



# GASWINNING EN AARDBEVINGEN IN HET GRONINGEN-GASVELD

## Aardbevingsonderzoek



I

INLEIDING  
STUDIE  
PROGRAMMA

II

DATA-VERGARING  
EN METEN

III

AARDBEVINGS-  
DREIGING

IV

AARDBEVINGS-  
RISICO

V

TRANSPARANTIE





|

# INLEIDING STUDIEPROGRAMMA

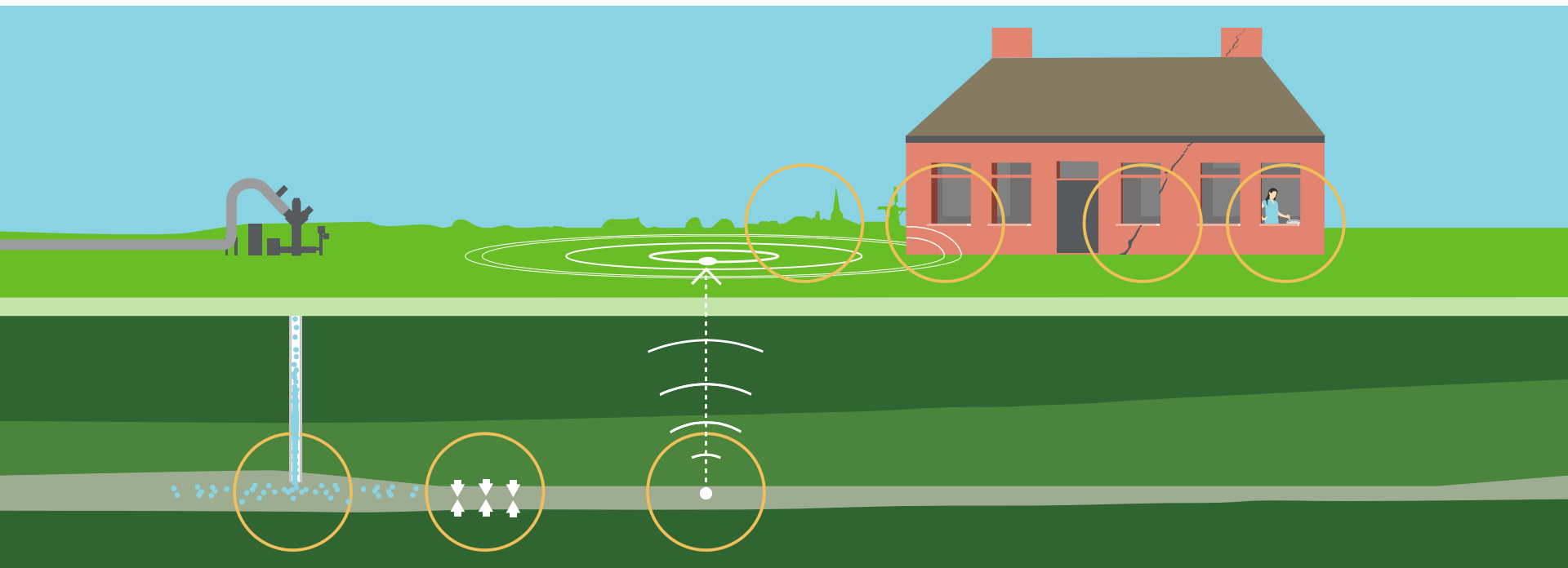
## I INLEIDING

# ONDERZOEKSPROGRAMMA NAM

- Wetenschappelijk onderzoeksprogramma naar het verband tussen gaswinning en veiligheid
- Kort na de aardbeving van Huizinge (16 augustus 2012) van start gegaan, loopt tot en met 2016
- Omvang bedraagt 100 miljoen euro (2014 – 2016), ofwel ongeveer 30 miljoen euro per jaar.  
Ter vergelijking: het jaarlijkse NWO-onderzoeks-programma 'energie' kost rond de 40 miljoen euro
- Er werken experts van circa 25 universiteiten en kennisinstellingen aan mee
- Workshops waarin resultaten met elkaar worden verbonden
- Toezicht door onafhankelijke wetenschapscommissie

## DOELSTELLINGEN

1. Inschatten van de aardbevingsdreiging en –risico en het verminderen van onzekerheden
2. Identificeren, sturen en evalueren van maatregelen om de dreiging en het risico te verminderen
3. Adresseren van onderwerpen met verschillende wetenschappelijke visies
4. Het permanent monitoren van het gasveld
5. Bijdragen aan het Winningsplan 2016



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7

DREIGING

RISICO



## DATA-VERGARING EN METEN

# I INLEIDING

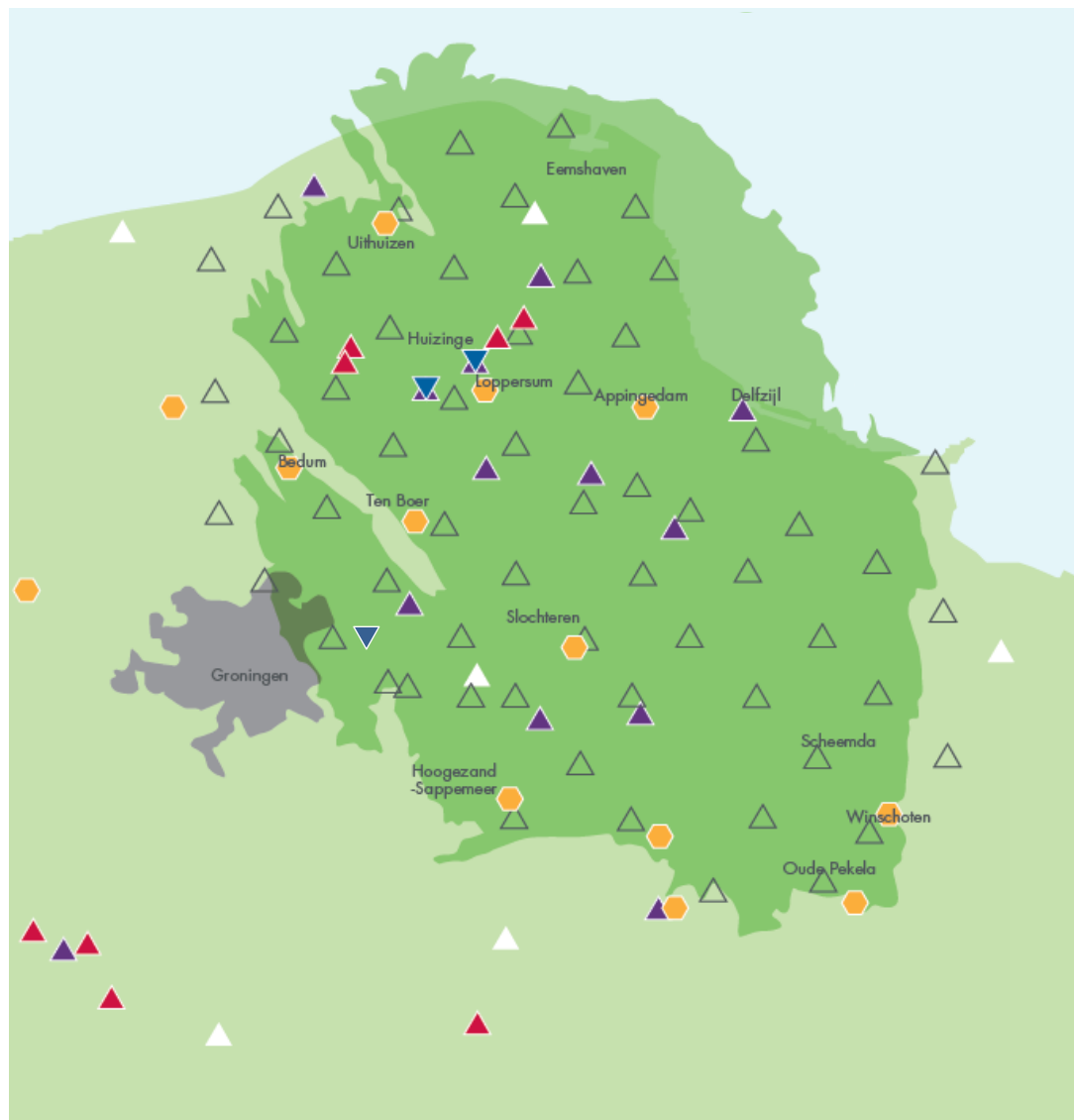
## TUSSENRESULTATEN GEBASEERD OP METINGEN





# I INLEIDING

## 100-EN NIEUWE SENSOREN



- 70 nieuwe Geofoon stations met versnellingsmeters
- 10 GPS stations
- Meer dan 300 sensoren in gebouwen
- 2 Diepe seismische observatie putten
- Zwaartekrachtmetingen
- Grondonderzoek

-  Gebouwsensoren in publieke gebouwen
-  KNMI-meetstation
-  KNMI-grondversnellingsmeter
-  KNMI-seismometer
-  Diepe geofoon
-  GPS-baken
-  Groningen gasveld



# AARDBEVINGS-DREIGING



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7



- Verdere ontwikkeling van het Groningen gasveld met drukhandhaving door injectie van stikstof wordt onderzocht.
- Dit is een grootschalig project. Technische haalbaarheid is aangetoond.
- Maar effectiviteit: verdere aardbevingen kunnen niet worden uitgesloten.
- Ook gekeken naar bovengrondse synergieën.

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARDBE-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7

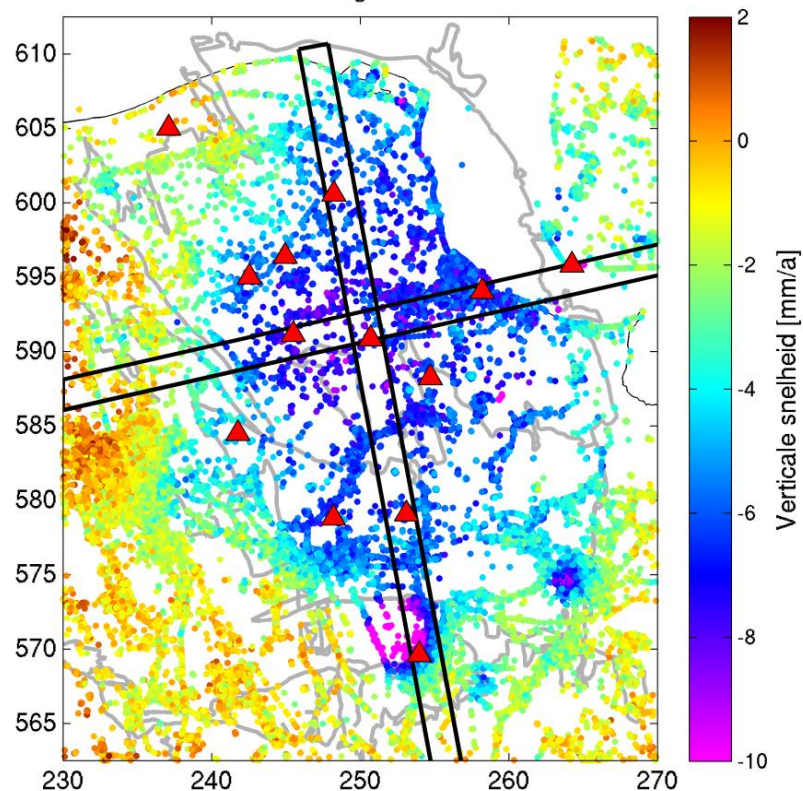
Verbeterde continue  
monitoring bodemdaling

- Bodemdalingmodel  
nauwkeuriger



## InSAR Satelliet Metingen

InSAR Groningen 2009-2014



# II AARDBEVINGSDREIGING

## PRODUCTIECIJFERS 2015 GRONINGEN-GASVELD

GASWINNING

1

INKLINKEN GASLAAG

2

AARDBEVINGEN

3

GRONDBEWEGING

4

BLOOTSTELLING HUIZEN EN MENSEN

5

STERKTE VAN HUIZEN

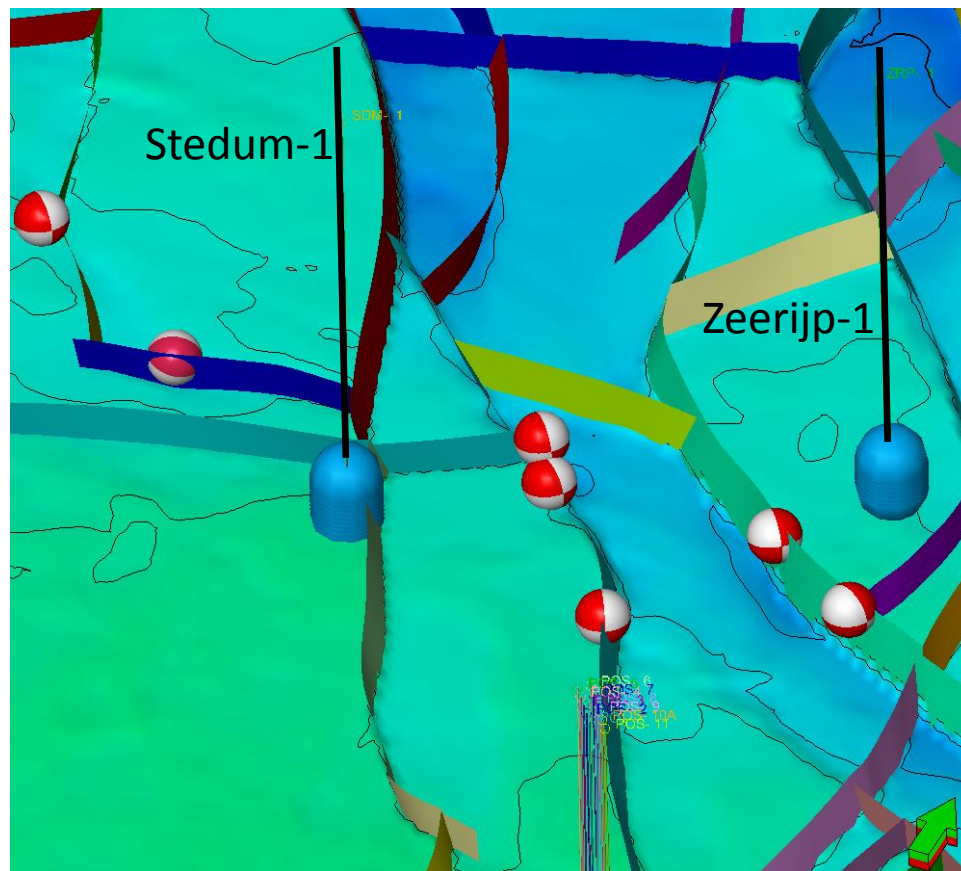
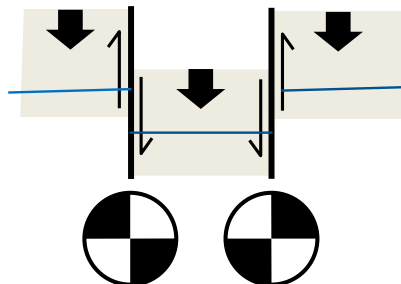
6

VEILIGHEID

7



Simple kinematic model cross-section



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7



- Een sectie van het Rotliegend reservoir en van het Carboon is gekernd (met 100% recovery).
- De kern is gescanned and is nu op weg naar de verschillende laboratoria in Houston, Rijswijk en Utrecht.

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARDBEVINGEN

3

GRONDBEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

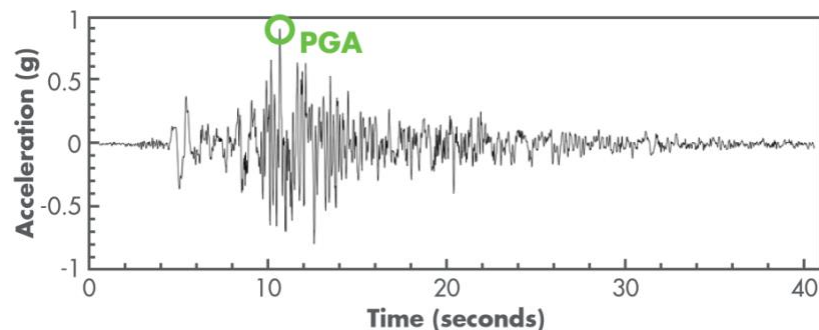
STERKTE  
VAN HUIZEN

6

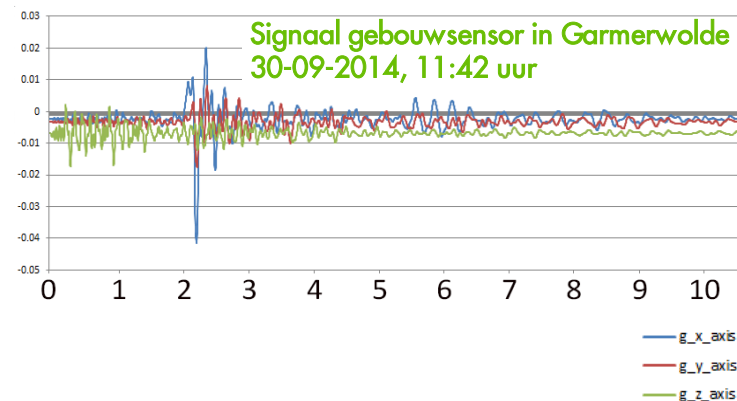
VEILIGHEID

7

PGA Tektonische aardbeving; langere duur



PGA Geïnduceerde aardbeving Groningen; kortere duur



### Verbeteringen op 1 mei 2015

- Specifiek 'Gronings' model voor grondbeweging
- Start model voor duur en spectrum van grondbeweging



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARDBEVINGEN

3

GRONDBEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

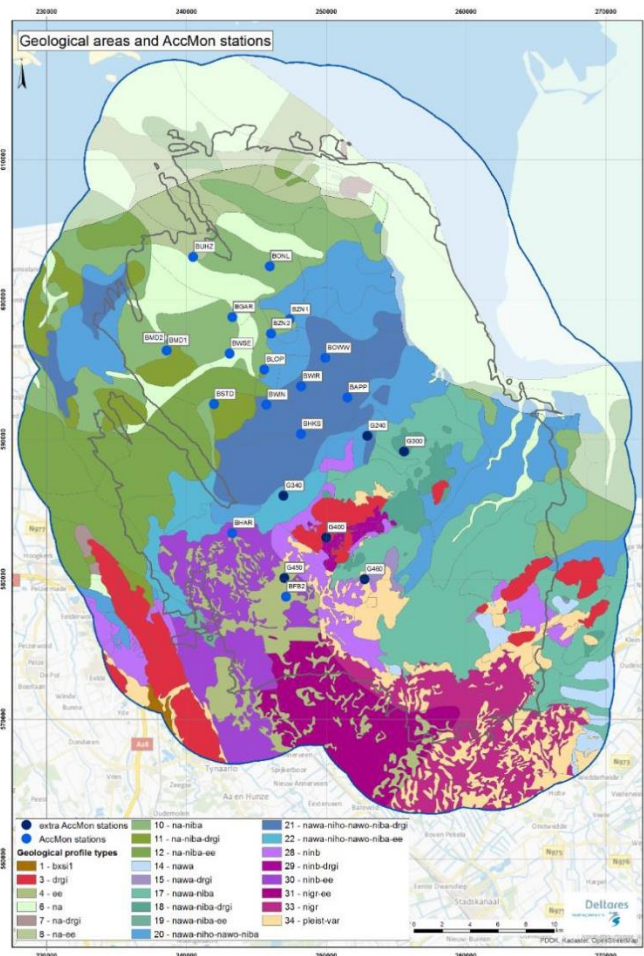
5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7



- Kalibreren van de geofon stations
- Uitgebreid grondonderzoek uitgevoerd met Deltares
- Metingen naar het gedrag van de ondiepe ondergrond





GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

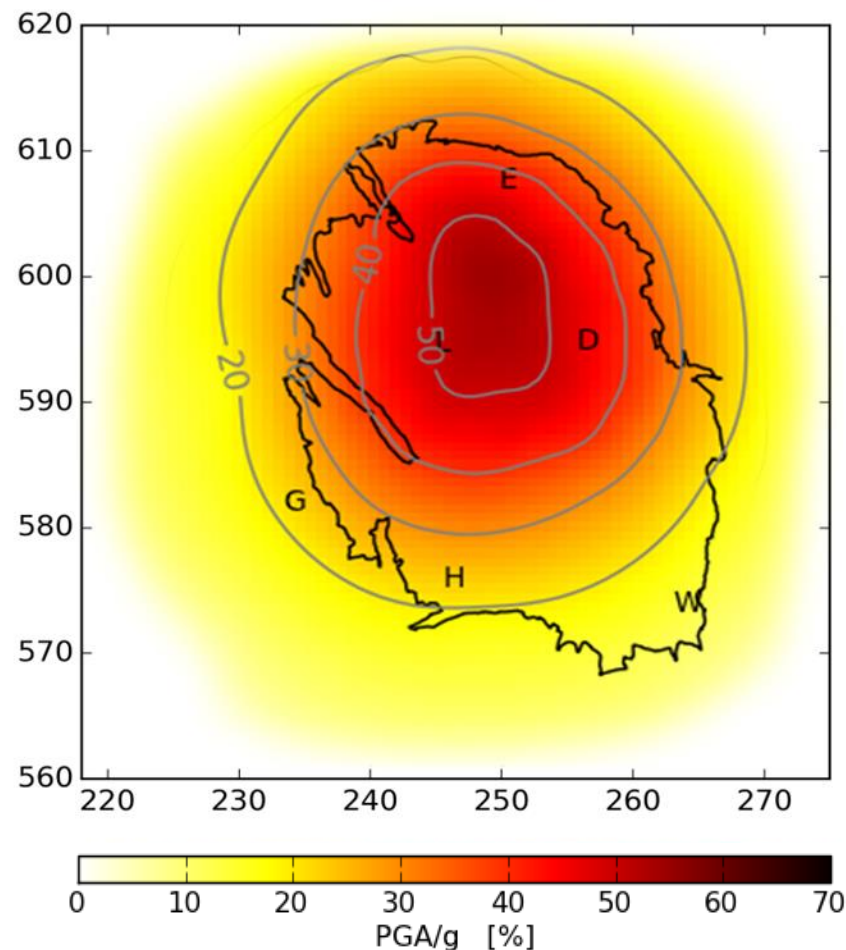
VEILIGHEID

7

### Conclusie 1 mei 2015

- Door beter begrip, zijn er minder onzekerheden, verbetert de inschatting, en daalt de inschatting van de dreiging

Model	Bcm/jr	Max PGA (g) 2016-2021
Oud 2013 – 2018	45, WP'13	0.54



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

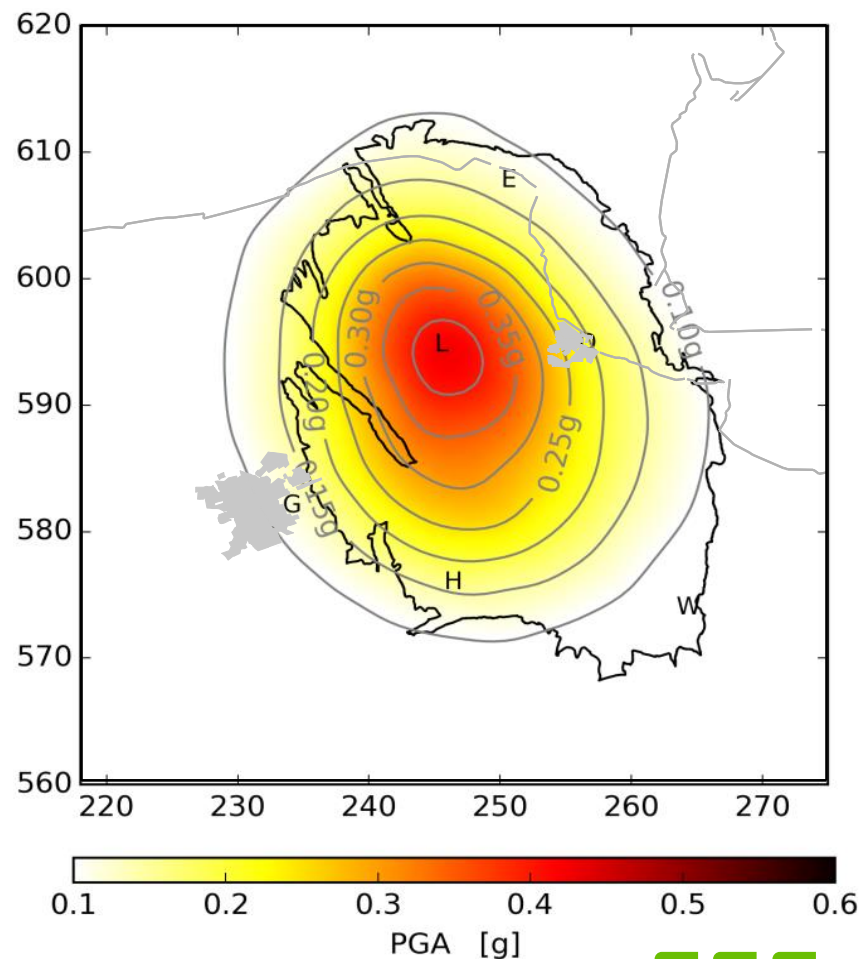
VEILIGHEID

7

### Conclusie 1 mei 2015

- Door beter begrip, zijn er minder onzekerheden, verbetert de inschatting, en daalt de inschatting van de dreiging

Model	Bcm/jr	Max PGA (g) 2016-2021
Oud 2013 – 2018	45, WP'13	0.54
Nieuw 2016 – 2021	45, WP'13	0.43



GASWINNING

**1**

 INKLINKEN  
GASLAAG

**2**

 AARD-  
BEVINGEN

**3**

 GROND-  
BEWEGING

**4**

 BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

**5**

 STERKTE  
VAN HUIZEN

**6**

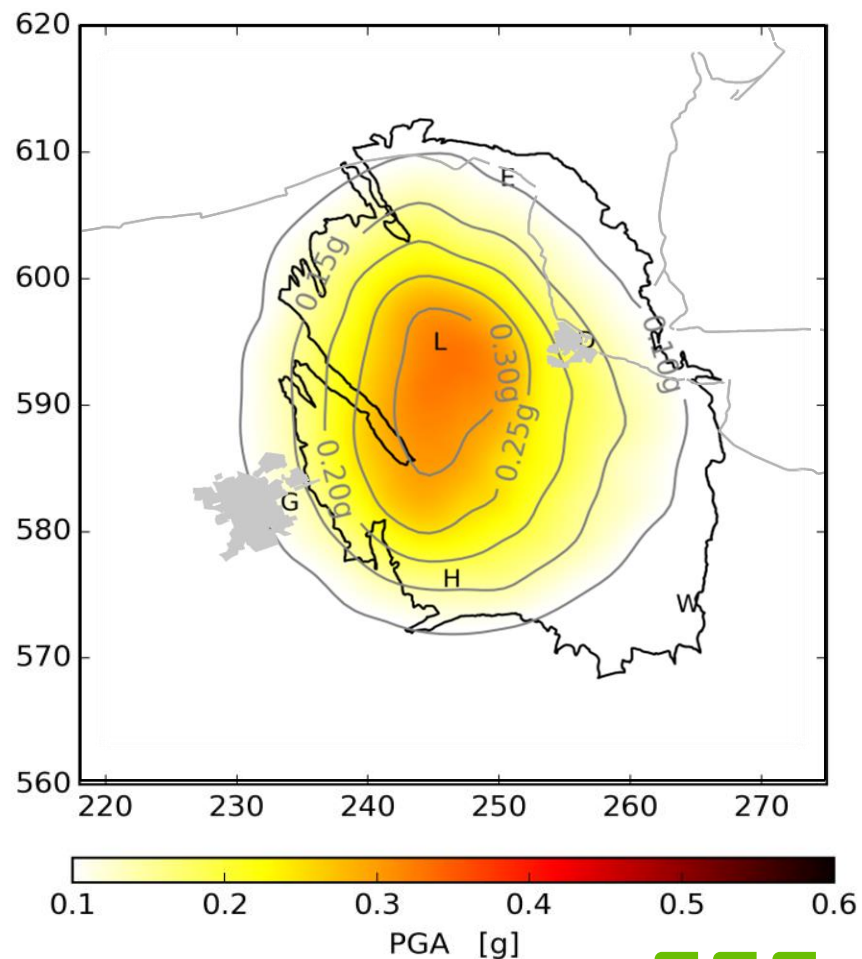
VEILIGHEID

**7**

### Conclusie 1 mei 2015

- Door beter begrip, zijn er minder onzekerheden, verbetert de inschatting, en daalt de inschatting van de dreiging

Model	Bcm/jr	Max PGA (g) 2016-2021
Oud 2013 – 2018	45, WP'13	0.54
Nieuw 2016 – 2021	45, WP'13	0.43
Nieuw 2016 – 2021	33	0.35





# IV

## AARDBEVINGSRISICO

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7



- Een onderzoeksprogramma naar de sterkte van huizen is opgezet.
- Metingen aan bouwmaterialen zijn gedaan zowel in bestaande huizen als in laboratoria.
- Een rijtjeshuis is gebouwd op een shake-table in het EUCentre laboratorium in Pavia.
- Dit huis is gebouwd door Groningse bouwvakkers met bouwmaterialen zoals die ook in Groningen worden gebruikt.
- Het huis is blootgesteld aan grondversnellingen die overeen komen met aardbevingen van toenemende magnitude.
- Verschillende voorspellingen zijn gemaakt van het gedrag van het huis (blind predictions). Deze modellen worden nu verbeterd.

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

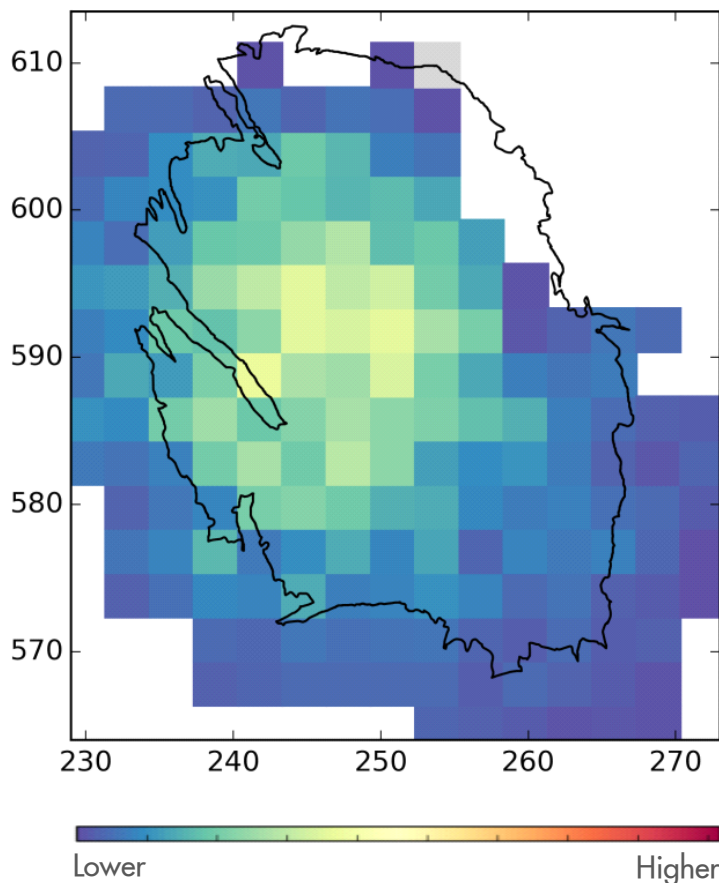
VEILIGHEID

7

### Risicoanalyse op 1 mei 2015

- Risicoanalyse bepaald voor 73 typen gebouwen
- Sturinginstrument voor mitigerende maatregelen

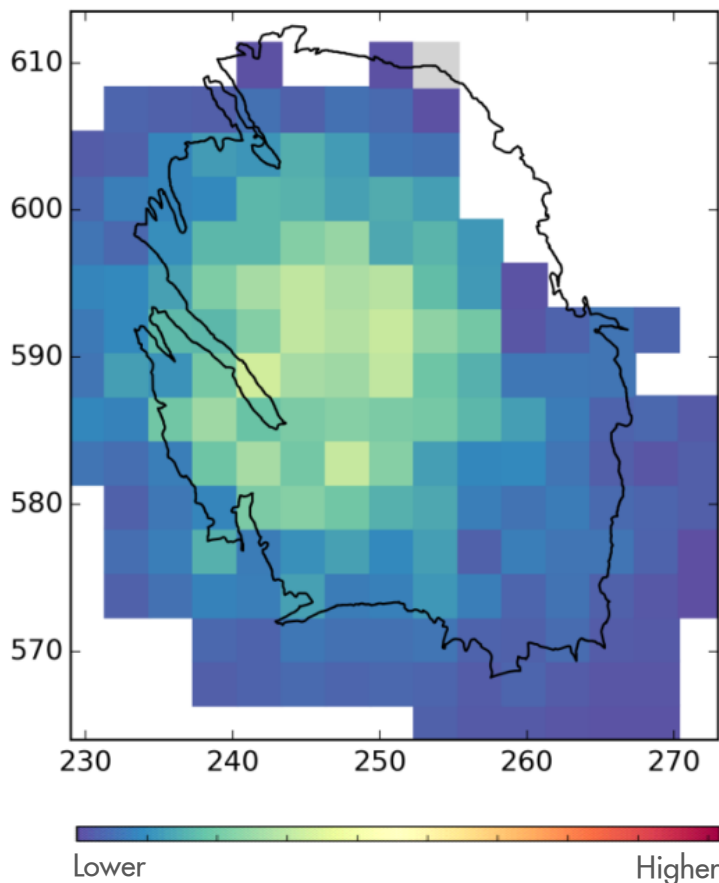
Productie 39.4 BCM/Jaar  
geen Bouwkundige Versterking  
gemiddeld periode 2015-2021



### Risicoanalyse op 1 mei 2015

- Risicoanalyse bepaald voor 73 typen gebouwen
- Sturinginstrument voor mitigerende maatregelen
- Productiemaatregelen helpen

Productie 33 BCM/Jaar  
geen Bouwkundige Versterking  
gemiddeld periode 2015-2021



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

6

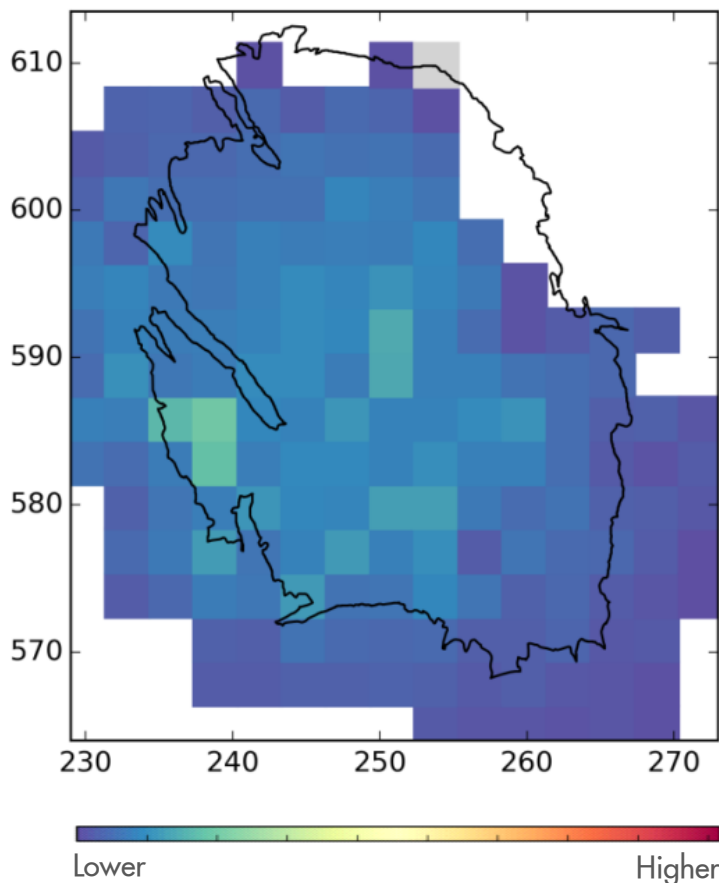
VEILIGHEID

7

### Risicoanalyse op 1 mei 2015

- Risicoanalyse bepaald voor 73 typen gebouwen
- Sturinginstrument voor mitigerende maatregelen
- Productiemaatregelen helpen
- Gericht bouwkundig versterken mogelijk en noodzakelijk

Productie 33 BCM/Jaar  
Bouwkundige Versterking  
gemiddeld periode 2015-2021







# VI

## TOEZICHT EN TRANSPARANTIE

## VI TOEZICHT & TRANSPARANTIE

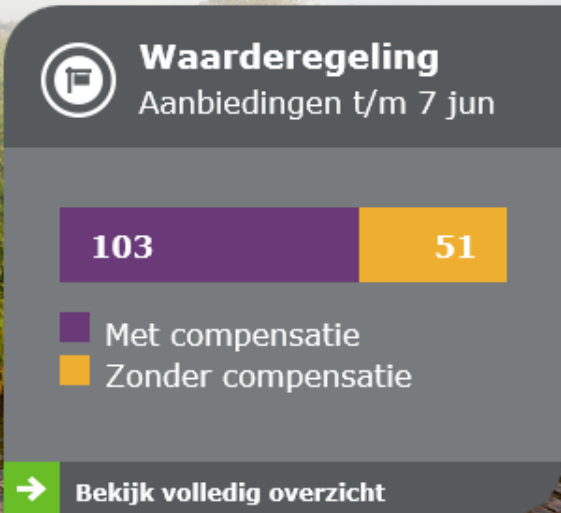
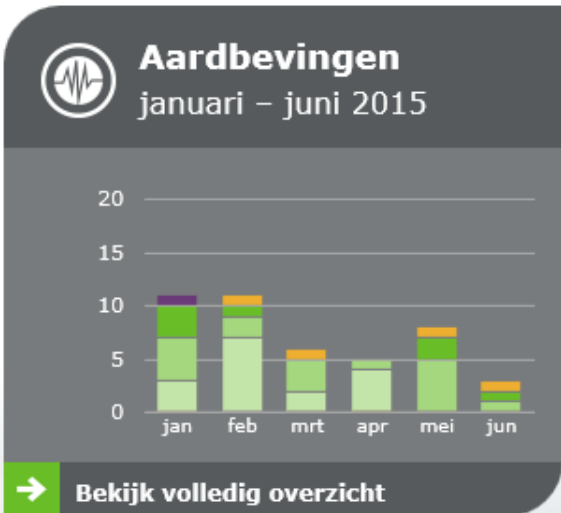
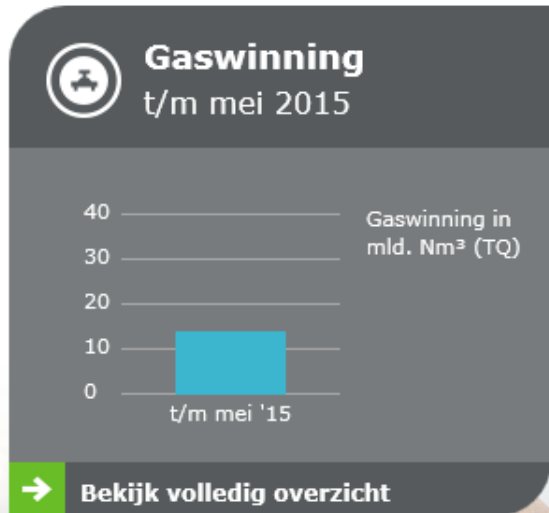
# TOEZICHT & SAMENWERKING



### Toezicht en controle op onderzoek

1. Vrijwillig: onafhankelijke internationale experts en wetenschappelijke tijdschriften
2. Overheid: Wetenschappelijke Advies Commissie Groningen, SodM, KNMI en Tcbb
3. Dialoogtafel: Monitorings Begeleidingscommissie
4. Publieke toetsing: Publicatie op [NAMplatform.nl](http://NAMplatform.nl)

Twee keer per jaar komen alle experts en instanties bijeen om de voortgang van het aardbevingsonderzoek te bespreken





Data en rapporten gepubliceerd op [feitenencijfers.NAMplatform.nl](http://feitenencijfers.NAMplatform.nl)

### Onderzoeksrapporten

Hier vindt u de resultaten van onderzoeken die gedaan worden in aanloop naar het Winningsplan 2016.

[Meer informatie over onderzoeken voor Winningsplan 2016 op NAMplatform.nl](#)

### Bekijk de grafieken

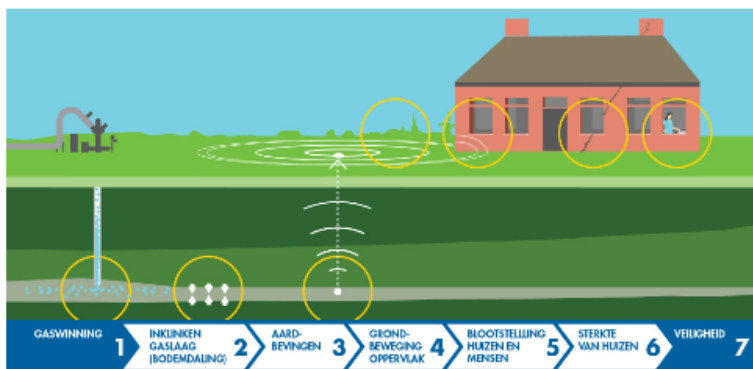
-  Veiligheidsonderzoek
-  Documenten

### TOELICHTING

Op deze pagina worden resultaten van onderzoeken gepubliceerd die gedaan worden in aanloop naar het Winningsplan 2016. Deze onderzoeken worden gedurende de komende twee weken op deze pagina gepubliceerd. Houd deze pagina regelmatig in de gaten voor updates.

### VEILIGHEIDSONDERZOEK

De 7 thema's tussen gaswinning en veiligheid



### DOCUMENTEN DOWNLOADEN

28 resultaten

Titel document	Datum	Grootte	Type
 An activity rate model of induced seismicity within the Groningen Field part 1	01-07-2015	9.3 MB	PDF 
 An activity rate model of induced seismicity within the Groningen Field part 2	01-07-2015	9.1 MB	PDF 
 An estimate of the earthquake hypocenter locations in the Groningen Gas Field	01-06-2015	5.5 MB	PDF 
 Deze actualisatie- en studieprogramma voor de actualisatie van het Groningen Winningsplan 2016	01-12-2014	2.9 MB	PDF 

Zoek op trefwoorden:

Filter op categorie:

- Algemeen
- Gaswinning
- Incliniek gaslaag
- Aardbevingen
- Grondbeweging oppervlakte

- Technische rapporten worden op deze website gepubliceerd: [www.namplatform.nl](http://www.namplatform.nl).

URL:

<http://feitenencijfers.namplatform.nl/onderzoeksrapporten/>

- Doelgroep bestaat uit technisch opgeleid en geïnteresseerd publiek en experts.
- Elk rapport is voorzien van een inleiding waar de plaats van het onderzoek in het programma wordt geduïd.



**NAM**

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

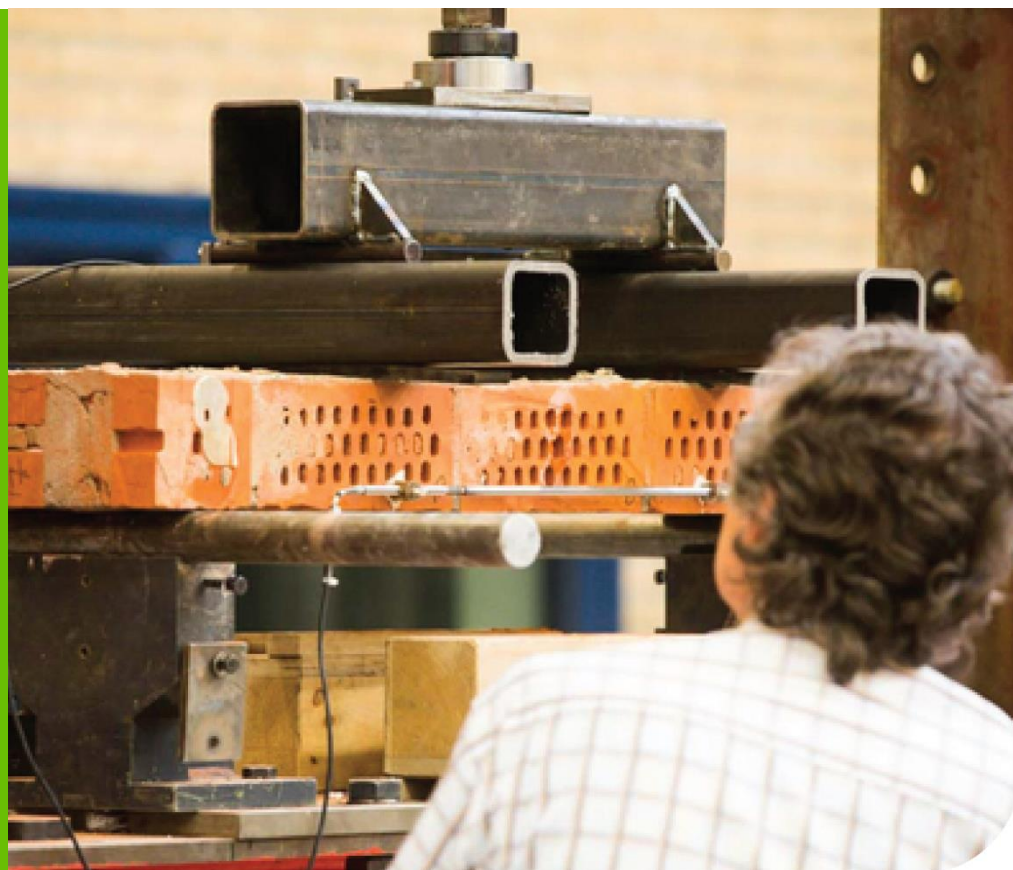
6

VEILIGHEID

7

### Verbeteringen op 1 mei 2015

- Meer inzicht in sterkte van metselwerk door lab tests
- Verbetering kwetsbaarheidscurven voor typische Groningse huizen



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

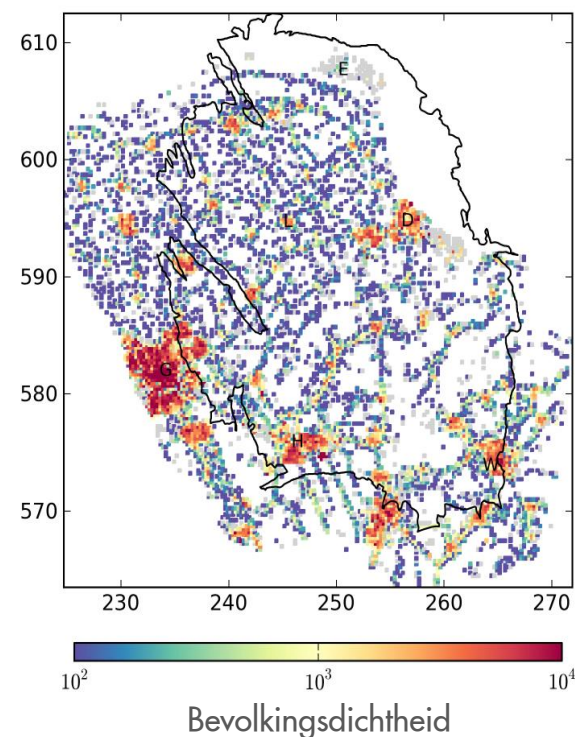
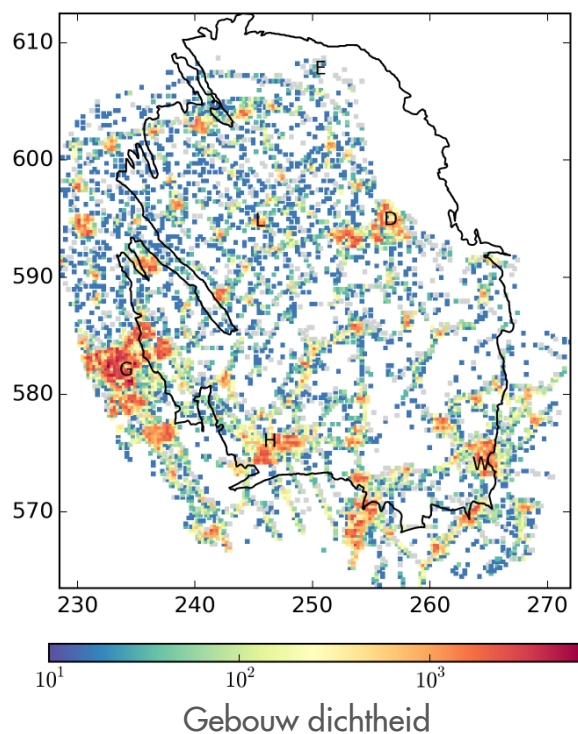
6

VEILIGHEID

7

## Verbeteringen op 1 mei 2015

- Inventarisatie van gebouwen en mensen
- Risicomodel verfijnd



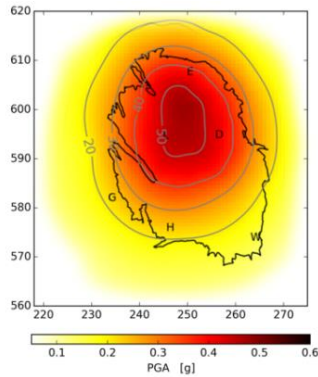


# Maturation of Hazard and Risk Assessment with Data Acquisition and progression of Studies.

Draft Winningsplan 2016  
Oct 2015

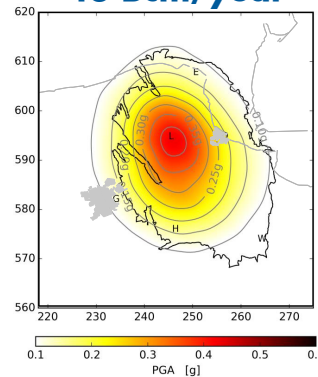
H  
A  
Z  
A  
R  
D

Winningsplan 2013  
Nov. 2013  
43 Bcm/year

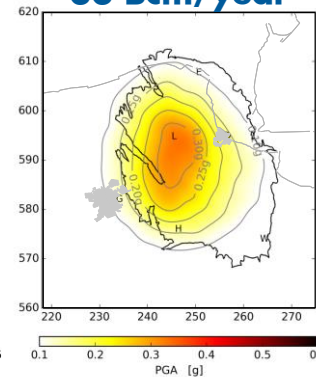


Mid-Year Update 2015  
May 2015

43 Bcm/year



33 Bcm/year



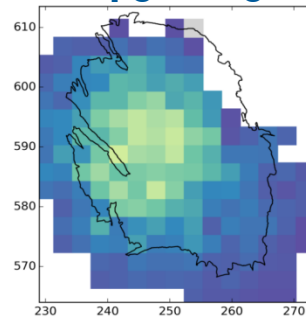
**Further Study Results:**

- Site Response based on detailed geological model of shallow geology and measurements.
- Modelling of Ground Motions.
- Additional geophone records from extended network.

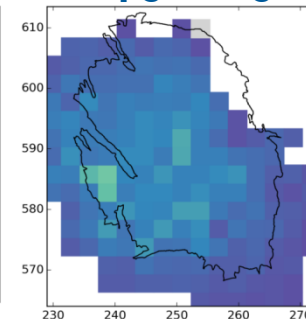
R  
I  
S  
K

Mid-Year Update 2015  
May 2013 – 33 Bcm/year

No Structural Upgrading



With Structural Upgrading



Low High

Low High

**Further Study Results:**

- Detailed modelling of Terraced houses.
- Calibration of building strength models with Shake-table test.
- Fatality modeling for most fragile typologies.
- Consequence estimation based on database of small earthquakes.





# II AARDBEVINGSDREIGING

## PRODUCTIECIJFERS 2015 GRONINGEN-GASVELD

GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARDBEVINGEN

3

GRONDBEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

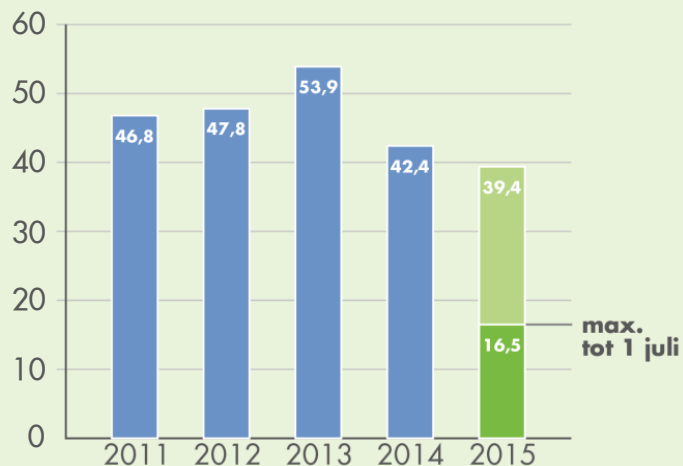
STERKTE  
VAN HUIZEN

6

VEILIGHEID

7

PRODUCTIE GRONINGEN-GASVELD  
(in miljard Nm<sup>3</sup>)



GASWINNING

1

INKLINKEN  
GASLAAG

2

AARD-  
BEVINGEN

3

GROND-  
BEWEGING

4

BLOOTSTELLING  
HUIZEN EN  
MENSEN

5

STERKTE  
VAN HUIZEN

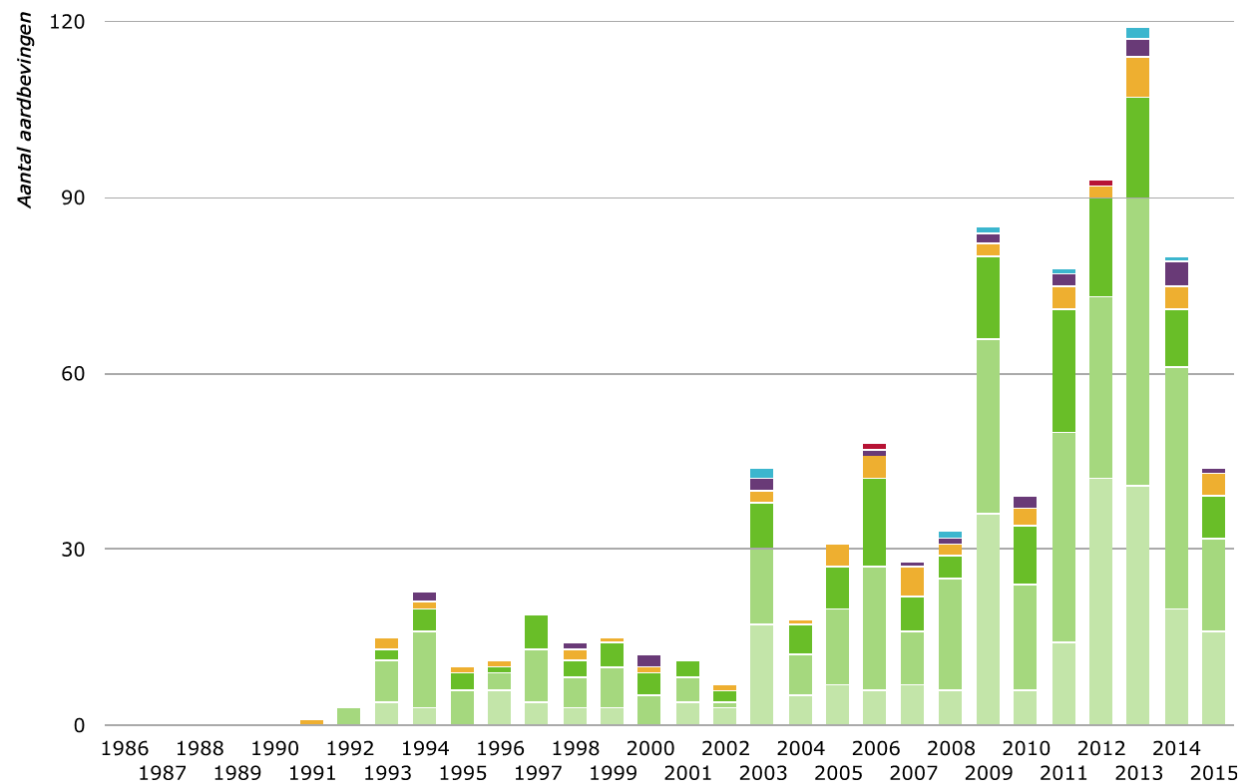
6

VEILIGHEID

7

### Aantal Aardbevingen in het Groningen-Gasveld

Van 1986 tot 15 juni 2015



**Sterkte aardbevingen**  
in schaal van Richter

- 3.5 en hoger
- 3.0 tot 3.5
- 2.5 tot 3.0
- 2.0 tot 2.5
- 1.5 tot 2.0
- 1.0 tot 1.5
- 0.1 tot 1.0

Het uitgebreide meetnetwerk registreert vanaf 2014 meer aardbevingen, vooral <1,5