tot en met maart 2014, van april 2014 tot en met november 2015 en van december 2015 tot en met juni 2017 dan is tussen deelperiode 1 en 2 eveneens een duidelijke afname van het meest waarschijnlijke prijseffect zichtbaar terwijl de coëfficiënten voor de periodes 2 en 3 nauwelijks van elkaar verschillen.

**Figuur 3.1 Meest waarschijnlijk prijseffect (de puntschatting) voor ligging in het aardbevingsgebied en de bijbehorende bandbreedte voor drie deelperiodes (op basis van model 5 in tabel 3.1)**



**Figuur 3.2 Het aantal unieke artikelen over aardbevingen in relatie tot gaswinning, 1999-2017 (tot en met eind juni)**



Op basis van de coëfficiënten uit model 5 in tabel 3.1, en de gemiddelde waarden van het aantal bevingen en de schadehistorie per gemeente, kan een globale inschatting worden gemaakt van de variatie van het netto prijseffect binnen het risicogebied en door de tijd. De resultaten van die inschatting staan in tabel 3.2.<sup>29</sup> Het op die manier berekende gemiddelde prijseffect varieert per gemeente en door de tijd omdat de coëfficiënt van ligging in het risicogebied door de tijd varieert en zowel het aantal voelbare bevingen als het aandeel woningen dat in aanmerking is gekomen voor de Waardevermeerderingsregeling varieert naar plaats en door de tijd. Uit kaart 3.1 tot en met 3.3 blijkt dat het op die manier berekende meest waarschijnlijke netto effect met name aan de randen van het gebied door de tijd afneemt en voor de derde periode in de buurt van de nul uitkomt, terwijl het gemiddelde prijseffect in het centrum van het risicogebied (de gemeente Loppersum) hoger blijft maar tegelijkertijd ook afneemt door de tijd.

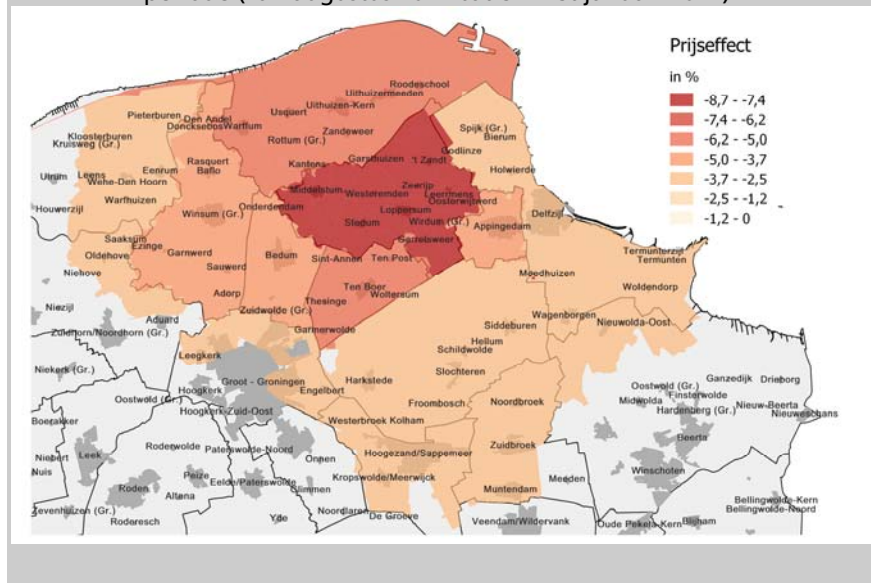
**Tabel 3.2** Inschatting van het gemiddelde netto prijseffect per gemeente op basis van de model 5 uit tabel 3.1

|                      | Deelperiode<br>1 | Deelperiode<br>2 | Deelperiode<br>3 |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Appingedam           | -4,6%            | -2,5%            | -1,5%            |
| Bedum                | -4,9%            | -2,9%            | -2,4%            |
| Ten Boer             | -5,8%            | -3,6%            | -2,8%            |
| Delfzijl             | -2,9%            | -0,9%            | -0,1%            |
| Groningen*           | -2,9%            | -1,5%            | -0,9%            |
| Hoogezand-Sappemeer* | -2,8%            | -1,2%            | -0,3%            |
| Loppersum            | -8,7%            | -7,7%            | -7,4%            |
| Slochteren           | -3,1%            | -1,5%            | -0,8%            |
| Winsum               | -3,7%            | -1,6%            | -0,9%            |
| Zuidhorn*            | -2,8%            | -1,3%            | -0,8%            |
| Eemsumond            | -5,3%            | -3,4%            | -2,8%            |
| De Marne*            | -2,8%            | -1,0%            | -0,5%            |
| Oldambt*             | -2,8%            | -1,5%            | -0,8%            |
| Menterwolde*         | -2,8%            | -1,3%            | -0,9%            |

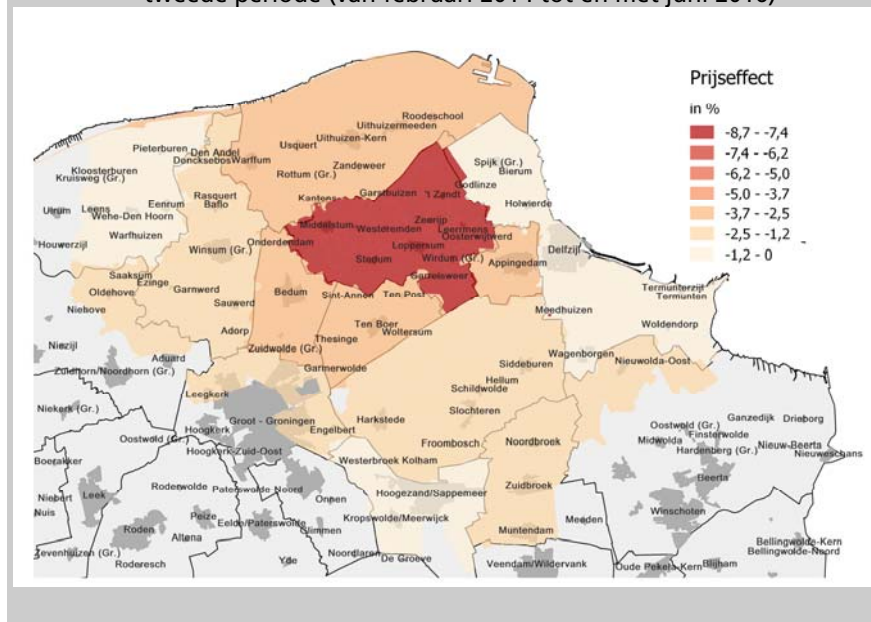
\*Alleen het deel van die gemeenten dat tot het risicogebied behoort (zie bijlage 4).

<sup>29</sup> Hierbij moet nadrukkelijk worden gesteld dat deze berekeningen slechts indicatief zijn en gebaseerd op de gemiddelde coëfficiënten uit het gekozen basismodel, waarin onder andere een lineair verband tussen het aantal bevingen en de verkoopprijs van woningen wordt verondersteld. In bijlage 2 werd een aantal alternatieve modelvarianten gepresenteerd waarin het aantal bevingen is verdisconteerd door de tijd of waarin de cumulatieve grondsnelheid als indicator wordt genomen in plaats van het aantal bevingen van 5 mm/sec of meer. Als voor de inschatting van het gemiddelde prijseffect per gemeente van een van die modellen was uitgegaan, dan zou het op die manier ingeschatte prijseffect voor de gemeente Loppersum bijvoorbeeld lager en voor gemeenten die minder bevingen van 5 mm/sec of meer hebben ervaren hoger zijn. Nader onderzoek moet uitwijzen welke van deze – of andere – modelvarianten de werkelijkheid het beste benaderen.

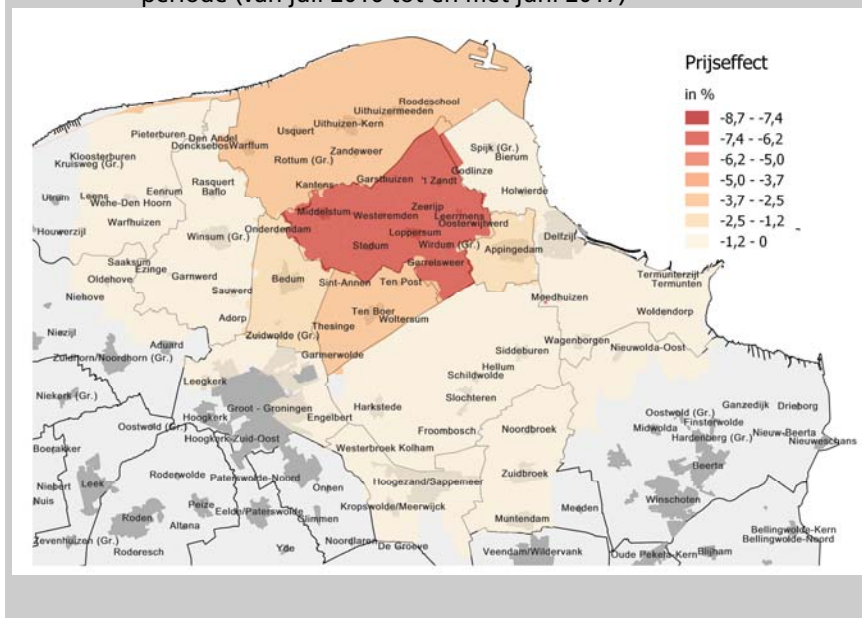
Kaart 3.1 Verwacht gemiddeld netto prijseffect per gemeente in de eerste periode (van augustus 2012 tot en met januari 2014)



Kaart 3.2 Verwacht gemiddeld netto prijseffect per gemeente in de tweede periode (van februari 2014 tot en met juni 2016)



Kaart 3.3 Verwacht gemiddeld netto prijseffect per gemeente in de derde periode (van juli 2016 tot en met juni 2017)



Het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de prijs van woningen in het risicogebied lijkt dus niet alleen afhankelijk te zijn van de bevingen- en schadehistorie van die woning, maar ook van het moment van verkoop. Het is op basis van dat resultaat waarschijnlijk dat een woning in Eemsummond die in 2013 is verkocht (en op dat moment nog niet in aanmerking was gekomen voor de Waardevermeerderingsregeling) relatief meer in prijs is gezakt als gevolg van de aardbevingsproblematiek, terwijl diezelfde woning als zij in 2017 zou zijn verkocht minder in prijs zou zijn gezakt als gevolg van aardbevingen en aardbevingsrisico. En een woning in Delfzijl die in 2013 is verkocht (en op dat moment nog niet in aanmerking was gekomen voor de Waardevermeerderingsregeling) zal mogelijk nog wel voor een lagere prijs zijn verkocht als gevolg van aardbevingen en aardbevingsrisico, terwijl diezelfde woning als zij in 2017 zou zijn verkocht hoogstwaarschijnlijk geen waarde zou hebben verloren als gevolg van aardbevingen en aardbevingsrisico. Hierbij past de kanttekening dat de onderzoeksresultaten gemiddelden betreffen. Het is dus mogelijk – maar minder waarschijnlijk – dat een specifieke woning in Eemsummond die in 2013 is verkocht niet voor een lagere prijs is verkocht door de

aardbevingsproblematiek, of dat een in 2017 verkochte woning in Delfzijl wel voor een lagere prijs is verkocht door aardbevingen en aardbevingsrisico.



## Bijlage 1 Selectie referentiewoningen

Voor de selectie van de referentiewoningen voor dit onderzoek zijn locatiemarkers gebruikt op het 6-posities-postcode-niveau (6-ppc, dus 1234 AB),<sup>30</sup> waardoor rekening kon worden gehouden met de kwaliteit van de directe omgeving van de woningen. De voor de selectie van referentiewoningen gebruikte indicatoren hebben betrekking op de bereikbaarheid en nabijheid van werkgelegenheid, voorzieningen, de leefbaarheid in de directe woonomgeving, de nabijheid van groen en water, het uitzicht op parken, vuilstortplaatsen, et cetera.

De gebruikte indicatoren komen uit de database van Atlas voor gemeenten en de uiteindelijke selectie is gebaseerd op onderzoek naar de waarde van woonlocaties in Nederland. In dat onderzoek zijn hedonische prijsmodellen gebruikt waarmee de waarde van woonlocaties wordt verklaard uit indicatoren voor de nabijheid van werk, *amenities* (voorzieningen die de waarde van woonlocaties verhogen, zoals winkels en culturele voorzieningen) en *disamenities* (factoren die de waarde van woonlocaties verlagen, zoals overlast en onveiligheid). Onderstaande tabel laat de resultaten zien.

Met behulp van de coëfficiënten uit die hedonische prijsanalyse is een locatiescore van de locaties van alle verkochte woningen in het risicogebied bepaald.<sup>31</sup> Daar is steeds een locatie in Nederland bij gezocht met de best vergelijkbare locatiescore (waarbij aardbevingen nog geen rol spelen). Daarbij is tevens voor categorieën van indicatoren een maximale afwijking toegestaan. Daarbij zijn alle locaties waar sinds 'Huizinge' schademeldingen zijn geweest uitgesloten. Zo wordt voorkomen dat in de prijsontwikkeling van huizen op de referentielocaties een effect van aardbevingen of toekomstig aardbevingsrisico is geslopen.

<sup>30</sup> Dat zijn relatief kleine geografische gebieden, met gemiddeld ongeveer twintig woningen. In totaal zijn er in Nederland meer dan vierhonderdduizend van die gebieden. Het 4-posities-postcode-niveau (4-ppc) dat ook vaak voor dit type onderzoek wordt gebruikt is gemiddeld ongeveer een factor honderd groter, en bevat gemiddeld ongeveer tweeduizend woningen.

<sup>31</sup> De hedonische prijsanalyse waarmee is bepaald welke locatiemarkers in welke mate bijdragen aan de waarde van (de grond onder) de woningen is bewust uitgevoerd met gegevens over 2011, voor 'Huizinge' dus. Daarmee wordt voorkomen dat aardbevingen en het aardbevingsrisico een rol spelen bij de selectie van referentielocaties, en zo het onderzoeksresultaat zouden kunnen beïnvloeden.

**Tabel B1.1** Geschatte coëfficiënten, standaardfouten en T-waarden voor de locatiekenmerken - I

| <b>Indicator</b>                                 | <b>Coëfficiënt</b> | <b>Standaard-fout</b> | <b>T-waarde</b> |
|--------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| <b>FYSIEKE OMGEVING</b>                          |                    |                       |                 |
| Perc. sociale huurwoningen (4-ppc)               | -215,3             | 5,8                   | -36,8***        |
| Oppervlakte bebouwd (6-ppc)                      | -13,3              | 1,0                   | -13,2***        |
| Dichtheid (6-ppc)                                | -92,4              | 11,4                  | -8,1***         |
| Perc. gebouwen niet-woningen (6-ppc)             | -18,4              | 6,5                   | -2,8***         |
| Perc. Rijksmonumenten (6-ppc)                    | 360,8              | 13,9                  | 25,9***         |
| Perc. iconen van de moderne architectuur (6-ppc) | 2364,8             | 247,2                 | 9,6***          |
| Perc. huisjesstad (in 6-ppc)                     | 177,4              | 18,9                  | 9,4***          |
| Perc. huisjesstad (in ring 200m rond 6-ppc)      | -0,3               | 25,7                  | 0,0             |
| Perc. ingenieursstad (in 6-ppc)                  | 123,3              | 18,1                  | 6,8***          |
| Perc. ingenieursstad (in ring 200m rond 6-ppc)   | 295,7              | 33,9                  | 8,7***          |
| Perc. stratenbouw (in 6-ppc)                     | 78,7               | 10,8                  | 7,3***          |
| Perc. stratenbouw (in ring 200m rond 6-ppc)      | 227,1              | 18,5                  | 12,3***         |
| Perc. revolutiebouw 1 (in 6-ppc)                 | -41,3              | 7,7                   | -5,4***         |
| Perc. revolutiebouw 1 (in ring 200m rond 6-ppc)  | 312,9              | 13,6                  | 23,1***         |
| Perc. revolutiebouw 2 (in 6-ppc)                 | -45,4              | 7,2                   | -6,3***         |
| Perc. revolutiebouw 2 (in ring 200m rond 6-ppc)  | 55,4               | 8,0                   | 6,9***          |
| Perc. tuindorpen (in 6-ppc)                      | -82,9              | 5,8                   | -14,4***        |
| Perc. tuindorpen (in ring 200m rond 6-ppc)       | 110,3              | 8,7                   | 12,7***         |
| Perc. blokkenbouw (in 6-ppc)                     | -17,4              | 4,9                   | -3,5***         |
| Perc. blokkenbouw (in ring 200m rond 6-ppc)      | -0,6               | 7,1                   | -0,1            |
| Perc. <i>Zeilenbau</i> (in 6-ppc)                | 6,0                | 7,7                   | 0,8             |
| Perc. <i>Zeilenbau</i> (in ring 200m rond 6-ppc) | -147,9             | 9,4                   | -15,7***        |
| Perc. tuinstad (in 6-ppc)                        | 31,1               | 4,6                   | 6,8***          |
| Perc. tuinstad (in ring 200m rond 6-ppc)         | 6,2                | 6,4                   | 1,0             |
| Perc. woonerven (in 6-ppc)                       | 60,9               | 4,0                   | 15,4***         |
| Perc. woonerven (in ring 200m rond 6-ppc)        | -76,4              | 4,9                   | -15,7***        |
| Perc. stadsvernieuwing (in 6-ppc)                | 229,9              | 4,2                   | 54,6***         |
| Perc. stadsvernieuwing (in ring 200m rond 6-ppc) | -70,0              | 4,7                   | -15,0***        |

**Tabel B1.1**      **Geschatte coëfficiënten, standaardfouten en T-waarden voor de locatietekenen - II**

| <b>Indicator</b>                                              | <b>Coëfficiënt</b> | <b>Standaard-<br/>fout</b> | <b>T-waarde</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| Aandeel VINEX (in 6-ppc)                                      | 363,7              | 4,5                        | 81,2***         |
| Aandeel VINEX (in ring 200m rond 6-ppc)                       | -115,1             | 5,3                        | -21,6***        |
| Aandeel postmodern (in 6-ppc)                                 | 357,3              | 4,9                        | 72,3***         |
| Aandeel postmodern (in ring 200m rond 6-ppc)                  | -27,4              | 3,3                        | -8,3***         |
| Ligging aan semi-verhard overig terrein                       | 228,6              | 36,4                       | 6,3***          |
| ligging aan park en plantsoen                                 | 44,9               | 4,2                        | 10,6***         |
| Ligging aan sportterrein                                      | 10,8               | 8,0                        | 1,3             |
| Ligging aan volkstuin                                         | -41,2              | 21,7                       | -1,9*           |
| Ligging aan bos                                               | 277,0              | 9,7                        | 28,5***         |
| Ligging aan open droog natuurlijk terrein                     | 647,3              | 32,8                       | 19,7***         |
| Ligging aan open nat natuurlijk terrein                       | 166,2              | 40,5                       | 4,1***          |
| Ligging aan IJsselmeer/Markermeer                             | 513,6              | 86,1                       | 6,0***          |
| Ligging aan afgesloten zeearm                                 | 1126,0             | 260,7                      | 4,3***          |
| Ligging aan Rijn en Maas                                      | 95,8               | 54,6                       | 1,8*            |
| Ligging aan randmeer                                          | 915,1              | 274,7                      | 3,3***          |
| Ligging aan recreatief binnenwater                            | 184,2              | 20,1                       | 9,2***          |
| Ligging aan overig binnenwater                                | 160,7              | 4,6                        | 35,2***         |
| Ligging aan de Waddenzee, Eems of Dollard                     | -153,3             | 477,2                      | -0,3            |
| Ligging aan Oosterschelde                                     | -357,0             | 336,7                      | -1,1            |
| Ligging aan de Noordzeekust                                   | 2328,7             | 582,7                      | 4,0***          |
| Iconen van de moderne architectuur (aantal in ring 200 meter) | 25,0               | 2,3                        | 10,9***         |
| Nabijheid iconen van de moderne architectuur                  | 79,0               | 4,9                        | 16,2***         |
| <b>NATUUR</b>                                                 |                    |                            |                 |
| Aandeel bos in wijk                                           | 344,5              | 9,3                        | 37,0***         |
| Aandeel droog natuurlijk terrein in wijk                      | 556,0              | 15,0                       | 37,1***         |
| Aandeel agrarisch terrein in wijk                             | 7,8                | 4,0                        | 1,9*            |
| Vogeldiversiteit (kwaliteit natuur in wijk)                   | 2,3                | 0,1                        | 25,4***         |
| Aandeel park en plantsoen in wijk                             | 175,3              | 5,8                        | 30,0***         |
| Kwaliteit groen in de wijk (stadsvogels)                      | 144,1              | 1,5                        | 93,9***         |

**Tabel B1.1** Geschatte coëfficiënten, standaardfouten en T-waarden voor de locatiekenmerken - III

| <b>Indicator</b>                                  | <b>Coëfficiënt</b> | <b>Standaard-fout</b> | <b>T-waarde</b> |
|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| Ligging wijk aan Noordzeekust                     | 221,6              | 7,6                   | 29,1***         |
| Aandeel recreatief binnenwater in wijk            | 247,4              | 11,5                  | 21,4***         |
| Aandeel overig binnenwater in wijk                | 25,2               | 20,0                  | 1,3             |
| Nabijheid bos                                     | 0,0                | 0,0                   | 38,7***         |
| Nabijheid Noordzeekust                            | 291,2              | 5,8                   | 50,2***         |
| Reistijd tot grote rivier                         | 0,6                | 0,0                   | 13,6***         |
| Nabijheid groot binnenwater                       | 199,1              | 3,5                   | 56,7***         |
| Overstromingsrisico                               | -48,9              | 1,8                   | -27,6***        |
| <b>VEILIGHEID</b>                                 |                    |                       |                 |
| Ligging aan spoor                                 | -145,6             | 14,5                  | -10,0***        |
| Ligging aan wegen                                 | -5,7               | 2,2                   | -2,6**          |
| Ligging aan vliegveld                             | 232,2              | 311,4                 | 0,8             |
| Ligging aan bedrijventerrein                      | -47,4              | 5,8                   | -8,1***         |
| Ligging aan stortplaats                           | -212,4             | 168,2                 | -1,3            |
| Ligging aan wrakkenopslagplaats                   | -74,1              | 85,5                  | -0,9            |
| Ligging aan begraafplaats                         | -60,1              | 12,3                  | -4,9***         |
| Ligging aan delfstofwinplaats                     | 95,8               | 184,3                 | 0,5             |
| Ligging aan bouwterrein                           | -82,4              | 10,2                  | -8,1***         |
| Binnenwater voor delfstofwinning                  | -332,5             | 248,5                 | -1,3            |
| Overlast en onveiligheid (index)                  | -984,3             | 12,5                  | -78,4***        |
| Geweldsmisdrijven in het centrum                  | -18,3              | 0,4                   | -50,3***        |
| Zedendelicten                                     | -10,7              | 0,6                   | -18,3***        |
| Geweld in de buurt                                | 0,0                | 0,1                   | 0,0             |
| Diefstal uit auto                                 | -0,7               | 0,0                   | -23,4***        |
| Beroving op straat                                | 0,2                | 0,0                   | 3,7***          |
| Diefstal uit woning                               | -1,2               | 0,0                   | -28,9***        |
| <b>VOORZIENINGEN</b>                              |                    |                       |                 |
| Aandeel Rijksmonumenten (in ring 200m rond 6-ppc) | 774,4              | 28,3                  | 27,3***         |
| Winkels in de buurt (4-ppc per inwoner)           | 4888,0             | 307,1                 | 15,9***         |

**Tabel B1.1**      **Geschatte coëfficiënten, standaardfouten en T-waarden voor de locatiekenmerken - IV**

| <b>Indicator</b>                                         | <b>Coëfficiënt</b> | <b>Standaard-fout</b> | <b>T-waarde</b> |
|----------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| Culinaire kwaliteit (gemeente)                           | 9,9                | 0,3                   | 37,3***         |
| Nabijheid podiumkunsten                                  | 0,4                | 0,0                   | 75,4***         |
| Nabijheid musea                                          | 6,9                | 0,7                   | 10,5***         |
| Nabijheid bioscopen                                      | 47,8               | 2,0                   | 23,7***         |
| Aanwezigheid universiteit                                | 85,3               | 2,3                   | 36,5***         |
| Nabijheid historische binnenstad                         | 0,4                | 0,0                   | 35,1***         |
| <b>WERK</b>                                              |                    |                       |                 |
| Bereikbaarheid werk auto – 4-ppc-niveau                  | 0,3                | 0,0                   | 61,5***         |
| Bereikbaarheid werk (met files) - gemeenteniveau         | 0,9                | 0,0                   | 115,7***        |
| Nabijheid tot treinstation                               | 292,3              | 9,6                   | 30,3***         |
| Afstand tot de grens                                     | -247,6             | 3,7                   | -67,7***        |
| Bereikbaarheid werk auto – 4-ppc-niveau                  | 0,3                | 0,0                   | 61,5***         |
| <b>OVERIG</b>                                            |                    |                       |                 |
| Ligging aan woonterrein                                  | -83,6              | 4,2                   | -19,8***        |
| Ligging aan terrein voor detailhandel en horeca          | 106,4              | 4,8                   | 22,4***         |
| Ligging aan terrein openbare voorzieningen               | 118,8              | 15,2                  | 7,8***          |
| Ligging aan terrein voor sociaal-culturele voorzieningen | 162,5              | 6,0                   | 26,9***         |
| Ligging aan dagrecreatief terrein                        | 389,7              | 25,9                  | 15,0***         |
| Ligging aan verblijfsrecreatief terrein                  | 39,5               | 15,8                  | 2,5**           |
| Ligging aan terrein voor glastuinbouw                    | -236,6             | 17,4                  | -13,6***        |
| Ligging aan agrarisch terrein                            | -122,4             | 4,2                   | -28,8***        |
| Ligging aan landsgrens                                   | 281,9              | 109,2                 | 2,6**           |
| Aantal vestigingen kinderopvang in buurt                 | 3,7                | 1,2                   | 3,1***          |
| Cafés in de buurt (4-ppc per inwoner)                    | 3,7                | 1,1                   | 3,4***          |

---

## Bijlage 2 Bevingshistorie

Er zijn verschillende manieren om te kijken naar het effect van feitelijke bevingen op de specifieke locatie van een woning. In zijn algemeenheid zullen daarvoor de afstand tussen het epicentrum van de beving van de locatie van de woning bepalend zijn, in combinatie met de zwaarte van een beving en mogelijk de grondsoort. Deze factoren bepalen samen de grondsnelheid en grondversnelling die een beving op de plek van een woning teweeg brengt, en de kans dat deze ter plaatse gevoeld wordt en/of schade veroorzaakt.

Naar deze relaties zijn diverse onderzoeken gedaan, onder meer door het KNMI en de NAM.<sup>32</sup> Het criterium dat in deze studie wordt gebruikt, is ontleend aan een studie van de VU<sup>33</sup> en het daarin gebruikte artikel van onderzoekers van het KNMI.<sup>34</sup> De KNMI-onderzoekers presenteren functies voor hoe de grondversnelling en de grondsnelheid bij bevingen in Noord-Nederland afhangen van de diepte en magnitude van een beving. Over die diepte stellen de onderzoekers van het KNMI dat deze over het algemeen tussen twee en drie kilometer is.<sup>35</sup>

De auteurs van het VU-paper kiezen voor de *grondsnelheid* op de locatie van een woning als relevante maatstaf voor hun analyses. Dit baseren zij op een studie die stelt dat grondsnelheid de sterkste correlatie met schade heeft.<sup>36</sup> Voorts veronderstellen de VU-onderzoekers dat alle bevingen op een diepte van drie kilometer plaatsvonden en hanteren ze een grenswaarde voor ‘*voelbare bevingen*’ van 0,5 cm/s op een specifieke locatie.<sup>37</sup>

---

<sup>32</sup> Voor een overzicht van recente publicaties, zie: <https://www.nam.nl/feiten-en-cijfers/onderzoeksrapporten.html>.

<sup>33</sup> H.A. Koster & J.N. van Ommeren, 2015: A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices, *European Economic Review*, 80, pp. 120–139.

<sup>34</sup> B. Dost, T. van Eck & H. Haak, 2004: Scaling of peak ground acceleration and peak ground velocity recorded in the Netherlands, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 45(3), pp. 153–168.

<sup>35</sup> Ibidem, p. 154.

<sup>36</sup> Y.M. Wu, N.C. Hsiao & T.L. Teng, 2004: Relationships between strong ground motion peak values and seismic loss during 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake, *Nat. Hazards*, 32 (3), pp. 357–373.

<sup>37</sup> H.A. Koster & J.N. van Ommeren, 2015: A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices, *European Economic Review*, 80, p. 123.

De voortplantingsfunctie voor de grondsnelheid van de KNMI-onderzoekers ziet er als volgt uit:

$$r_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + s_j^2}$$

$$v_{ij} = 10^{-1,53+0,74M_j-1,33\log r_{ij}-0,00139 r_{ij}}$$

- $i$ : locatie van postcode of adres
- $j$ : locatie van aardbeving/epicentrum
- $x, y$ : coördinaten van locatie (km)
- $s$ : diepte van de aardbeving (km)
- $M$ : sterkte van de aardbeving (schaal van Richter)
- $v_j$ : grondsnelheid (cm/s)

De grondsnelheid  $v_{ij}$  op een plek hangt dus af van de sterkte (magnitude) van de beving, de diepte waarop de beving plaatsvindt en de afstand tot het epicentrum. Direct boven het epicentrum hangt de grondsnelheid af van twee factoren: magnitude en diepte. Bij de door de VU-onderzoekers veronderstelde diepte van drie kilometer en de gehanteerde grenswaarde voor de grondsnelheid van 0,5 cm/s is een beving met een magnitude vanaf 2,5 voelbaar boven het epicentrum. Vervolgens geldt dat hoe sterker de beving is, hoe groter het gebied waar deze voelbaar is.

Of een beving die een grondsnelheid van 0,5 cm/s op een locatie teweegbrengt daadwerkelijk voelbaar is, is deels subjectief. Het KNMI geeft aan dat bevingen met een kracht van minder dan 2,0 op de schaal van Richter doorgaans niet gevoeld worden door mensen.<sup>38</sup> Bij een diepte van drie kilometer zou dat corresponderen met een lagere grondsnelheid van 0,2 cm/s, maar het KNMI stelt niet dat bevingen vanaf deze waarde *altijd* voelbaar zijn.

In een voorloper van de hierboven genoemde publicatie, motiveren de VU-onderzoekers de gebruikte grenswaarde van 0,5 cm/s met het feit dat een beving met een dergelijke grondsnelheid overeenkomt met een schadekans van ongeveer 5%.<sup>39</sup> Het criterium correspondeert tevens vrij goed met de conclusie in een Informatiedocument van de NAM dat “de mogelijkheid dat

<sup>38</sup> <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/aardbevingen-door-gaswinning>.

<sup>39</sup> H.R.A. Koster & J. van Ommeren, 2015: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices. Tinbergen Institute Discussion Paper, TI 2015-038/VIII, p. 9.

aardbevingen met een magnitude kleiner dan  $M=2,3$  schade aan gebouwen hebben veroorzaakt of dit in de toekomst zullen doen als ‘onwaarschijnlijk’ moet worden beoordeeld.”<sup>40</sup> Bij een diepte van drie kilometer, komt dit volgens de formule hierboven overeen met een grondsnelheid van 0,34 cm/s.

Atlas voor gemeenten baseert zich in de voorliggende studie op dezelfde voorplantingsfunctie van het KNMI en hanteert omwille van de vergelijkbaarheid dezelfde grenswaarde voor de grondsnelheid als de VU-onderzoekers, dus 0,5 cm/s. Daarmee is dus niet gezegd dat deze bevingen daadwerkelijk voelbaar waren voor of gevoeld zijn door de meeste mensen.

Om het aantal voelbare bevingen per locatie te bepalen is gebruikgemaakt van de Aardbevingscatalogus van het KNMI.<sup>41</sup> In dat bestand staat de plek van het epicentrum van alle aardbevingen die hebben plaatsgevonden en de diepte waarop die beving heeft plaatsgevonden. Alleen de ‘geïnduceerde bevingen’ zijn meegeteld, niet de zogenoemde ‘tektonische bevingen’.<sup>42</sup> In verreweg de meeste gevallen gaat het KNMI daarbij uit van een diepte van drie kilometer, zoals ook de onderzoekers van de VU deden. Voor 61 bevingen in de dataset, veelal bevingen die wat langer geleden en buiten het Groningerveld plaatsvonden, geeft de catalogus een andere diepte. In die gevallen is met de door het KNMI gerapporteerde diepte gerekend.

Kaart B2.1 toont het resultaat; het gebied waarbinnen zich in het verleden – op basis van de op de hierboven beschreven wijze gedefinieerde – ‘voelbare’ bevingen hebben voorgedaan is relatief klein (ten opzichte van het gebied waarvoor de Waarderegeling geldt) en het centrum bevindt zich overduidelijk in en rond Loppersum. De kaarten B2.2 tot en met B2.5 laten zien dat het zwaartepunt van voelbare bevingen sinds ‘Huizinge’ enigszins is opgeschoven richting het zuidoosten van het risicogebied. En de kaarten B2.8 en B2.9 laten zien dat er met name vanaf ‘Huizinge’ tot eind 2015 naar verhouding veel (voelbare) aardbevingen zijn geweest, maar dat sinds de reductie van de gaswinning in november 2015 dat aantal aanzienlijk is verminderd.

---

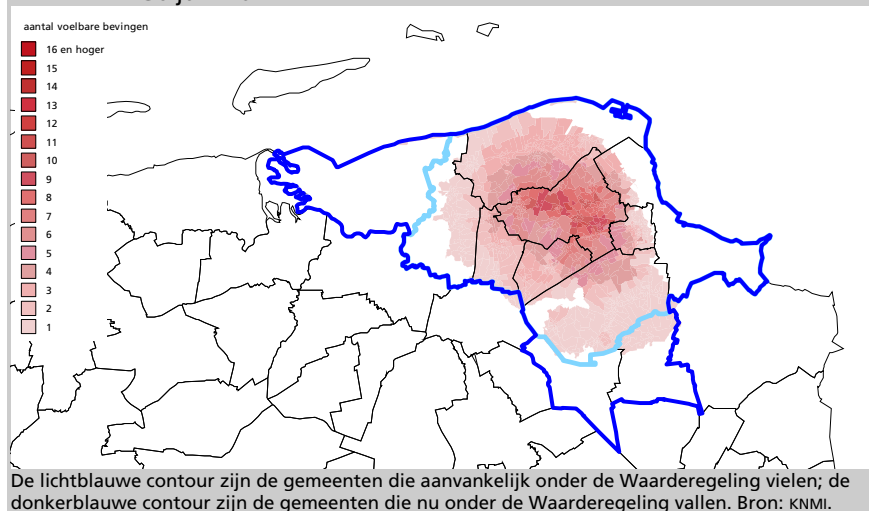
<sup>40</sup> Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., augustus 2017: Trillingsschade aan gebouwen: Informatiedocument, p. 26.

<sup>41</sup> <http://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/dataset/aardbevingscatalogus>.

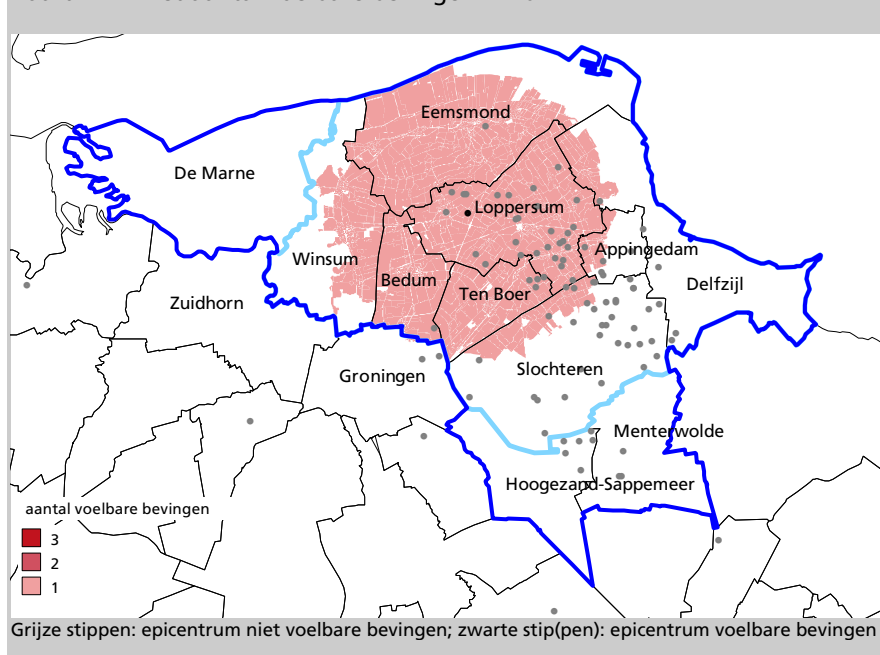
<sup>42</sup> Geïnduceerde bevingen zijn bevingen veroorzaakt door de gaswinning; tektonische bevingen zijn natuurlijke aardbevingen als gevolg van een breukensysteem.



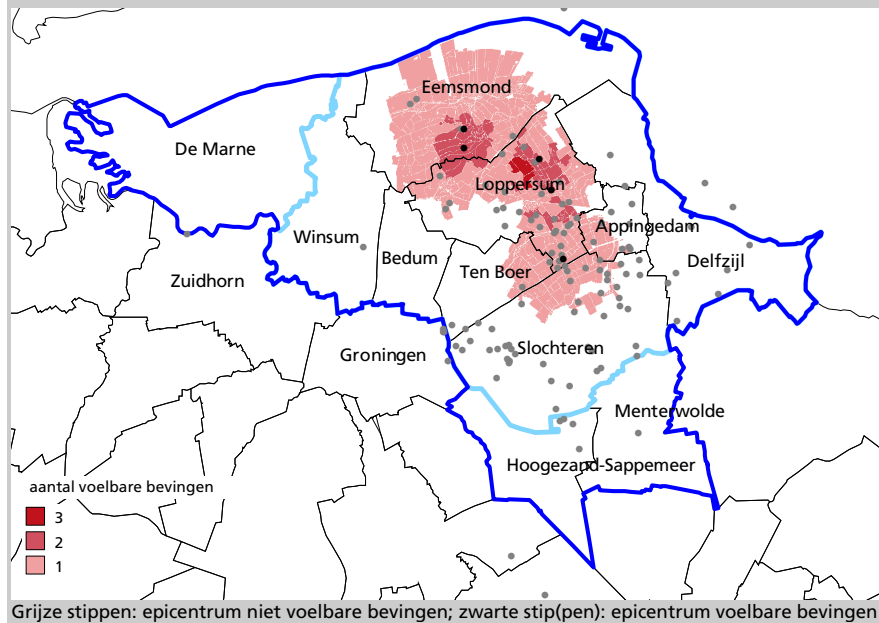
Kaart B2.1 Het cumulatieve aantal voelbare bevingen sinds 1986 tot en met 30 juni 2017



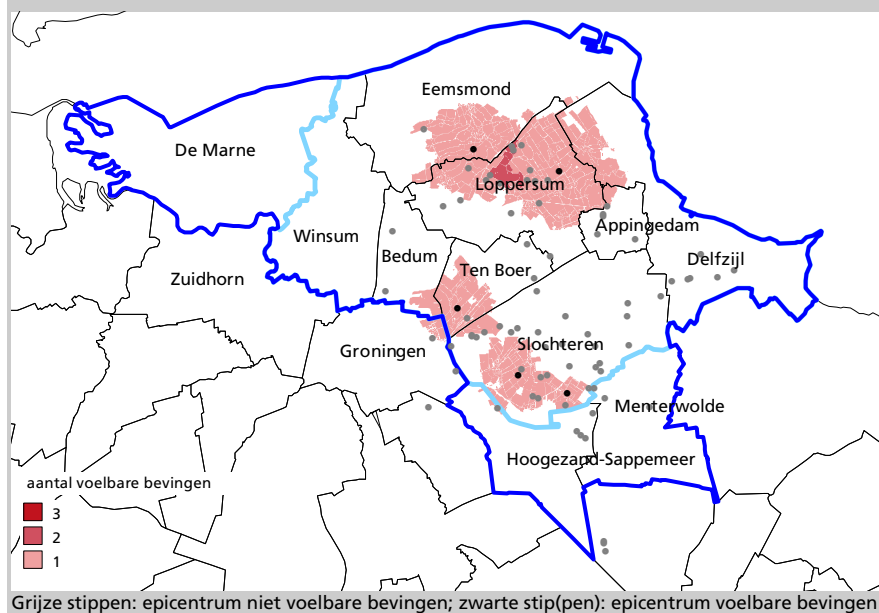
Kaart B2.2 Het aantal voelbare bevingen in 2012



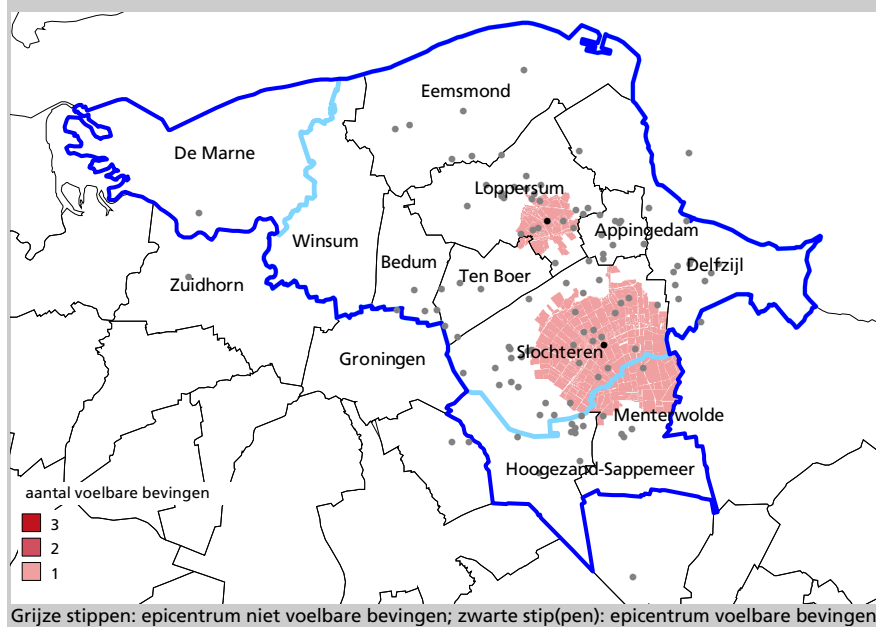
Kaart B2.3 Het aantal voelbare bevingen in 2013



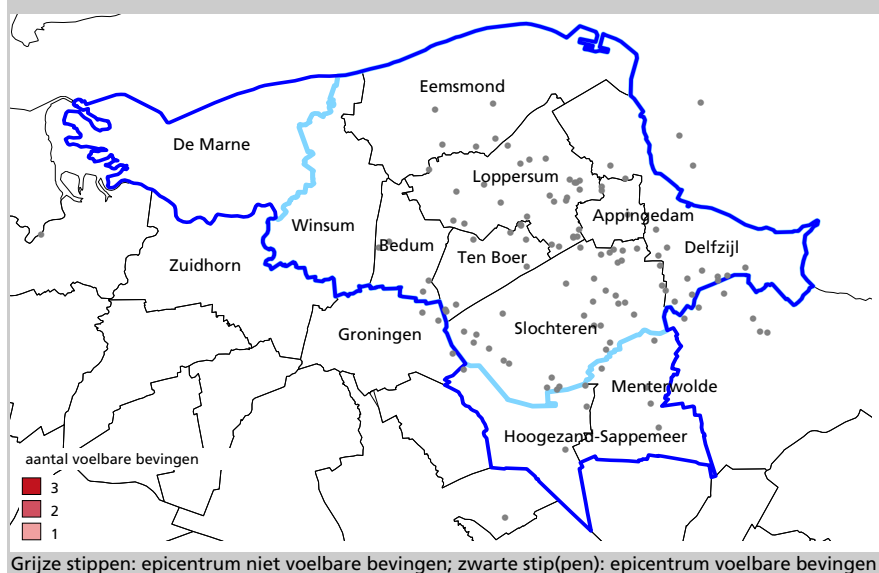
Kaart B2.4 Het aantal voelbare bevingen in 2014



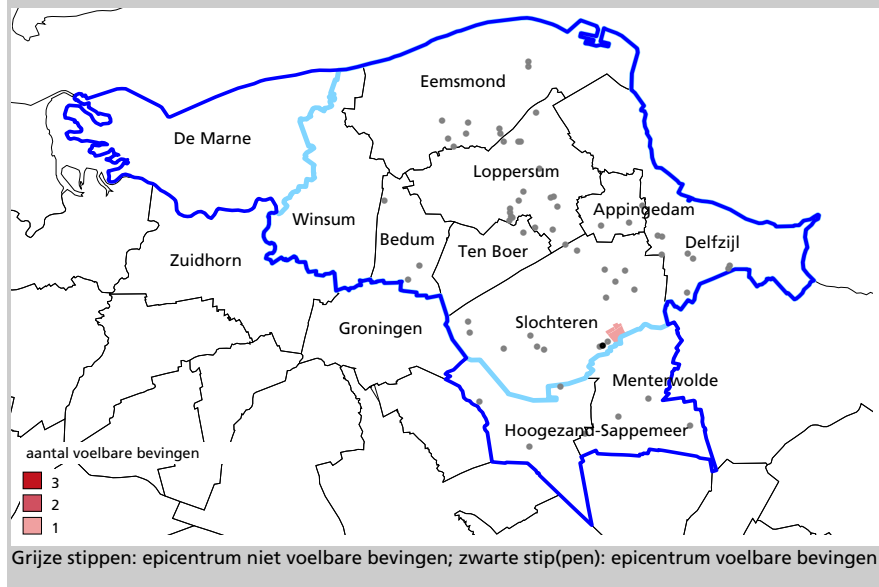
Kaart B2.5 Het aantal voelbare bevingen in 2015



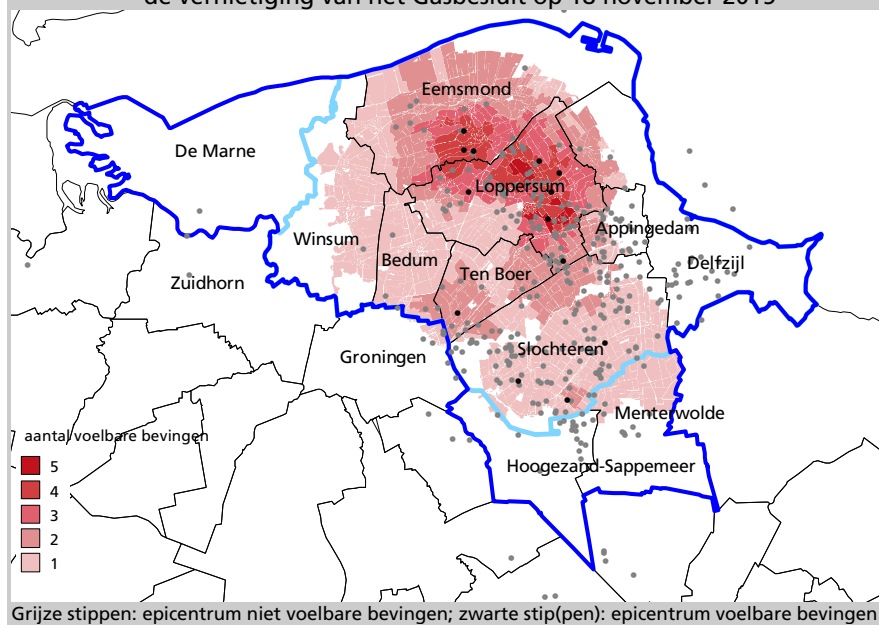
Kaart B2.6 Het aantal voelbare bevingen in 2016

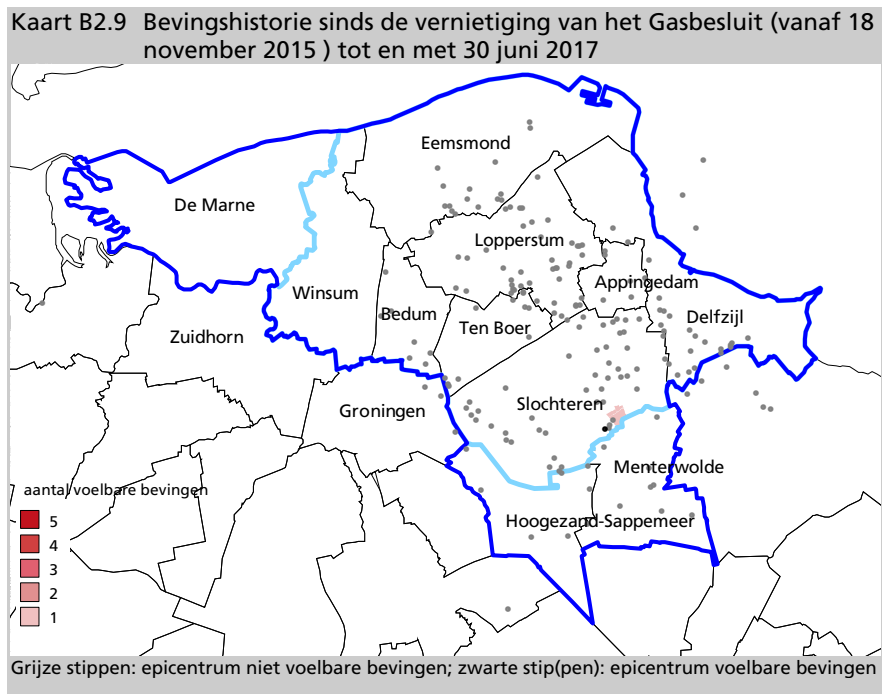


Kaart B2.7 Het aantal voelbare bevingen in 2017

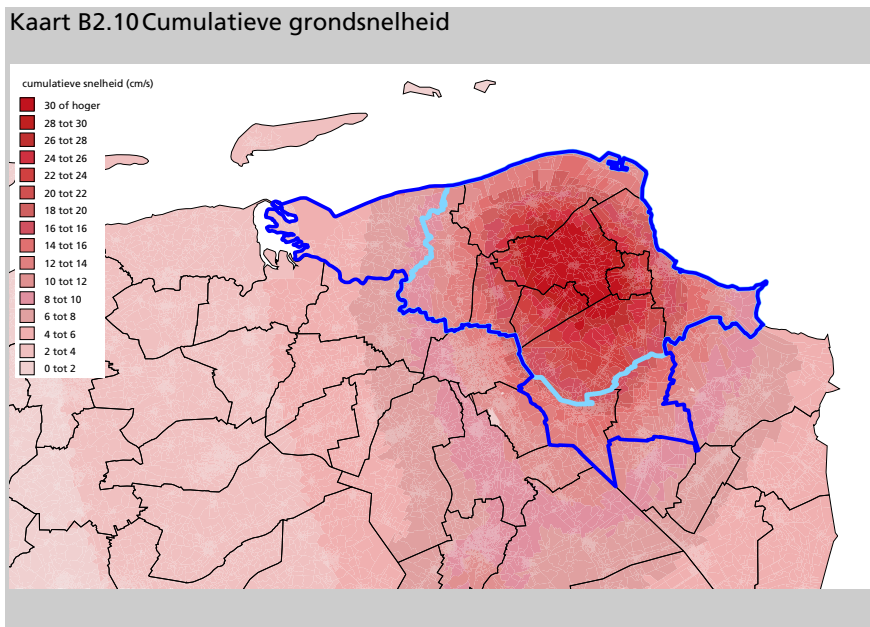


Kaart B2.8 Bevingsgeschiedenis van 'Huizinge' (16 augustus 2012) tot en met de vernietiging van het Gasbesluit op 18 november 2015





Naast de indicator voor het aantal voelbare bevingen per verkochte woning met als grenswaarde een grondsnelheid van ten minste 0,5 cm/s (die correspondeert met de indicator die door de VU-onderzoekers is gebruikt) is tevens een indicator ontwikkeld voor de *totale grondsnelheid* van alle bevingen samen. Hierbij is dus geen grenswaarde voor voelbare bevingen gehanteerd, maar is voor elke geïnduceerde beving uit de Aardbevingscatalogus van het KNMI de grondsnelheid op een locatie berekend en zijn al die snelheden opgeteld. De achterliggende gedachte is dat het aannemelijk is dat het effect van een beving met een grondsnelheid van 1 cm/s groter is dan van een beving met een grondsnelheid van 0,5 cm/s. Bovendien werd hiervoor al duidelijk dat de gebruikte grenswaarde een subjectief element heeft, en ook van iets lichtere bevingen met een grondsnelheid vanaf 0,34 cm/s niet geheel kan worden uitgesloten dat deze schade kunnen veroorzaken. Het resultaat wordt schematisch weergegeven in kaart B2.10.



Met de indicator voor het cumulatief aantal voelbare bevingen die in dit onderzoek wordt gebruikt, is geen onderscheid gemaakt tussen het effect van bevingen die langer of juist korter geleden hebben plaatsgevonden en tussen de eerste, tweede en derde voelbare beving op een locatie. Bovendien is alleen gekeken of een beving al dan niet voelbaar was op een bepaalde plek, afgemeten aan een grondsnelheid van ten minste 0,5 cm/s. Zwaardere bevingen zijn op meer locaties voelbaar, maar afgezien daarvan maakt de indicator geen verschil tussen een beving die op een bepaalde plek zorgt voor een grondsnelheid van 0,5 cm/s of van 1,0 cm/s of meer.

Stuk voor stuk zijn dit aannames die vatbaar zijn voor toetsing en, indien daar aanleiding toe blijkt, verfijning van de modellen.<sup>43</sup> Op voorhand is het immers aannemelijk dat een beving die langer geleden plaatsvond een kleiner effect op de huidige huizenprijzen heeft dan een meer recente beving. En dat een beving die zwaarder is of dichterbij, waardoor deze een grotere grondsnelheid veroorzaakt, een groter effect heeft dan een beving

<sup>43</sup> Zie ook de suggestie hiervoor in S. Jansen, P. Boelhouwer, H. Boumeester, H. Coolen, J. de Haan, C. Lamine, 2016: Beoordeling woningmarktmodellen aardbevingsgebied (OTB, Delft) en G. de Kam, 2016: Waardedaling door aardbevingen nader beschouwd. Een reactie op ESB en het onderzoek Met angst en beven. Universiteit Groningen, faculteit ruimtelijke wetenschappen: URSI Research Report 354.

die maar net over de – enigszins arbitraire – gehanteerde drempel voor voelbaarheid komt.

Over het verwachte effect van de eerste tegenover een tweede of derde beving zijn twee concurrerende hypotheses op te stellen. Het meest plausibel lijkt de redenering dat extra bevingen een afnemend meereffect hebben: na de eerste beving is het immers geen nieuws meer dat op een bepaalde plek bevingen gevoeld kunnen worden. Anderzijds kan de gedachte ook zijn dat een eerste voelbare beving een incident of toeval is, of het gevolg van een relatief zwaardere beving verder weg (bijvoorbeeld de Huizinge-beving), maar dat er bij meerdere voelbare bevingen een duidelijk patroon is. Dat zou dan kunnen leiden tot een toenemend meereffect, in elk geval bij de eerste paar bevingen die op een locatie gevoeld kunnen worden.

Deze mogelijke verfijningen van de indicator voor de bevingshistorie op een locatie zijn in verschillende varianten onderzocht. De toetssteen was daarbij steeds of een alternatieve specificatie van de indicator de verklaringskracht van het model ( $R^2$ ) beduidend verbetert of dat de coëfficiënt van de indicator significanter of nauwkeuriger wordt (hogere T-waarde en/of lagere standaardfout), en daardoor het geschatte effect van bevingen dus zekerder. In vrijwel alle onderzochte varianten was dat *niet* het geval: binnen een vrij grote bandbreedte van alternatieve specificaties van de indicator bleek zowel het model als geheel, als de geschatte coëfficiënt zeer vergelijkbaar. Daarom worden de resultaten van deze toetsen in de rest van deze bijlage in vogelvucht besproken.

De interpretatie van deze bevinding is dat de dataset met transactieprizen, bevinggegevens en controlevariabelen congruent is met verschillende hypotheses over het precieze effect van de bevingsgeschiedenis. De cijfers geven vooralsnog geen aanleiding om een andere specificatie van de bevingsgeschiedenis te verkiezen boven de voorkeursmodellen uit hoofdstuk 3. Een mogelijke verklaring voor dit wellicht contra-intuïtieve resultaat is de vrij sterke correlatie van bevingen in de tijd: de locatie van bevingen uit het verleden is een vrij goede voorspeller voor meer recente bevingen. Mogelijk versluiert die correlatie het feit dat bevingen van langer geleden wel degelijk een kleiner effect hebben, of dat extra bevingen wel degelijk een afnemend meereffect hebben.

### Hypothese 1: Bevingen worden in de tijd verdisconteerd

Om te toetsen of bevingen uit een verder verleden een minder groot effect hebben op de woningprijzen dan meer recente bevingen, is een set modellen geschat waarin bevingen in de tijd zijn verdisconteerd, afhankelijk van het aantal kwartalen tussen het moment van de beving en de relevante transactie op de woningmarkt: hoe langer geleden hoe minder sterk de beving wordt meegeteld.

Stel, er wordt uitgegaan van een discontovoet van 5% per kwartaal. Als een beving in het kwartaal van verkoop plaatsvindt, heeft deze een waarde van 1. Maar als de beving twee jaar eerder (acht kwartalen) zou hebben plaatsgevonden, telt deze nog maar 0,66 keer mee.<sup>44</sup> Wordt uitgegaan van een discontovoet van 10% of 0,5% dan zou de waarde respectievelijk 0,44 en 0,96 zijn. In formulevorm wordt de bevingsgeschiedenis op locatie  $i$  en tijdstip  $T$  bij een ‘discontovoet’  $r$  per kwartaal als volgt gedefinieerd:

$$Bevingshistorie_{i,T} = \sum_{j,t < T} Voelbare\ beving_j \times (1 - r)^{T-t}$$

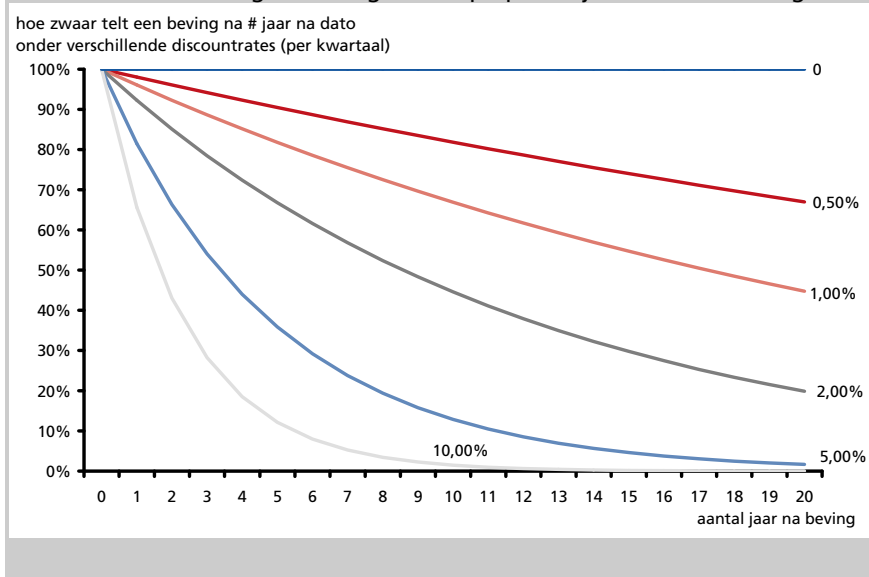
Figuur B2.1 laat zien hoe sterk een beving meetelt na één, twee tot en met twintig jaar onder verschillende discontovoeten  $r$ . De waarde van  $r$  is nul in de modellen uit hoofdstuk 3.

---

<sup>44</sup> Namelijk  $0,95^8$ .



**Figuur B2.1 Impact van verschillende disconteringsvoeten op de mate waarin een beving meeweegt voor oplopende jaren na een beving**



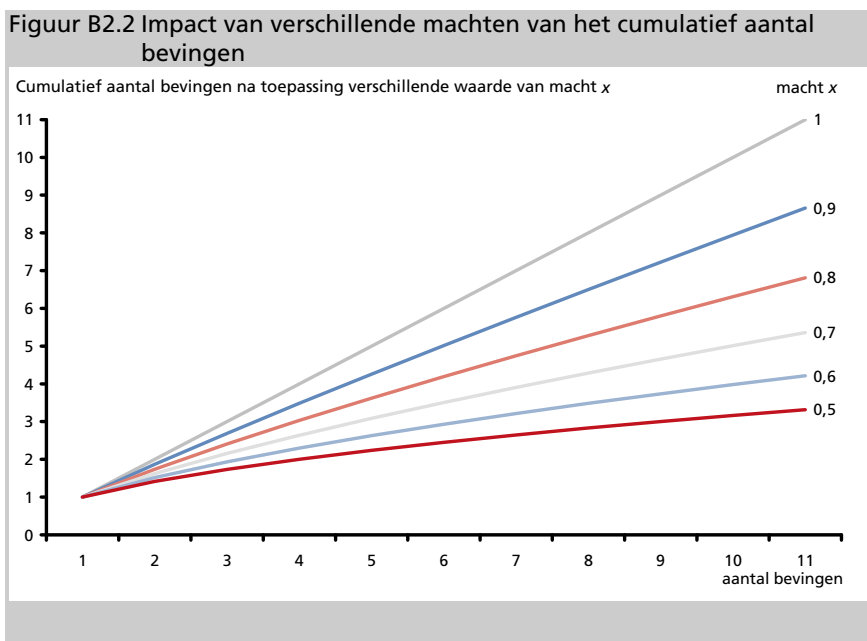
Welke waarde  $r$  in bovenstaande formule zou moeten hebben, is een empirische vraag. De schattingsresultaten in tabel B2.1 wijzen echter uit dat deze vraag vooralsnog niet goed met de beschikbare data beantwoord kan worden: modelvarianten met een discontovoet tussen 0 en 10% per kwartaal hebben alle dezelfde verklaringskracht. Vanaf een discontovoet van 5% per kwartaal begint de onzekerheidsmarge (standaardfout) van de geschatte coëfficiënt wel duidelijk op te lopen en neemt de T-waarde ervan af, terwijl de coëfficiënt zelf juist groter wordt, doordat het gemiddelde aantal bevingen daalt door de discontering. Het gemiddelde totaaleffect van het verdisconteerde aantal bevingen maal de coëfficiënt neemt vanaf een discontovoet van 2% per kwartaal wat af.

| Tabel B2.1 Resultaten schattingen met verdisconteerde bevingen<br>(coëfficiënten en T-waarden tussen haakjes)                                                                                                        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Afhankelijke<br>variabele:<br>huizen-<br>prijzen per<br>vierkante<br>meter (log)<br>Effect van:                                                                                                                      | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                |
| Ligging in<br>gebied<br>(>20%)                                                                                                                                                                                       | -0,020<br>(-3,1) | -0,019<br>(-3,0) | -0,019<br>(-2,9) | -0,018<br>(-2,9) | -0,019<br>(-2,9) | -0,02<br>(-3,1)  |
| Budget<br>≥ € 1000<br>(dummy-<br>variabele)                                                                                                                                                                          | 0,024<br>(3,0)   | 0,024<br>(3,0)   | 0,023<br>(2,9)   | 0,022<br>(2,7)   | 0,019<br>(2,3)   | 0,015<br>(1,9)   |
| Bevingen (5 mm/sec of meer) met verschillende disconteringsvoeten $r$                                                                                                                                                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| $r=0$                                                                                                                                                                                                                | -0,010<br>(-5,9) |                  |                  |                  |                  |                  |
| $r=0,5\%$                                                                                                                                                                                                            |                  | -0,011<br>(-5,6) |                  |                  |                  |                  |
| $r=1\%$                                                                                                                                                                                                              |                  |                  | -0,012<br>(-5,3) |                  |                  |                  |
| $r=2\%$                                                                                                                                                                                                              |                  |                  |                  | -0,014<br>(-4,7) |                  |                  |
| $r=5\%$                                                                                                                                                                                                              |                  |                  |                  |                  | -0,017<br>(-3,7) |                  |
| $r=10\%$                                                                                                                                                                                                             |                  |                  |                  |                  |                  | -0,019<br>(-2,7) |
| N                                                                                                                                                                                                                    | 8920             | 8920             | 8920             | 8920             | 8920             | 8920             |
| R <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                       | 0,48             | 0,48             | 0,48             | 0,48             | 0,48             | 0,48             |
| Gemiddeld #<br>bevingen<br>Effect<br>(inclusief<br>ligging in<br>gebied)                                                                                                                                             | 0,97             | 0,88             | 0,80             | 0,68             | 0,45             | 0,28             |
|                                                                                                                                                                                                                      | -3,0%            | -2,90%           | -2,85%           | -2,76%           | -2,62%           | -2,53%           |
| Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten. Deze schattingen zijn uitgevoerd op de data tot en met het derde kwartaal van 2016. |                  |                  |                  |                  |                  |                  |

Alles overziend lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat discontering van bevingen uit het verleden tot 5% per kwartaal congruent is met de data. Bij die 5% neemt het effect van een beving op de huizenprijzen in drie jaar tijd met ongeveer de helft af, en is het effect na zes jaar ongeveer een kwart van het effect direct na de beving (zie figuur B2.1). De resultaten geven echter onvoldoende aanleiding om het uitgangspunt van geen discontering te verlaten.

### Hypothese 2: Extra voelbare bevingen op een plek hebben minder effect

Om de hypothese te toetsen dat een tweede of derde beving op een locatie een geringer effect heeft op de huizenprijzen dan de eerste is een soortgelijke strategie gehanteerd: ditmaal niet door bevingen in de tijd te disconteren, maar door uit te gaan van het cumulatief aantal bevingen tot de macht  $x$ . In de basisvariant heeft  $x$  de waarde 1 ( $8^1 = 8$ ). Als er echter een afnemend meereffect van een extra beving is, dan heeft  $x$  een waarde lager dan 1. Figuur B2.2 laat zien hoe dit voor verschillende waarden van  $x$  doorwerkt. Daaruit wordt duidelijk dat bij een waarde van  $x = 0,9$  elf voelbare bevingen tellen als 8,65 en bij een waarde van  $x = 0,5$  elf voelbare bevingen tellen als 3,3.



Wederom is het een empirische kwestie welke waarde van  $x$  het beste past bij de data. Daarom zijn in tabel B2.2 verschillende varianten geschat bij een waarde voor  $x$  variërend van 0,9 tot en met 0,5. Maar net als bij de discontering in de tijd bleek de verklaringskracht van het model in zijn geheel in alle varianten gelijk. De geschatte coëfficiënt neemt weer iets toe bij een oplopende waarde van  $x$  (waardoor het gemiddelde aantal bevingen

afneemt) met per saldo een vrijwel gelijkblijvend gemiddeld effect op de transactieprijzen. Wel neemt de T-waarde geleidelijk wat af bij een toenemende waarde van  $x$  en neemt de onzekerheidsmarge dus juist toe. Ook hier geldt dus dat er op grond van de huidige data onvoldoende aanleiding is om het uitgangspunt van een gelijkblijvend meereffect van nieuwe bevingen verlaten.

**Tabel B2.2 Resultaten schattingen met afnemend meereffect voelbare bevingen (coëfficiënten en T-waarden tussen haakjes)**

| Afhankelijke<br>variabele: huizen-<br>prijzen per<br>vierkante meter<br>(log<br>Effect van: | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                 | 6                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Ligging gebied<br>(>20%)                                                                    | -0,020<br>(-3,1) | -0,022<br>(-3,5) | -0,022<br>(-3,4) | -0,022<br>(-3,4) | -0,022<br>(-3,4)  | -0,022<br>(-3,4)  |
| Budget $\geq$ € 1000<br>(dummyvariabele)                                                    | 0,024<br>(3,0)   | 0,025<br>(3)     | 0,024<br>(3)     | 0,024<br>(2,9)   | 0,022<br>(2,7)    | 0,022<br>(2,7)    |
| Voelbare bevingen (5 mm/sec of meer) met verschillende machten $x$                          |                  |                  |                  |                  |                   |                   |
| $x=1$                                                                                       | -0,010<br>(-5,9) |                  |                  |                  |                   |                   |
| $x=0,9$                                                                                     |                  | -0,012<br>(-5,6) |                  |                  |                   |                   |
| $x=0,8$                                                                                     |                  |                  | -0,014<br>(-5,4) |                  |                   |                   |
| $x=0,7$                                                                                     |                  |                  |                  | -0,015<br>(-5,1) |                   |                   |
| $x=0,6$                                                                                     |                  |                  |                  |                  | -0,0165<br>(-4,8) |                   |
| $x=0,5$                                                                                     |                  |                  |                  |                  |                   | -0,0172<br>(-4,3) |
| N                                                                                           | 8920             | 8920             | 8920             | 8920             | 8920              | 8920              |
| R <sup>2</sup>                                                                              | 0,48             | 0,48             | 0,48             | 0,48             | 0,48              | 0,48              |
| Gemiddeld #<br>bevingen                                                                     | 1,0              | 0,9              | 0,8              | 0,7              | 0,6               | 0,6               |
| Effect (inclusief<br>ligging in gebied)                                                     | -3,0%            | -3,2%            | -3,2%            | -3,2%            | -3,2%             | -3,1%             |

Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten. Deze schattingen zijn uitgevoerd op de data tot en met het derde kwartaal van 2016.

### Hypothese 3: Zwaardere bevingen hebben een groter effect

Tot slot is de alternatieve indicator voor de bevingsgeschiedenis op basis van de *cumulatieve grondsnelheid* onderzocht. Daarmee wordt de hypothese getoetst dat zwaardere of nabijere bevingen – die op een specifieke locatie dus een grotere grondsnelheid tot gevolg hebben – een groter effect hebben op de huizenprijzen aldaar. Tevens voorkomt deze indicator het gebruik van een enigszins arbitraire grenswaarde voor ‘voelbare bevingen’, waarbij hierboven tevens werd opgemerkt dat ook van iets lichtere bevingen niet geheel kan worden uitgesloten dat deze schade kunnen veroorzaken.

In tabel B2.3 worden de resultaten gepresenteerd. In model 1 is de indicator voor ‘cumulatieve grondsnelheid’ naast de drie bestaande indicatoren toegevoegd. De indicator voor de cumulatieve grondsnelheid heeft een significant negatief effect, terwijl de indicatoren voor ligging in het gebied en het aantal voelbare bevingen allebei ineens een positieve coëfficiënt hebben. Dat komt doordat de indicatoren voor cumulatieve grondsnelheid en aantal voelbare bevingen sterk met elkaar correleren (multicollineariteit).

| Tabel B2.3 Resultaten schattingen met bevingsgeschiedenis op basis van cumulatieve grondsnelheid |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Afhankelijke variabele:<br>huizenprijzen per vierkante<br>meter (log)                            | 1                | 2                | 3                | 4                |
| <i>Effect van:</i>                                                                               |                  |                  |                  |                  |
| Budget ≥ € 1000 (dummy-<br>variabele)                                                            | 0,030<br>(4,2)   | 0,030<br>(4,3)   | 0,029<br>(4,1)   | 0,028<br>(4,0)   |
| Ligging gebied<br>(>20%)                                                                         | 0,050<br>(4,2)   | 0,042<br>(4,3)   |                  |                  |
| Cumulatieve grondsnelheid<br>(in risicogebied)                                                   | -0,005<br>(-6,5) | -0,005<br>(-8,4) | -0,002<br>(-5,5) | -0,003<br>(-8,2) |
| Voelbare bevingen<br>(5 mm/sec of meer)                                                          | 0,003<br>(1,1)   |                  | -0,004<br>(-1,8) |                  |
| Kwartaaldummies                                                                                  | ja               | ja               | ja               | ja               |
| huizenkenmerken                                                                                  | ja               | ja               | ja               | ja               |
| N                                                                                                | 10322            | 10322            | 10322            | 10322            |
| R2                                                                                               | 0,49             | 0,49             | 0,49             | 0,49             |

In de modellen 2 en 3 is daarom het effect van de indicator voor de cumulatieve grondsnelheid opnieuw geschat, maar dan met respectievelijk alleen de dummy voor ligging in het risicogebied (model 2), dan wel het aantal voelbare bevingen (model 3). De indicator voor voelbare bevingen krijgt in dat geval weer een negatief teken en die voor ligging in het gebied blijft positief. Dat laatste op zichzelf contra-intuïtieve resultaat is te interpreteren als een correctie op de coëfficiënt voor de cumulatieve grondsnelheid die in model 1 en 2 iets hoger is dan in de andere twee modellen. In model 4 zijn beide verwijderd en resteert een model waarin de indicator voor cumulatieve grondsnelheid een negatief effect heeft op de woningprijzen en de indicator voor schadebudget een positief effect dat qua omvang vergelijkbaar is met dat in het basismodel. Het totale prijseffect op basis van dit model wijkt nauwelijks af van het totale prijseffect op basis van het basismodel, al is de variatie van het gevonden prijseffect binnen het gebied wel anders.

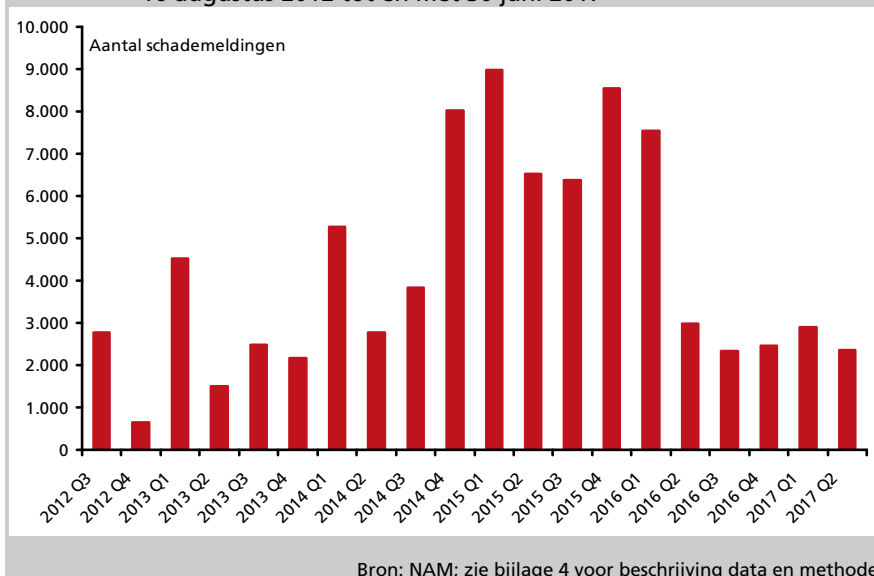
Conceptueel spreekt een model op basis van de cumulatieve grondsnelheid aan omdat het, in tegenstelling tot het basismodel hoofdstuk 3, strookt met de intuïtie dat zwaardere bevingen met een hogere grondsnelheid een groter effect op de woningmarkt hebben. Het significant positieve teken dat ligging in het gebied daardoor in model 1 en 2 krijgt, is statistisch gezien weliswaar te begrijpen als correctiefactor op het effect dat wordt toegewezen aan de feitelijke bevingen, maar inhoudelijk moeilijk uitlegbaar, terwijl het verwijderen van de statistisch significante gebiedsvariabele in model 4 tot onzuivere schattingen voor de andere variabelen kan leiden. Dit overziend vormen de modellen met de variabele voor de cumulatieve grondsnelheid geen aanleiding deze als voorkeursmodel te verkiezen boven de modellen die gebruikmaken van het aantal ‘voelbare bevingen’ op basis van een grenswaarde voor de grondsnelheid van 0,5 cm/s.

Wel kan het (moeilijker uitlegbare) model 2 (dat overeenkomt met model 3 in tabel 3.1) worden gezien als een robuustheids-check op de voorkeursmodellen. Wordt dit model op dezelfde manier geschat voor drie deelperiodes, dan blijkt opnieuw dat het gemiddelde totale effect op de huizenprijzen (dus het cumulatieve effect van ligging in het risicogebied, bevings- en schadehistorie) gestaag is afgenomen.

### Bijlage 3 Schadehistorie

Voor dit onderzoek is de schadehistorie van individuele woningen van belang. Ten eerste voor de afbakening van het risicogebied. Ten tweede voor de indicator waarmee het prijseffect van de schadehistorie van woningen wordt geschat. Hiervoor is gebruikgemaakt van de schadedatabase van NAM. In die database staan alle meldingen van schade in het kader van de Schaderegeling (zie bijlage 1 voor een uitleg van die regeling) en de wijze waarop die melding is afgerond. Voor dit onderzoek is de versie van deze database gebruikt met aanvragen tot en met 30 juni 2017. Op dat moment waren er – sinds ‘Huizinge’ – in totaal 84.966 schademeldingen, met name uit 2015; sinds 2016 is dat aantal schademeldingen duidelijk afgenomen (zie figuur B3.1).

**Figuur B3.1 Ontwikkeling van het aantal schademeldingen sinds ‘Huizinge’; 16 augustus 2012 tot en met 30 juni 2017**



Die schademeldingen zijn gekoppeld aan alle transacties sinds ‘Huizinge’ uit de NVM-database. In de schadedatabase wordt de locatie van een pand waarvoor een schademelding is gedaan aangegeven met de postcode, het huisnummer, de toevoeging en de straat van het pand. Dat zou automatische koppeling mogelijk moeten maken, maar dat blijkt niet het

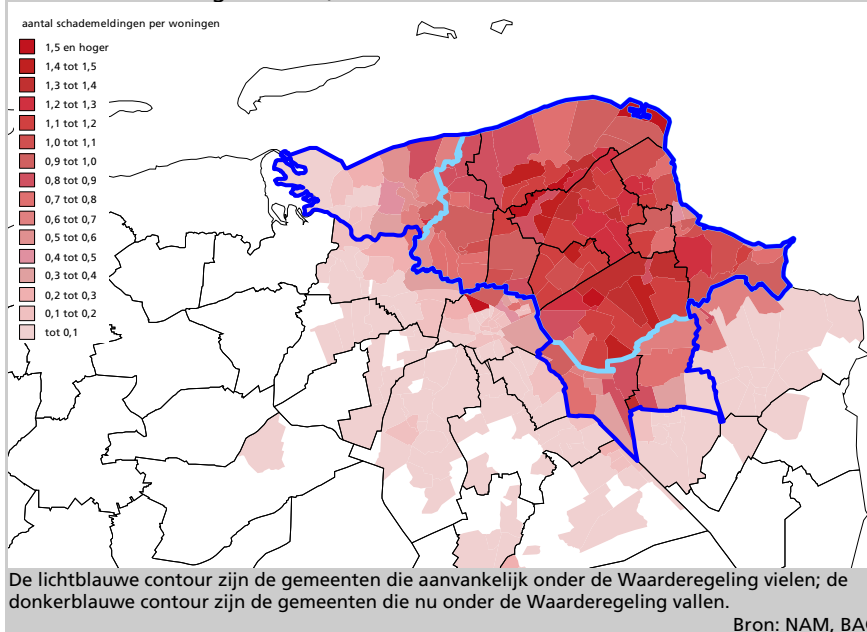
geval te zijn. Een schademelding kan namelijk betrekking hebben op meer dan één woning/adres. Als dit het geval is, is het veld 'toevoeging' gebruikt om te specificeren om welke woningen het dan gaat. Het kan gaan om een opsomming van huisnummers, of om de laatste uit een reeks van huisnummers. Omdat het met de schadedatabase niet mogelijk blijkt om geautomatiseerd te bepalen of het gaat om een toevoeging van een huisnummer dan wel een of andere specificatie van een reeks huisnummers is voor elke schademelding met een toevoeging handmatig gekeken voor de betreffende postcode welke huisnummers plus toevoegingen er voorkomen in de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG2015). Hierbij is overigens ook gebleken dat één schademelding in meerdere postcodes kan zitten. Wanneer een schademelding betrekking heeft op meer dan één woning, is er voor elke woning horende bij die schademelding een afzonderlijk record gemaakt (met hierin een huisnummer + toevoeging die eenduidig verwijzen naar één woning); budget en betalingen zijn gelijk verdeeld over de afzonderlijke woningen in de schademelding. Nadat op die manier handmatig een aangepast bestand is gemaakt met afzonderlijke woningen met schademelding zijn deze geautomatiseerd gekoppeld aan transacties in de NVM-database. Ook bij de NVM-database komt het echter voor dat transacties betrekking hebben op meer dan één woning. Voor alle transacties in de NVM-database met toevoeging is daarom eveneens handmatig nagelopen of de koppeling juist is verlopen.

Hierbij is alleen gekeken naar transacties sinds 'Huizinge' en naar transacties waarvan de postcode voorkomt in de schadedatabase. Op die manier was het mogelijk om voor elke verkochte woning sinds 'Huizinge' te bepalen of er een schademelding is geweest, of die schademelding op het moment van verkoop is toegekend, welk budget voor schadeherstel is toegekend en welk bedrag daadwerkelijk is uitgekeerd. Bovendien is het met die gegevens mogelijk om het gebied waarbinnen schademeldingen hebben plaatsgevonden af te bakenen (zie bijlage 4).

Kaart B3.1 laat (op 4-ppc-niveau) zien hoeveel woningen met een schademelding er zijn geweest als percentage van de totale woningvoorraad in dat gebied, op basis van de BAG2015. De waarde is soms groter dan één omdat er meer schademeldingen per woning kunnen voorkomen. De schadedatabase bevat ook meldingen rond andere gasvelden, waardoor er in kaart B3.1 ook gebieden buiten Groningen een kleur krijgen.



**Kaart B3.1** Het aantal woningen met geaccepteerde schademelding (sinds 'Huizinge' tot en met 30 juni 2017) als percentage van de woningvoorraad)

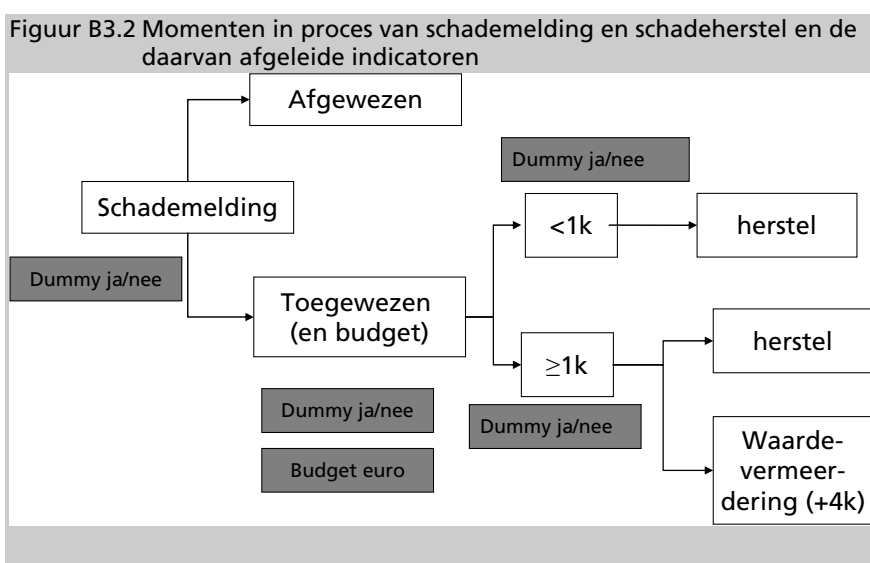


Uit eerder onderzoek bleek dat een toegekend schadebudget samenhangt met hogere verkoopprijzen.<sup>45</sup> Voor dat positieve effect kan een aantal mogelijke oorzaken worden aangedragen. Zo kan het zijn dat er meer is uitgekeerd dan nodig was voor schadeherstel, waardoor er meer is geïnvesteerd in die woningen en de waarde is toegenomen.<sup>46</sup> Een andere mogelijkheid is dat andere panden ten opzichte van de schadepanden minder waard zijn geworden, omdat daar meer kans zou kunnen bestaan op verborgen schade. De derde mogelijke reden is dat er sprake kan zijn van een selectiebias in de schademelding; assertieve mensen zouden eerder geneigd kunnen zijn om schade te melden en/of voor zichzelf een (hogere) compensatie te regelen en tevens slimmer onderhandelen bij de verkoop van hun woning. En tot slot kan het positieve effect het gevolg zijn van de Waardevermeerderingsregeling, die weliswaar bedoeld was om te

<sup>45</sup> M. Bosker, et. al., 2016: Met angst en beven. Verklaringen voor de dalende huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied (Atlas voor gemeenten, Utrecht).

<sup>46</sup> Deze theorie is plausibel, omdat een schademelder immers zelf kan kiezen tussen schadeherstel door een door de NAM geselecteerde aannemer of uitbetaling van het schadebedrag in geld. Indien voor deze laatste optie wordt gekozen, kan een schademelder zijn schade tamelijk eenvoudig goedkoper laten herstellen door een plaatselijke aannemer waarna er nog budget overblijft om in de woning te investeren.

compenseren voor de overlast rond schadeafhandeling, maar die uiteindelijk ook de waarde van de woning kan hebben verhoogd. In de Waardevermeerderingsregeling komt elke woningeigenaar waarbij de vastgestelde schade € 1000 of meer bedraagt in aanmerking voor een subsidie van maximaal € 4000 voor energiebesparende of -opwekkende maatregelen. Daarom zijn er verschillende indicatoren geconstrueerd die elk verschillende aspecten in het proces van schademelding en -herstel meten. In figuur B3.2 is dat schematisch weergegeven:



Een woningeigenaar kan schade melden waarvan hij vermoedt dat deze door bevingen is veroorzaakt (de eerste indicator; een variabele die aangeeft of er ooit schade is gemeld). Experts beoordelen de schade en wijzen de claim af of toe (de tweede indicator; een variabele die aangeeft of er een geaccepteerde schademelding is) en stellen de omvang van de schade in euro's vast (de derde indicator: de omvang van het schadebudget). Als dit schadebudget € 1000 of meer is, komt de eigenaar in aanmerking voor de Waardevermeerderingsregeling (de vierde indicator, die aangeeft of het toegekende budget € 1000 of meer is). Is de schade lager dan € 1000 dan is dat niet het geval (de vijfde indicator: een variabele die aangeeft of het toegekende budget minder dan € 1000 is). Al deze indicatoren zijn getest in het basismodel. De resultaten staan in tabel B3.1.

**Tabel B3.1 Resultaten van regressieanalyses: verschillende variabelen voor schadehistorie en budget op niveau van individuele woningen**

| Afhankelijke<br>variabele: huizen-<br>prijzen per vier-<br>kante meter (log)     | 1                      | 2                | 3                | 4                      | 5                | 6                | 7                |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <i>Effect van:</i>                                                               |                        |                  |                  |                        |                  |                  |                  |
| Ligging in risico-<br>gebied (>20%<br>schade)                                    | -0,017<br>(-2,9)       | -0,018<br>(-3,1) | -0,017<br>(-2,9) | -0,018<br>(-3,2)       | -0,018<br>(-3,1) | -0,011<br>(-2,1) |                  |
| # voelbare<br>bevingen<br>(5 mm/sec of<br>meer)                                  | -0,010<br>(-7,0)       | -0,011<br>(-7,2) | -0,011<br>(-7,2) | -0,011<br>(-7,3)       | -0,011<br>(-7,3) | -0,010<br>(-6,5) | -0,011<br>(-7,3) |
| Schademelding<br>(dummyvariabele)                                                | <b>0,014<br/>(2,1)</b> |                  |                  |                        |                  |                  |                  |
| Schademelding<br>toegekend<br>(dummyvariabele)                                   |                        | 0,020<br>(3,0)   | 0,019<br>(2,7)   |                        |                  |                  |                  |
| Schademelding –<br>afgewezen of in<br>behandeling<br>(dummyvariabele)            |                        |                  | -0,010<br>(-0,7) |                        |                  |                  |                  |
| Schademelding<br>toegekend met<br>budget € 1000 of<br>meer (dummy-<br>variabele) |                        |                  |                  | <b>0,023<br/>(3,4)</b> | 0,023<br>(3,3)   |                  | 0,030<br>(1,6)   |
| Schademelding<br>toegekend met<br>budget < € 1000<br>(dummyvariabele)            |                        |                  |                  |                        | -0,006<br>(-0,4) | -0,014<br>(-1,1) |                  |
| Budget<br>(IHS trans-<br>formatie)                                               |                        |                  |                  |                        |                  |                  | -0,001<br>(-0,4) |
| Kwartaaldummy's                                                                  | ja                     | ja               | ja               | ja                     | ja               | ja               | ja               |
| Huizen-<br>kenmerken                                                             | ja                     | ja               | ja               | ja                     | Ja               | ja               | ja               |
| N                                                                                | 10322                  | 10322            | 10322            | 10322                  | 10322            | 10322            | 10322            |
| R                                                                                | 0,49                   | 0,49             | 0,49             | 0,49                   | 0,49             | 0,49             | 0,49             |

Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten.

In het eerste model is een dummyvariabele meegenomen die aangeeft of een woning die ooit schade heeft gemeld een andere transactieprijs heeft. De coëfficiënt is positief en significant groter dan nul. In model 2 is de indicator opgenomen die aangeeft of deze schademelding ook is toegekend. Ook deze is positief en significant. De puntschatting is bovendien wat hoger dan in model 1. In model 3 is naast deze indicator ook een indicator opgenomen die aangeeft of een woning een afgewezen schademelding heeft dan wel een schademelding die nog in behandeling is. De variabele voor schademelding (model 1) is dus gesplitst in twee aparte variabelen. De resultaten van model 3 laten zien dat het positieve effect van schademelding uit model 1 voortkomt uit het positieve effect van een *geaccepteerde* schademelding. Een afgewezen schademelding of één die nog in behandeling is, heeft geen effect op de transactieprijs.

In model 4 is vervolgens het effect getest van een subcategorie van de geaccepteerde schademeldingen: die waarvan het budget hoger is dan € 1000. Hoewel er geen data beschikbaar zijn over deelname aan de Waardevermeerderingsregeling is deze indicator daarvoor waarschijnlijk een goede *proxy*. Naast de voorwaarde van € 1000 of meer schade waren er in principe geen additionele voorwaarden om hier aan deel te kunnen nemen. Het is dan ook aannemelijk dat vrijwel elke woningeigenaar met meer dan € 1000 schade hieraan heeft deelgenomen. Het gevonden effect voor deze variabele is positief en significant en bedraagt 2,3%. Als dit effect wordt vertaald in euro's voor een gemiddelde woning in de *sample* in het risicogebied, blijkt dit gemiddeld genomen een waardevermeerderend effect te hebben van bijna € 4000. Dit is precies het bedrag dat wordt uitgekeerd in het kader van de Waardevermeerderingsregeling.

De vraag is vervolgens of er bovenop deze indicator nog een additioneel negatief dan wel positief effect is van schade. In model 5 en 6 is dat gedaan door te kijken of een woning met minder dan € 1000 schade voor een hogere of lagere transactieprijs wordt verkocht. Dat blijkt niet zo te zijn: zowel los als gecombineerd met de variabele voor schade van € 1000 of meer is de puntschatting weliswaar negatief, maar niet significant afwijkend van nul. In model 7 is tot slot gekeken of er nog een additioneel effect van de omvang van het schadebudget is bovenop de dummyvariabele die aangeeft of een woning in aanmerking kwam voor de Waardevermeerderingsregeling. Dat blijkt niet zo te zijn: de puntschatting is negatief, maar wijkt niet significant af van nul.

## **Bijlage 4    Afbakening risicogebied**

Zoals toegelicht in hoofdstuk 2 bestrijkt het potentiële risicogebied voor dit onderzoek alle gebieden waar minimaal één keer schade door aardbevingen is vastgesteld. In bijlage 3 is het aantal (geaccepteerde) schademeldingen (ten opzichte van het aantal woningen) op 4-ppc-niveau weergegeven. Uit de kaart bleek dat de variatie groot is. Sommige gebieden hebben meer schadegevallen dan woningen; er zijn dan dus woningen waar meerdere keren schade is vastgesteld. Deze gebieden liggen vooral in de acht gemeenten die in eerste instantie als het risicogebied zijn gedefinieerd, maar zeker niet alleen daar. Andere gebieden kennen daarentegen slechts een beperkt aantal schadegevallen, soms zelfs slechts één. Deze gebieden liggen aan de randen van de provincie Groningen en net daarbuiten.

De vraag was vervolgens of er een prijseffect is in het hele potentiële risicogebied; het gebied waar ten minste één keer aardbevingsgerelateerde schade is vastgesteld. Of is er een bepaalde grens in het percentage schadegevallen aan te geven waarbij er geen negatief prijseffect meer is? Om dat te onderzoeken is het potentiële risicogebied (op basis van gegevens tot en met het derde kwartaal van 2016<sup>47</sup>) gesplitst in deelgebieden van 0-10% geaccepteerde schadeclaims (als percentage van de woningvoorraad), 10-20%, et cetera. Voor elk van de tien deelgebieden zijn indicatoren gemaakt die per woning aangeven in welk van de tien deelgebieden de woning ligt. Daarbij zijn steeds de bijbehorende referentiewoningen geselecteerd. Vervolgens is gekeken welke van die indicatoren significant afwijken van het gemiddelde van de referentiewoningen in een modelschatting waarin de tien variabelen, woningkenmerken en enkele locatiekenmerken als controlevariabelen zijn meegenomen.

Tabel B4.1 toont de resultaten. Figuur B4.1 geeft die resultaten gestileerd weer. De grafiek toont de statistische significantie van het gevonden prijsverschil tussen de verkochte woningen in het potentiële risicogebied en de bijbehorende referentiewoningen op basis van de zogenoemde T-waarde. Een T-waarde die groter is dan (plus of min) 2 wijst grofweg op een statistisch significant prijsverschil. In gebieden met 30% of meer geaccepteerde schadeclaims is een statistisch significant negatief prijseffect gevonden. Voor het gebied met tussen 20 en 30% schade is dat niet het

<sup>47</sup> In de vervolganalyses zijn geactualiseerde gegevens tot en met juni 2017 gebruikt.

geval, maar daar is een negatief prijseffect ook niet uit te sluiten. Voor de gebieden met minder dan 20% schade is een negatief prijseffect wel uit te sluiten. Om er zeker van te zijn dat het risicogebied niet te klein wordt gedefinieerd, is bij het afbakenen van het risicogebied voor dit onderzoek uitgegaan van alle gebieden met een schadepercentage van meer dan 20%; het gebied waarbinnen niet uit te sluiten is dat er een negatief prijseffect bestaat. Kaart B4.1 laat zien welk gebied dat is. Dat gebied bestaat uit 128 4-ppc-gebieden met in totaal ruim 92.000 woningen. In tabel B4.2 zijn die opgesomd.

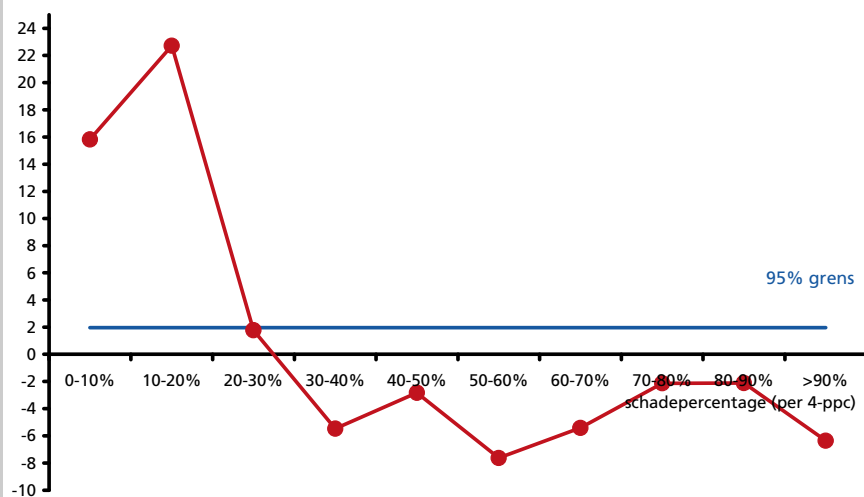
**Tabel B4.1 Resultaten van de regressieanalyse**

| Afhankelijke variabele: huizenprijzen<br>per vierkante meter (log) <sup>48</sup> | Coëfficiënt en T-waarde<br>(tussen haakjes) |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Effect van ligging in gebied met<br>schadepercentage...                          |                                             |
| 0%-10%                                                                           | 0,07 (15,8)                                 |
| 10%-20%                                                                          | 0,15 (22,7)                                 |
| 20%-30%                                                                          | 0,01 (1,8)                                  |
| 30%-40%                                                                          | -0,05 (-5,5)                                |
| 40%-50%                                                                          | -0,04 (-2,8)                                |
| 50%-60%                                                                          | -0,10 (-7,6)                                |
| 60%-70%                                                                          | -0,06 (-5,4)                                |
| 70%-80%                                                                          | -0,02 (-2,1)                                |
| 80%-90%                                                                          | -0,03 (-2,1)                                |
| >90%                                                                             | -0,06 (-6,4)                                |
| Kwartaaldummy's                                                                  | Ja                                          |
| Huizenkenmerken                                                                  | Ja                                          |
| Locatiekenmerken                                                                 | Ja                                          |
| N                                                                                | 23.419                                      |
| R2                                                                               | 0,54                                        |

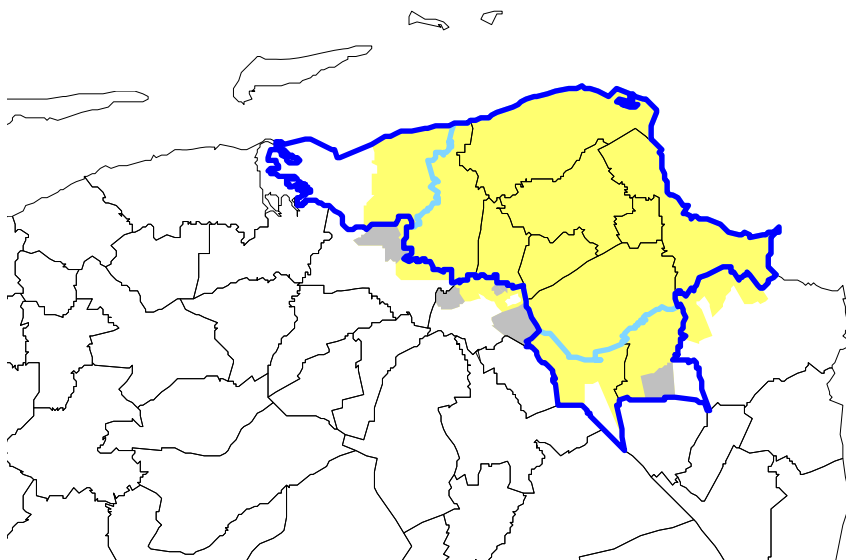
<sup>48</sup> Gelogtransformeerd op basis van het natuurlijk logaritme (met e als grondgetal).

**Figuur B4.1 Tot welke grens van het aandeel woningen met toegekende schadeclaims is een negatief prijseffect niet uit te sluiten?**

T-waarden van schatting van afwijking vierkante meterprijzen in risicogebied ten opzichte van referentiegebieden



**Kaart B4.1 Het risicogebied; het gebied waarbinnen een negatief prijseffect niet kan worden uitgesloten (grijs = onzeker)**



De lichtblauwe contour zijn de gemeenten die aanvankelijk onder de Regeling Waardedaling vielen; de donkerblauwe contour zijn de gemeenten die nu onder de Regeling Waardedaling vallen

**Tabel B4.2 Het gebied waarbinnen waardedaling als gevolg van aardbevingen niet uit te sluiten is; de 128 postcodegebieden**

| Postcode | Naam                              | Aantal<br>geaccepteerde<br>schademeldingen | Aantal<br>woningen | Aantal<br>geaccepteerde<br>schademeldingen<br>als percentage<br>van de<br>woningvoorraad |
|----------|-----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9979     | EEMSHAVENGEBIED                   | 15                                         | 7                  | 214%                                                                                     |
| 9747     | UNIVERSITEITSCOMPLEX<br>GRONINGEN | 10                                         | 6                  | 167%                                                                                     |
| 9924     | GARSTHUIZEN                       | 16                                         | 10                 | 160%                                                                                     |
| 9994     | TOORNWERD                         | 48                                         | 30                 | 160%                                                                                     |
| 9624     | LUDEWEER                          | 32                                         | 21                 | 152%                                                                                     |
| 9996     | EPPENHUIZEN                       | 53                                         | 35                 | 151%                                                                                     |
| 9793     | WINNEWEER                         | 73                                         | 52                 | 140%                                                                                     |
| 9993     | WESTERWIJTWERD                    | 74                                         | 53                 | 140%                                                                                     |
| 9992     | HUIZINGE                          | 88                                         | 65                 | 135%                                                                                     |
| 9627     | HELLUM                            | 316                                        | 235                | 134%                                                                                     |
| 9998     | ROTTUM                            | 100                                        | 75                 | 133%                                                                                     |
| 9632     | BORGERCOMPAGNIEWEG                | 49                                         | 37                 | 132%                                                                                     |
| 9619     | FROOMBOSCH                        | 487                                        | 368                | 132%                                                                                     |
| 9794     | LELLENS                           | 43                                         | 33                 | 130%                                                                                     |
| 9913     | EENUM                             | 74                                         | 57                 | 130%                                                                                     |
| 9925     | LANDELIJK GEBIED                  | 9                                          | 7                  | 129%                                                                                     |
| 9625     | OVERSCHILD                        | 294                                        | 232                | 127%                                                                                     |
| 9986     | OLDENZIJL                         | 58                                         | 47                 | 123%                                                                                     |
| 9908     | GODLINZE                          | 187                                        | 154                | 121%                                                                                     |
| 9985     | OOSTERNIELAND                     | 63                                         | 52                 | 121%                                                                                     |
| 9939     | TJUCHEM                           | 154                                        | 128                | 120%                                                                                     |
| 9907     | LOSDORP                           | 102                                        | 85                 | 120%                                                                                     |
| 9937     | MEEDHUIZEN                        | 313                                        | 263                | 119%                                                                                     |
| 9923     | GARSTHUIZEN                       | 116                                        | 98                 | 118%                                                                                     |
| 9626     | MEENTEWEG                         | 817                                        | 711                | 115%                                                                                     |
| 9912     | LEERMENS                          | 136                                        | 119                | 114%                                                                                     |
| 9922     | WESTEREMDEN                       | 209                                        | 184                | 114%                                                                                     |
| 9797     | THESINGE                          | 256                                        | 230                | 111%                                                                                     |
| 9623     | HARKSTEDE                         | 101                                        | 92                 | 110%                                                                                     |
| 9962     | SCHOUWERZIJL                      | 57                                         | 52                 | 110%                                                                                     |



|      |                              |       |       |      |
|------|------------------------------|-------|-------|------|
| 9917 | WIRDUMERDRAAI                | 269   | 246   | 109% |
| 9999 | SITSWERD                     | 52    | 48    | 108% |
| 9987 | ZIJLDIJK                     | 116   | 109   | 106% |
| 9796 | SINT-ANNEN                   | 85    | 80    | 106% |
| 9798 | GARMERWOLDE                  | 242   | 228   | 106% |
| 9628 | SIDDEBUREN                   | 1.551 | 1.462 | 106% |
| 9911 | OOSTERWIJTWERD               | 96    | 91    | 105% |
| 9904 | KREWERD                      | 60    | 57    | 105% |
| 9915 | 'T ZANDT                     | 386   | 367   | 105% |
| 9795 | WOLTERSUM                    | 171   | 163   | 105% |
| 9914 | ZEERIJP                      | 229   | 220   | 104% |
| 9792 | TEN POST                     | 401   | 386   | 104% |
| 9903 | DAMSTERDIEP EN<br>EEMSKANAAL | 853   | 831   | 103% |
| 9905 | HOLWIERDE                    | 500   | 493   | 101% |
| 9921 | STEDUM                       | 477   | 473   | 101% |
| 9959 | ONDERDENDAM                  | 285   | 284   | 100% |
| 9995 | KANTENS                      | 301   | 300   | 100% |
| 9615 | KOLHAM                       | 606   | 604   | 100% |
| 9945 | WAGENBORGEN                  | 868   | 866   | 100% |
| 9621 | 'S-GRAVENSCHANS EN<br>RUITEN | 994   | 992   | 100% |
| 9949 | BORGWEER                     | 72    | 72    | 100% |
| 9784 | NOORDWOLDE                   | 105   | 106   | 99%  |
| 9918 | GARRELSWEER                  | 267   | 270   | 99%  |
| 9909 | SPIJK                        | 617   | 624   | 99%  |
| 9791 | TEN BOER                     | 1.836 | 1.865 | 98%  |
| 9618 | SLOCHTEREN-KOLHAM            | 49    | 51    | 96%  |
| 9919 | LOPPERSUM                    | 1.164 | 1.219 | 95%  |
| 9773 | WETSINGE                     | 45    | 48    | 94%  |
| 9997 | ZANDEWEER                    | 247   | 265   | 93%  |
| 9957 | SAAXUMHUIZEN                 | 22    | 24    | 92%  |
| 9603 | KALKWIJK                     | 1.187 | 1.319 | 90%  |
| 9956 | DEN ANDEL                    | 204   | 233   | 88%  |
| 9633 | TRIPSCOMPAGNIE               | 41    | 47    | 87%  |
| 9785 | ZUIDWOLDE                    | 379   | 435   | 87%  |
| 9617 | HARKSTEDE                    | 1.345 | 1.547 | 87%  |
| 9954 | TINALLINGE                   | 37    | 43    | 86%  |
| 9955 | RASQUERT                     | 85    | 99    | 86%  |

Vijf jaar na Huizinge, Atlas voor gemeenten

|      |                    |       |       |     |
|------|--------------------|-------|-------|-----|
| 9968 | PIETERBUREN        | 190   | 222   | 86% |
| 9988 | USQUERT            | 596   | 702   | 85% |
| 9984 | OUDE SCHIP         | 98    | 118   | 83% |
| 9942 | 'T WAAR            | 49    | 60    | 82% |
| 9936 | DELFIJL            | 698   | 856   | 82% |
|      | INDUSTRIETERREIN   |       |       |     |
| 9983 | HOOILANDSEWEG      | 428   | 529   | 81% |
| 9991 | MIDDELSTUM         | 895   | 1.122 | 80% |
| 9608 | WESTERBROEK        | 295   | 375   | 79% |
| 9961 | MENSINGEWEER       | 71    | 92    | 77% |
| 9989 | WARFFUM            | 838   | 1.093 | 77% |
| 9738 | KONINGSLAAGTE      | 126   | 165   | 76% |
| 9982 | UITHUIZERMEEDEN    | 1.135 | 1.494 | 76% |
| 9611 | SAPPEMEER          | 2.768 | 3.646 | 76% |
| 9781 | BEDUM              | 2.914 | 3.853 | 76% |
| 9951 | WINSUM             | 2.439 | 3.231 | 75% |
| 9946 | WOLDENDORP         | 339   | 450   | 75% |
| 9774 | ADORP              | 209   | 286   | 73% |
| 9934 | DELFIJL WEST       | 2.095 | 2.868 | 73% |
| 9886 | SAAKSUM            | 37    | 51    | 73% |
| 9901 | APPINGEDAM-CENTRUM | 1.717 | 2.428 | 71% |
| 9606 | MEERWIJCK          | 485   | 690   | 70% |
| 9629 | STEENDAM           | 97    | 140   | 69% |
| 9906 | BIERUM             | 243   | 351   | 69% |
| 9771 | SAUWERD            | 335   | 489   | 69% |
| 9616 | SCHARMER           | 207   | 307   | 67% |
| 9981 | UITHUIZEN          | 1.939 | 2.889 | 67% |
| 9893 | GARNWERD           | 137   | 205   | 67% |
| 9636 | HEILIGELAAN        | 1.076 | 1.653 | 65% |
| 9953 | BAFLO              | 585   | 900   | 65% |
| 9947 | LANDELIJK GEBIED   | 121   | 188   | 64% |
| 9932 | TUIKWERD           | 1.174 | 1.833 | 64% |
| 9969 | WESTERNIELAND      | 93    | 147   | 63% |
| 9735 | BOVENSTREEK        | 55    | 87    | 63% |
| 9892 | FEERWERD           | 91    | 144   | 63% |
| 9967 | EENRUM             | 438   | 719   | 61% |
| 9943 | NIEUW-SCHEEMDA     | 101   | 167   | 60% |
| 9635 | NOORDBROEK         | 544   | 900   | 60% |
| 9944 | NIEUWOLDA          | 367   | 663   | 55% |

|      |                                 |       |       |     |
|------|---------------------------------|-------|-------|-----|
| 9601 | HOOGEZAND-<br>VREDENBURGWEG     | 2.107 | 3.830 | 55% |
| 9963 | WARFHUIZEN                      | 75    | 137   | 55% |
| 9607 | FOXHOL                          | 241   | 454   | 53% |
| 9734 | RUISCHERBRUG                    | 629   | 1.189 | 53% |
| 9964 | WEHE - DEN HOORN-<br>OOST       | 197   | 381   | 52% |
| 9902 | APPINGEDAM-OOST                 | 1.443 | 2.888 | 50% |
| 9891 | EZINGE                          | 186   | 404   | 46% |
| 9977 | KLOOSTERBUREN                   | 293   | 646   | 45% |
| 9933 | DELFIJL NOORD                   | 924   | 2.200 | 42% |
| 9948 | TERMUNTEN                       | 71    | 176   | 40% |
| 9602 | HOOGEZAND-GORECHT<br>WEST       | 2.172 | 5.648 | 38% |
| 9931 | UITWIERDE                       | 327   | 886   | 37% |
| 9609 | WATERHUIZEN                     | 4     | 11    | 36% |
| 9965 | LEENS                           | 310   | 853   | 36% |
| 9731 | ULGERSMABUURT                   | 1.118 | 3.192 | 35% |
| 9833 | DEN HAM                         | 36    | 103   | 35% |
| 9966 | ZUURDIJK                        | 27    | 84    | 32% |
| 9737 | BEIJUM-WEST                     | 856   | 3.010 | 28% |
| 9649 | MUNTENDAM (MET<br>OUDE VERLAAT) | 561   | 2.156 | 26% |
| 9723 | EUVELGUNNE                      | 527   | 2.083 | 25% |
| 9746 | LEEGKERK                        | 530   | 2.182 | 24% |
| 9883 | OLDEHOVE                        | 138   | 636   | 22% |
| 9736 | BEIJUM-OOST                     | 619   | 3.091 | 20% |

## Bijlage 5 Modelspecificaties

Tabel B5.1 Volledige schattingsresultaten van model 4 in tabel 3.1 (deel 1)

| Afhankelijke variabele: huizenprijzen per vierkante meter (log) <sup>49</sup> | Coëfficiënt en T-waarde (tussen haakjes) |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Effect van:</i>                                                            |                                          |
| Toegekend budget voor schadeherstel van duizend euro of meer                  | 0,023<br>(3,4)                           |
| Ligging in risicogebied                                                       | -0,018<br>(-3,2)                         |
| Aantal voelbare bevingen (>5 mm/sec)                                          | -0,011<br>(-7,3)                         |
| <i>Omvang</i>                                                                 |                                          |
| Woonoppervlakte m <sup>2</sup> (log)                                          | -0,658<br>(-29,6)                        |
| Inhoud m <sup>3</sup> (log)                                                   | 0,249<br>(11,1)                          |
| <i>Type woning (dummy - tussenwoning is referentie)</i>                       |                                          |
| Geschakeld                                                                    | 0,07<br>(4,4)                            |
| hoek                                                                          | 0,022<br>(2,8)                           |
| 2-onder-1 kap                                                                 | 0,038<br>(4,9)                           |
| vrijstaand                                                                    | 0,167<br>(16,5)                          |
| appartement                                                                   | 0,284<br>(6,7)                           |
| <i>Bouwperiode (dummy – na 2000 is referentie)</i>                            |                                          |
| 1500-1905                                                                     | -0,39<br>(-23,7)                         |
| 1906-1930                                                                     | -0,4<br>(-30,8)                          |
| 1931-1944                                                                     | -0,355<br>(-25,7)                        |
| 1945-1959                                                                     | -0,363<br>(-27,9)                        |
| 1960-1970                                                                     | -0,370<br>(-32,1)                        |
| 1971-1980                                                                     | -0,325<br>(-33,1)                        |
| 1981-1990                                                                     | -0,203<br>(-20,3)                        |
| 1991-2000                                                                     | -0,063<br>(-6,5)                         |

Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten.

<sup>49</sup> Gelogtransformeerd op basis van het natuurlijk logaritme (met e als grondgetal).

Tabel B5.1 Coëfficiënten en T-waarden van model 4 in tabel 3.1 (deel 2)

|                                                                                                         |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <i>Staat van onderhoud binnen (dummyvariabele, referentie is slechte staat van onderhoud of jonger)</i> |                  |
| slecht/matig                                                                                            | 0,064<br>(0,8)   |
| matig                                                                                                   | 0,113<br>(1,7)   |
| matig tot redelijk                                                                                      | 0,069<br>(0,9)   |
| redelijk                                                                                                | 0,174<br>(2,7)   |
| redelijk tot goed                                                                                       | 0,188<br>(2,8)   |
| goed                                                                                                    | 0,311<br>(4,7)   |
| goed tot uitmuntend                                                                                     | 0,337<br>(4,9)   |
| uitmuntend                                                                                              | 0,386<br>(5,6)   |
| <i>Staat van onderhoud buiten (dummyvariabele, referentie is slechte staat van onderhoud of jonger)</i> |                  |
| slecht/matig                                                                                            | -0,063<br>(-0,8) |
| matig                                                                                                   | -0,024<br>(-0,4) |
| matig tot redelijk                                                                                      | 0,073<br>(0,9)   |
| redelijk                                                                                                | 0,066<br>(1)     |
| redelijk tot goed                                                                                       | 0,129<br>(2)     |
| goed                                                                                                    | 0,195<br>(3)     |
| goed tot uitmuntend                                                                                     | 0,213<br>(3,1)   |
| uitmuntend                                                                                              | 0,242<br>(3,6)   |
| <i>Overig</i>                                                                                           |                  |
| eigen parkeergelegenheid (dummy)                                                                        | 0,08<br>(12,7)   |
| Perceeloppervlakte (IHS-transformatie)                                                                  | 0,054<br>(7,8)   |

Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten.

Tabel B5.1 Coëfficiënten en T-waarden van model 4 in tabel 3.1 (deel 3)

|                                                                                                                 |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <i>Tuin (dummyvariabele, referentie is geen tuin)</i>                                                           |                  |
| verwaarloosde tuin                                                                                              | -0,085<br>(-3,2) |
| normaal onderhouden tuin                                                                                        | 0,023<br>(1,2)   |
| verzorgde tuin                                                                                                  | 0,082<br>(4,1)   |
| fraaie tuin                                                                                                     | 0,111<br>(5,4)   |
| 'Luxe woning' (dummyvariabele met<br>waarde 1 als grachtenpand, herenhuis,<br>landhuis, villa of woonboerderij) | 0,122<br>(11,9)  |
| Constante                                                                                                       | 8,202<br>(74,7)  |
| Kwartaaldummy's                                                                                                 | ja               |
| N                                                                                                               | 10322            |
| R <sup>2</sup>                                                                                                  | 0,49             |

Coëfficiënten staan weergegeven, de T-waarde tussen haakjes. Alle modellen zijn geschat met zogenaamde robuuste standaardfouten.