



opgesteld door ir. R.H.G. Roijackers RO  
project Exemplarische Gebouwen Gemeente Groningen  
opdrachtgever Gemeente Groningen  
datum 7 december 2015  
onderwerp Oplegger onderzoeksrapporten Exemplarische Gebouwen

Geachte lezer,

Bij het uitvoeren van de onderzoeken en het maken van de rapporten voor de exemplarische gebouwen is steeds gebruik gemaakt van de meest recente informatie en gegevens. Afgelopen jaar heeft reeds veel onderzoek naar seismiciteit door gaswinning plaatsgevonden en dit onderzoek is nog steeds in volle gang.

De belangrijkste richtlijnen die we bij het onderzoek hebben gebruikt betreffen de groene versie van de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 9998) *“Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen”* met daarin de KNMI contourenkaart van 2014.

Inmiddels is er veel nieuwe informatie verschenen, al dan niet gevalideerd. Dit betreft bijvoorbeeld de KNMI-kaart van oktober 2015, het advies van de Commissie Meijdam en het NAM-onderzoek van november 2015. Daarnaast is ook het niveau van gaswinning nog voortdurend onderwerp van discussie.

Dit maakt dat de voorliggende studie slechts een momentopname betreft. Met de kennis van dit moment is de seismische weerbaarheid indicatief in beeld gebracht.

De komende jaren zal de kennis over geïnduceerde aardbevingen, over de opgewekte grondversnellingen, over de opslingering van de ondergrond en over de weerbaarheid van gebouwen in hoge mate toenemen. Dit betekent dat in de ( nabije) toekomst een bijgestelde analyse tot andere conclusies en aanbevelingen kan leiden.

Ir. R.H.G. Roijackers  
ABT|Wassenaar Seismisch Advies

Haren, 07-12-2015

Seismische scan  
Winkelpand Herestraat 27 en 29 Groningen

1 september 2015



seismisch advies



## Seismische scan Winkelpand Herestraat 27 en 29 Groningen

Project: **Seismische scan Exemplarische gebouwen**

Betreft: Winkelpand Herestraat 27 en 29 Groningen

Datum: 1 september 2015

Code: 13663-006-I

Opdrachtgever: Gemeente Groningen



Contactpersoon: ir. E. van Deelen

Opgesteld door: ir. H. Pasterkamp (bouwkundig)  
ir. G. Voorhoeve (constructief)

Eindverantwoording: ABT Wassenaar Seismisch Advies BV  
Rummerinkhof 6 Haren  
Postbus 24 9750 AA Haren

Contactpersoon: ir. R. Roijackers

Geautoriseerd: ir. R. Roijackers / ir. R. de Jong

datum	versie	autorisatie constructief		autorisatie bouwkundig	
27-02-2015	concept	ir. R. Roijackers		ir. F. Hofmans	
01-09-2015	definitief	ir. R. Roijackers		ir. F. Hofmans	





## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1.	Vraagstelling / Doelstelling	5
1.2.	Achtergrond	5
1.3.	Aanpak	5
<b>2.</b>	<b>Inventarisatie</b>	<b>7</b>
2.1.	Algemeen	7
2.2.	Constructieve elementen	11
2.3.	Niet-constructieve elementen	13
<b>3.</b>	<b>Analyse en oplossingsrichtingen</b>	<b>14</b>
3.1.	Toetsingskader	14
3.2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	14
3.3.	Analyse seismisch gedrag	18
3.4.	Analyse constructieve elementen	20
3.5.	Analyse niet constructieve elementen	24
<b>4.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>27</b>
4.1.	Conclusies	27
4.2.	Aanbevelingen	29
4.3.	Nader onderzoek	29
<b>Bijlagen</b>		<b>31</b>
Bijlage 1	Checklist constructieve en niet-constructieve elementen	31
Bijlage 2	Constructieve berekening	37
Bijlage 3	Tekeningen	47
Bijlage 4	Foto's	51
Bijlage 5	Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen	61



# 1. Inleiding

## 1.1. Vraagstelling / Doelstelling

De Gemeente Groningen heeft adviesbureau ABT|Wassenaar Seismisch Advies BV gevraagd onderzoek te doen naar de kwetsbaarheden van een aantal geselecteerde gebouwen onder invloed van aardbevingen. Een van deze gebouwen betreft het winkelpand, Herestraat 27 en 29 in Groningen waarvan de rapportage voor u ligt.

Doel van het onderzoek is om op een snelle en efficiënte manier inzicht te krijgen in de weerbaarheid van het gebouw tegen seismische invloeden, zonder dat hiervoor complexe en tijdrovende rekenmodellen en analyses worden toegepast. Onderzocht wordt hiertoe in welke mate verschillende gebouwonderdelen voldoen aan gestelde richtlijnen ten aanzien van seismische invloeden. Tevens worden indicatieve oplossingsrichtingen aangedragen voor gebouwonderdelen die niet lijken te voldoen aan de huidige richtlijn. Hiermee wordt een inzicht gegeven in de impact die het zou hebben om de weerbaarheid van het gebouw te vergroten.

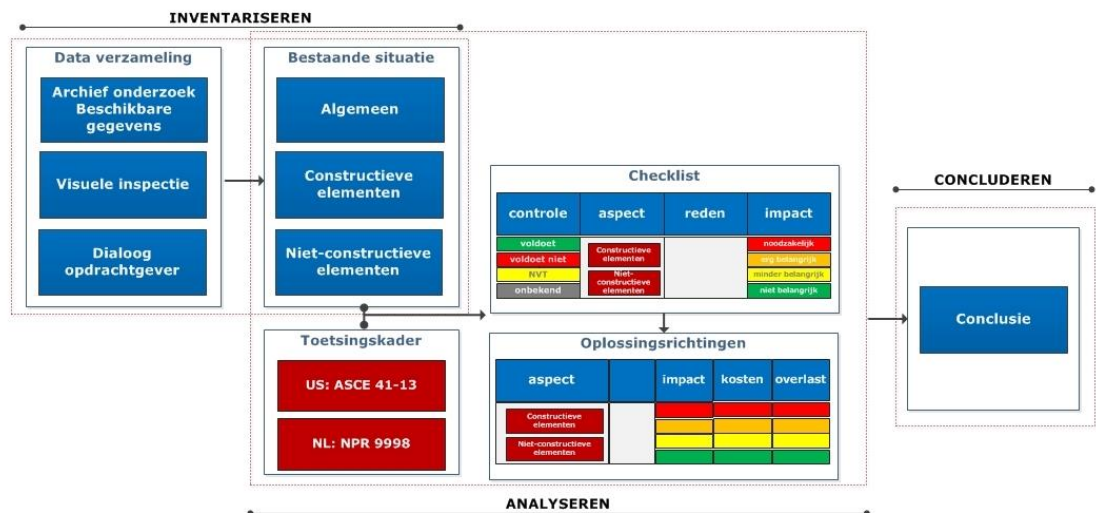
Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de laatste kennis betreffende de seismische activiteit in de regio. Voortschrijdend inzicht in de verwachte aardbevingen en grondversnellingen, gekoppeld aan de voorziene gasproductie, kan in de ( nabije) toekomst tot andere conclusies en aanbevelingen leiden.

## 1.2. Achtergrond

De vraagstelling komt voort uit de seismische activiteit in de regio Groningen als gevolg van gaswinning uit de bodem. Voor meer informatie over aardbevingen wordt verwezen naar bijlage 5.

## 1.3. Aanpak

De uitgevoerde scan bevat drie stappen: inventariseren, analyseren en concluderen. In figuur 1.1 zijn de stappen in samenhang weergegeven.



Figuur 1.1: Relatie van ontwerpstappen



Hieronder wordt per stap aangegeven welke activiteiten zijn uitgevoerd:

### Inventariseren

Het inventariseren bestaat uit:

- het verzamelen van beschikbare bouwkundige en constructieve tekeningen;
- het bestuderen van deze stukken op mogelijke aandachtspunten voor de gebouwinspectie;
- een gebouwinspectie ter plaatse, waarbij wordt gecontroleerd of het gebouw niet is gewijzigd ten opzichte van de tekeningen. Eventuele wijzigingen worden gedocumenteerd;
- het vastleggen van de technische staat van het gebouw.

### Analyseren

Bij het analyseren:

- worden het toetsingskader en de uitgangspunten bepaald;
- worden de geïnventariseerde gegevens gespiegeld aan het toetsingskader. Dit gebeurt met behulp van een checklist gebaseerd op de Amerikaanse ASCE 41-13 "Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings". Er wordt kwalitatief beoordeeld of verschillende gebouwaspecten in overeenstemming zijn met deze richtlijn;
- wordt een dynamische berekening gemaakt voor het bepalen van de respons van de constructie op een aardbeving, zoals die op de locatie van het gebouw zou kunnen optreden. Uitgangspunt voor deze berekeningen is de in conceptvorm uitgegeven "NPR 9998, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen";
- worden, waar nodig voor het invullen van de checklist, eenvoudige constructieve berekeningen gemaakt. Deze berekeningen worden als bijlage bijgevoegd;
- worden indicatieve oplossingsrichtingen aangedragen voor gebouwonderdelen die niet lijken te voldoen aan de huidige richtlijnen
- worden aanvullende adviezen gegeven voor sommige checklistaspecten die wel voldoen aan de richtlijnen, maar die met eenvoudige ingrepen verder kunnen worden verbeterd

### Concluderen

In de conclusie wordt een globale inschatting gegeven van de seismische weerbaarheid van het beschouwde gebouw. Aansluitend wordt een samenvatting gegeven van aangedragen oplossingsrichtingen, waarmee de weerbaarheid kan worden verhoogd. Tevens wordt hierbij een indicatie gegeven van de relatieve kosten en overlast die verwacht kunnen worden bij het uitvoeren van de ingrepen.

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het opgeven van de aangedragen oplossingsrichtingen met name bedoeld is om inzichtelijk te maken hoe ingrijpend het uitvoeren van maatregelen voor het verhogen van de weerbaarheid van het gebouw kan zijn. Het definitief vaststellen van oplossingen is enkel mogelijk na het uitvoeren van diepgaander onderzoek en het doen van aanvullende berekeningen.

De conclusies in dit rapport zijn gebonden aan de uitgangspunten zoals die in paragraaf 3.1 zijn vastgelegd. Voortschrijdend inzicht in de seismische activiteit of in de weerbaarheid van gebouwen kan op termijn herziening van de conclusies vereisen. Het onderzoek naar aardbevingen in Groningen heeft in het afgelopen jaar al tot vele nieuwe inzichten geleid en het is de verwachting dat ook de komende jaren de kennis zich verder zal ontwikkelen.

## 2. Inventarisatie

### 2.1. Algemeen

#### 2.1.1. Beschikbare gebouwdocumenten

De volgende beschikbare documenten zijn gebruikt:

##### 1. Oudste tekeningen:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ -	26-03-1914	-	Detail van onderslagbalk pand 29.
▪ -	20-02-1914	-	Gevelwijziging pand 29.

##### 2. Tekeningen Kuiler en Drewes Architecten:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ Blad 1	15-05-1925	-	Bestaande toestand pand 27 en 29.
▪ Blad 2	15-05-1925	-	Nieuw plan pand 27 en 29.

##### 3. Tekeningen W.T.C. Muller Architect B.N.A.:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ -	04-09-1952	-	Bestaande toestand pand 27.
▪ -	04-09-1952	-	Nieuwe toestand pand 27.
▪ -	08-12-1952	-	Nieuwe toestand pand 27.

##### 4. Tekeningen Architect van der Veen & Bos:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ 869 blad 01	06-01-1998	-	Bestaande toestand pand 27.
▪ 869 blad h02	15-03-1998	-	Plan verbouw winkel pand 27.
▪ 869 blad h04	30-06-1998	-	Gevelplan pand 27 en 29.

##### 5. Berekeningen constructie:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ -	17-08-1925	-	Berekening bovenbouw pand 27 en 29.
▪ -	17-08-1925	-	Berekening betonbalk pand 27 en 29.
▪ -	25-06-1925	-	Kelderdek pand 27
▪ -	12-01-1953	-	Betonconstructie gedeelte portiekvloer pand 27

**Geconstateerd wordt dat er in het gemeente archief geen constructieve overzichten en andere gegevens (meer) beschikbaar zijn. Dit heeft grote impact op de zekerheid voor de in dit rapport weergegeven beschouwingen. De resultaten en conclusies dienen dus met de nodige terughoudendheid te worden beschouwd.**

2.1.2.

*Beschrijving van het gebouw*

Het gebouw bestond oorspronkelijk uit een tweetal panden (nr. 27 en 29) die dateren van voor 1914. Het pand met nr. 27 bestond uit twee bouwlagen met een zolder en het pand met nr. 29 uit drie bouwlagen met een zolder.

De oudst bekende tekeningen zijn van 1914. Deze gaan over een bouwaanvraag van pand 29 waarbij de zijwand grenzend aan pand 27 is vervangen door een stalen balk op klommen en metselwerkpenanten.

In 1925 zijn de twee panden 27 en 29 aan de voorzijde samengevoegd waarbij de voorgevels werden vervangen door één geheel nieuwe voorgevel over de gehele breedte. De onderbouw is toen aan de voorzijde ook samengevoegd en de nieuwe opbouw werd voorzien van drie bouwlagen.

In 1952 is de winkel vervolgens vergroot door ook de tussenwanden in de achterbouw te vervangen door een balk-kolom structuur.

In 1998 is de totale achterbouw vervangen door een nieuwe funderingsconstructie waarop een lichte tweelaagse bovenbouw is gesitueerd. Deze constructie is geplaatst binnen de bestaande wandstructuur. Tevens is er een doorbraak gemaakt naar de panden aan de Pelsterstraat 2 en 4. De verdieping op deze uitbreiding is daarbij ingericht als magazijn. Ook is in deze verbouwing de eerste verdieping van de voorbouw voorzien van een steenachtige vloer op een nieuw aangebrachte staalconstructie die eveneens binnen de bestaande bouwmuren is geplaatst.



*Figuur 2.1: Verandering gevelbeeld.*

- Bouwjaar: voor 1914 (exacte jaar onbekend).
- Op de begane grond bevindt zich een winkelfunctie. Op de eerste verdieping is het magazijn ondergebracht en bevinden zich de ondersteunende functies als kantoor, toilet en technische ruimte. De hogere gelegen verdiepingen zijn niet meer in gebruik.
- Het bruto vloeroppervlak bedraagt:
 

- kelder:	100 m <sup>2</sup>
- winkel b.g.g.:	250 m <sup>2</sup>
- opslag etc. 1 <sup>e</sup> verdieping:	250 m <sup>2</sup>
- 2 <sup>e</sup> verdieping:	120 m <sup>2</sup>
- 3 <sup>e</sup> verdieping:	120 m <sup>2</sup>
Totaal ca.	840 m <sup>2</sup>

- De voorbouw staat op een kelder die waarschijnlijk gefundeerd is op staal. De uitbreiding aan de achterzijde is gefundeerd op een paalfundering.
- De hoofdafmetingen van het gebouw, zijn vastgelegd op de plattegronden (per verdieping) en in de gevelaanzichten in de bijlagen.
- Bij verschillende aanpassingen zijn dragende wanden vervangen door stalen balken opgelegd op metselwerk wanden of stalen kolommen. In de voorgevel is een betonbalk boven de pui aangebracht die is opgelegd op metselwerkpenanten.
- Bij de meest recente aanpassing is de eerste verdiepingvloer vervangen door een steenachtige vloer op een nieuw ingebrachte staalconstructie. Tevens is daarbij de complete achterbouw vervangen.
- Verder is bij de inspectie waargenomen dat het winkelpand geen onderdeel uitmaakt van een groep aaneensluitende panden. Uit nadere beschouwing van de Herestraat als geheel (zie rapport: "Opname 25 winkelpanden Herestraat Groningen" rapportcode 13663-006-O) blijkt dat veel panden in het verleden gebouwd zijn met een (geringe) vrije tussenruimte. Aangenomen moet dus worden dat de stabiliteit voor ieder pand afzonderlijk geregeld zou moeten zijn.



*Figuur 2.2: Verandering plattegrond.*

### 2.1.3.

#### *Geldigheid van de beschikbare stukken*

Tijdens de visuele inspectie ter plaatse op 26 november 2014 is geconstateerd dat het gebouw globaal overeenkomt met de situatie zoals deze op de genoemde tekeningen is weergegeven. Alleen in de voorbouw blijkt de nieuw aangebrachte steenachtige vloer op een staalconstructie te zijn aangebracht die niet op de tekeningen is weergegeven.

#### 2.1.4.

##### *Algemene conditie*

De bouwkundige en constructieve staat van het gebouw is beoordeeld op verschillende onderdelen:

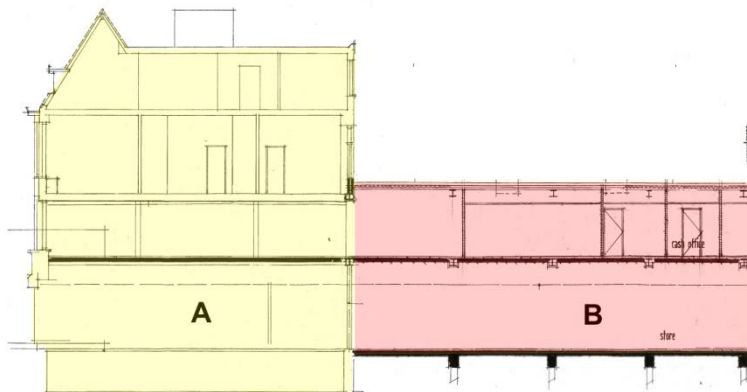
- Aantasting van de materialen en/of de interne verbindingen:  
Er is geen aantasting geconstateerd van de constructieve elementen.
- Scheurvorming:  
Er is scheurvorming geconstateerd in de bestaande bovenbouw. Deze lijkt te zijn ontstaan uit zettingen ten gevolge van het wijzigen van de interne draagstructuur (vervormen van stalen balken) en zetting vanuit de fundering.
- Verplaatsingen:  
Er zijn geen verplaatsingen van onderdelen t.o.v. elkaar geconstateerd.
- Uitgevoerde herstelwerkzaamheden:  
De oude schoorstenen zijn vervangen door vergelijkbare gemetselde versies op een nieuwe houten opvangconstructie op de bestaande gordingen (foto 14).
- Uit de inspectie blijkt dat (zoals ook de tekeningen aangeven) in het verleden alle mogelijk aanwezige dwarswanden in de onderbouw zijn verwijderd. Daarvoor blijken geen aanvullende stabiliteitsvoorziening te zijn teruggeplaatst.

Enkele kenmerkende onderdelen van het gebouw zijn op foto vastgelegd, zie bijlage 4 van dit rapport.

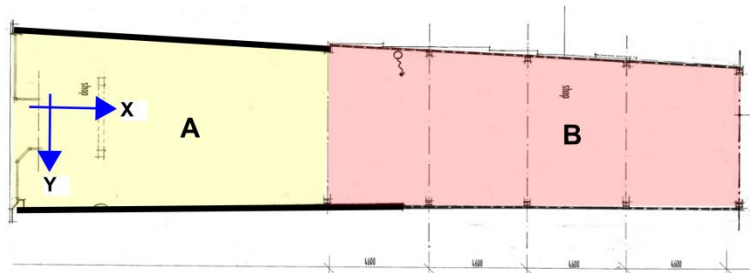
## 2.2. Constructieve elementen

### 2.2.1. Algemeen

Het pand kan constructief in twee samenhangende bouwdelen met verschillend constructieprincipe worden verdeeld. Bouwdeel A, de voorbouw, bestaat uit vier bouwlagen en bouwdeel B, de achterbouw, uit twee bouwlagen (zie figuur 2.3).



Figuur 2.3: Doorsnede bouwdeel A en B.



Figuur 2.4: Plattegrond bouwdeel A en B.

### 2.2.2. Bouwdeel A

#### Hoofddraagconstructie

In bouwdeel A wordt de vloerbelasting voornamelijk door middel van dragend metselwerk afgedragen naar de op staal gefundeerde kelder. De vernieuwde eerste verdiepingvloer wordt opgevangen met een staalconstructie met kolommen die geplaatst zijn tegen de binnenzijde van de metselwerk zijwanden. De dragende zijwanden in de x-richting (figuur 2.4) hebben op de begane grond een dikte van 330 mm. De hogere gelegen wanden en de eindgevels hebben een dikte van 220 mm. Haaks op de gevel is in het midden van het pand op de eerste en tweede verdieping een stalen draagstructuur aanwezig.

#### Vloerconstructie

De 1<sup>e</sup> verdiepingvloer is uitgevoerd als systeemvloer opgelegd op een staalconstructie met onderslagen in de y-richting (figuur 2.4). De hoger gelegen vloeren bestaan uit een houten balklagen spanned van zijwand naar zijwand (y-richting) met een tussen ondersteuning op een staalconstructie.

#### Dakconstructie

Het dak bestaat aan de voorzijde uit een gordingen kap en aan de achterzijde uit een houten balklaag. Deze zijn opgelegd op spanten en een tussenwand evenwijdig aan de x-richting (figuur 2.4).

#### Fundering

Onder bouwdeel A bevindt zich een kelder die naar alle waarschijnlijkheid op staal gefundeerd is.

### Dilataties

In het bouwdeel bevinden zich geen dilataties. Het gebouw is gesitueerd tussen bestaande bebouwing. De dilataties tot deze bebouwing is zeer gering van afmeting.

### Stabiliteit

De stabiliteit van bouwdeel A wordt in de x-richting (figuur 2.4) verzorgd door de samenwerking van de vloeren met de metselwerkwallen. In de y-richting is er op de begane grond geen metselwerk meer aanwezig en moet de stabiliteit worden opgenomen door de portaalwerking van de stalen liggers in combinatie met de kolommen. Er zijn geen documenten waaruit blijkt dat deze portalen daartoe in staat zijn en gezien de afmetingen van de kolommen (HE160A) is het zeer twijfelachtig of dit haalbaar is (Waarschijnlijk is men er in het verleden van uitgegaan dat het gebouw gesteund kan worden door de aangrenzende bebouwing).

2.2.3.

### *Bouwdeel B*

#### Hoofddraagconstructie

In bouwdeel B wordt de vloerbelasting middels stalen balken en kolommen afgedragen naar de op palen gefundeerde funderingsbalken. De kolommen zijn geplaatst tegen de binnenzijde van de metselwerk zijwanden.

#### Vloerconstructie

De 1<sup>e</sup> verdiepingsvloer is uitgevoerd als systeemvloer welke is opgelegd op een staalconstructie met onderslagen in de y-richting (figuur 2.4). Niet duidelijk is of deze vloer schuifvast is verbonden met de gemetselde zijwanden.

#### Dakconstructie

De dakconstructie bestaat uit geïsoleerde stalen dakplaten welke zijn opgelegd op een staalconstructie met onderslagen in de y-richting (figuur 2.4).

### Dilataties

In het bouwdeel bevinden zich geen dilataties. Het gebouw is gesitueerd tussen bestaande bebouwing. De dilataties tot deze bebouwing is zeer gering van afmeting.

### Stabiliteit

De stabiliteit van bouwdeel B wordt in de x-richting (figuur 2.4) verzorgd door de samenwerking met het metselwerk van bouwdeel A. In de y-richting moet de stabiliteit worden opgenomen door de portaalwerking van de stalen liggers in combinatie met de kolommen. Er zijn geen documenten waaruit blijkt dat deze daartoe in staat zijn en gezien de afmetingen van de kolommen (HE160A) is het zeer twijfelachtig of dit haalbaar is (Waarschijnlijk is er in het verleden van uitgegaan dat het gebouw gesteund kan worden door de aangrenzende bebouwing).

2.3. *Niet-constructieve elementen*

2.3.1. *Gebouwschil*

Buitenwanden

De gebouwschil van bouwdeel A bestaat uit steens metselwerk. Horizontale en verticale dilataties in het metselwerk zijn niet zichtbaar.

De winkelpui is van aluminium en is gevat in een lijst van hardsteen. De kozijnen op de eerste en tweede verdieping zijn van hout. In de kozijnen bevinden zich schuiframen met enkel glas. In het bovenlicht bevindt zich glas in lood.

De gebouwschil van bouwdeel B bestaat uit een lichte geïsoleerde wandconstructie. Deze is geplaatst aan de buitenzijde van de bestaande metselwerk wanden.

2.3.2. *Toegangen*

De hoofdtoegang bevindt zich aan de Herestraat. De eerste verdieping is toegankelijk via het pand aan de Pelsterstraat. Van daaruit kan de bestaande trap van de bovenbouw bereikt worden.

Alle trappen in het gebouw zijn uitgevoerd in hout.

2.3.3. *Inbouw*

Binnenwanden

De oude binnenwanden in de bovenbouw zijn deels uitgevoerd in metselwerk en deels getimmerd. De nieuwe wanden zijn uitgevoerd als lichte systeemwand.

Plafonds

Het gehele begane grond niveau is voorzien van verlaagde plafonds. Op de eerste verdieping is in bouwdeel A een gestuukt plafond aangebracht.

Inrichting

De inrichting bestaat uit relatief lage stellingkasten. Veel kasten staan in losse opstelling op de vloer.

2.3.4. *Installaties*

Verlichting

Verlichting wordt gerealiseerd door diverse soorten armaturen, opgenomen in het verlaagde systeemplafond.

E- en W-installaties

De W-installaties bevinden zich in een installatieruimte op de eerste verdieping in bouwdeel B. Hierin staat de verwarmings- en luchtbehandelingsinstallatie.

Leidingen- en kanalen

De kanalen van de luchtbehandeling en kabelgoten voor de elektra bevinden zich boven het verlaagd plafond.



### 3. Analyse en oplossingsrichtingen

#### 3.1. Toetsingskader

De documenten zoals genoemd in tabel 1 vormen het toetsingskader, op basis waarvan het gebouw wordt getoetst op aardbevingsbestendigheid.

Titel document	Afkorting
Bouwbesluit 2012	BB
NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen	NPR 9998 <sup>1</sup>
Memo ten behoeve van de minister van economische zaken, NNI, Voorlopige ontwerpuitgangspunten voor nieuwbouw en verbouw onder aardbevingsbelasting ten gevolge van de gaswinning in het Groningerveld d.d. 15 mei 2014	VU-NEN
NEN EN 1998-1, (Eurocode 8) Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen	NEN-EN 1998-1
NEN EN 1998-3, Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen	NEN-EN 1998-3
NEN EN 1998-5, Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten	NEN-EN 1998-5
ASCE 41-13, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings	ASCE

Tabel 1: Toetsingskader

#### 3.2. Uitgangspunten en randvoorwaarden

##### 3.2.1. Gebouw-specifieke uitgangspunten

De gebouw-specifieke uitgangspunten die benodigd zijn voor het vaststellen van de randvoorwaarden voor de scan worden benoemd in tabel 2.

Uitgangspunt	Invoer	Bron
Piekgrondversnelling $a_{a,ref}$	0,24 g	NPR 9998 (3.2.1)
Gevolklasse (Consequence Class)	CC2	NEN-EN 1990 (2.3)
Belangklasse (Importance Class)	III	NEN-EN 1998-1 (4.2.5)

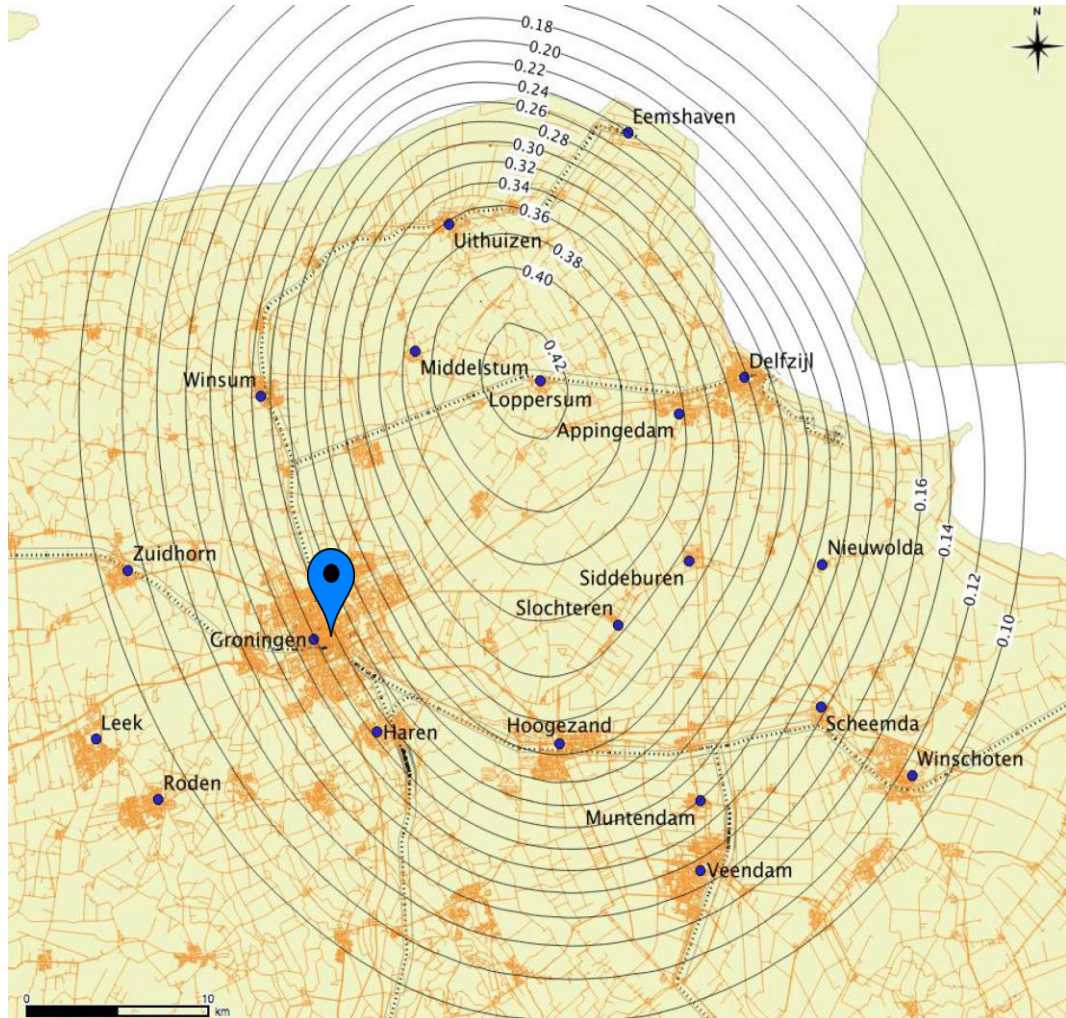
Tabel 2: Uitgangspunten seismische scan

---

<sup>1</sup> De NPR 9998 is in februari 2015 uitgegeven als commentaar versie. De definitieve versie van de NPR wordt pas verwacht in het najaar van 2015

### Piekgrondversnelling<sup>2</sup>

De piekgrondversnelling met een standaard-herhalingsstijd van 475 jaar ( $a_{g,ref}$ ) wordt voor de locatie van het gebouw vastgesteld aan de hand van figuur 3.1.



Figuur 3.1: Contourplot van de piekgrondversnellingen  $a_{g,ref}$  met een herhalingsstijd van 475 jaar (NPR d.d. februari 2015)

### Gevolgklasse

Gevolgklasse CC2 is aangehouden zoals minimaal vereist is voor winkels.

### Belangklasse

Belangklasse III is gehanteerd voor dit gebouw.

<sup>2</sup> Op dit moment wordt er onderzoek uitgevoerd naar de  $p_{ga}$ -waarden in het aardbevingsgebied. Mogelijk wordt onderstaande kaart binnenkort herwerkt met aangepaste contouren. Mocht dat het geval zijn, dan kan het noodzakelijk zijn dat de conclusies en aanbevelingen hierop worden aangepast.

3.2.2.

*Grenstoestanden*

In de analyse wordt gekeken naar twee grenstoestanden; de "Near Collapse" en de "Damage Limitation" grenstoestand. Beide grenstoestanden beschrijven een specifieke aardbevings situatie waar het gebouw en de constructie aan getoetst moeten worden. Onderstaande teksten geven een nadere toelichting.

Toets van de constructieve elementen:

Bij de "Near Collapse" grenstoestand wordt getoetst of bij een extreme beving de structuur nog *nét* blijft staan, zodat veilig uit het gebouw gevlucht kan worden. De grenstoestand "Near Collapse" staat beschreven in de NPR. De berekening kan worden gemaakt met de in de NPR gegeven "belangrijke factoren". De ASCE kent niet de benaming "Near Collapse", maar voor de controle met de ASCE checklisten kan het vergelijkbare toetsniveau "Lifesafety" worden gebruikt, behorend bij de beschouwde extreme aardbeving.

Toets van de bouwkundige elementen:

Bij de "Damage Limitation" grenstoestand wordt nagegaan of de structuur onbeschadigd blijft bij een lichtere aardbeving die een hogere kans op plaatsvinden heeft. De bouwkundige elementen mogen hierbij wel enige schade ondervinden. De grenstoestand "Damage Limitation" staat niet voldoende beschreven in de NPR. De bij deze grenstoestand behorende "belangrijke factor" stond eerder wel in de "VU-NEN", maar deze is niet in de NPR terug gekomen. Vandaar dat we voor deze toetsing terug verwijzen naar de oudere "VU-NEN". De ASCE kent niet de benaming "Damage Limitation", maar voor de controle met de ASCE checklisten kan het vergelijkbare toetsniveau "Lifesafety" worden gebruikt, behorend bij de beschouwde lichtere aardbeving.

Nadere uitleg over de verschillende grenstoestanden wordt gegeven in bijlage 5.

		Grenstoestand	Waarde
<b>Constructieve toets</b>			
Berekening	NPR 9998	Near Collapse	
Herhalingstijd			1500 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,34 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			high
<b>Bouwkundige toets</b>			
Berekening	VU-NEN	Damage Limitation	
Herhalingstijd			100 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,12 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			moderate

Tabel 3: Gekozen toetsingsniveaus binnen de grenstoestanden

## 3.2.3.

*Relevante ASCE checklists*

Op basis van de beschreven randvoorwaarden en gebouwstructuur (een constructie met dragende metselwerk wanden en stijve vloerschijven), zijn de onderstaande ASCE checklists gebruikt. De checklist voor niet-constructieve elementen is opgedeeld in de onderdelen 'gebouwschil', 'inbouw', 'toegangen' en 'installaties'.

Checklist omschrijving	Aanduiding
<b>Constructieve elementen</b>	
Basic checklist	16.1
Life safety basic configuration checklist	16.1.2 LS
Life safety structural checklist for building types URM: 'Unreinforced masonry bearing walls with stiff/flexible diaphragms'	16.16 LS
<b>Niet-constructieve elementen</b>	
Nonstructural checklist	16.17

Tabel 4: Relevante ASCE checklists voor toetsing van constructieve elementen

3.3.

### Analyse seismisch gedrag

Voor de toetsing van verschillende gebouwonderdelen is een beschrijving van het dynamische gedrag van de constructie vereist. Tevens dient hierbij te worden bepaald wat de respons van de constructie is op een aardbeving, zoals die op de locatie van het gebouw zou kunnen optreden.

Er zijn meerdere wijzen van berekenen mogelijk. Variërend van het berekenen van eenvoudige één massa-veer systemen tot volledige 3d-modellen in geavanceerde software.

Voor deze seismische scan hebben we twee eenvoudige rekenmethodes gebruikt om de weerbaarheid van de constructie te toetsen:

- Zijdelingse Belasting Methode met een eenvoudige benadering van de trillingstijd conform de NPR 9998
- Spectrale Modale Responsieberekening met een exacte berekening van de trillingstijden, gebaseerd op aannames naar de stijfheden van de constructie.

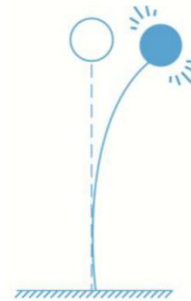
Onderstaand wordt de belangrijkste in- en uitvoer van de modellen beschreven. De berekening is opgenomen in bijlage 2.

3.3.1.

### Zijdelingse Belasting Methode

Bij de Zijdelingse Belasting Methode wordt enkel gekeken naar de eerste eigenfrequentie van de structuur. Deze wordt geschat met eenvoudige formules uit de NPR. De schatting houdt geen rekening met specifieke stijfheden van onderdelen van de structuur, maar met generieke eigenschappen van het betreffende type gebouw. De uitkomst is vaak conservatief, maar is minder gevoelig voor exacte invoer van stijfheden van de structuur.

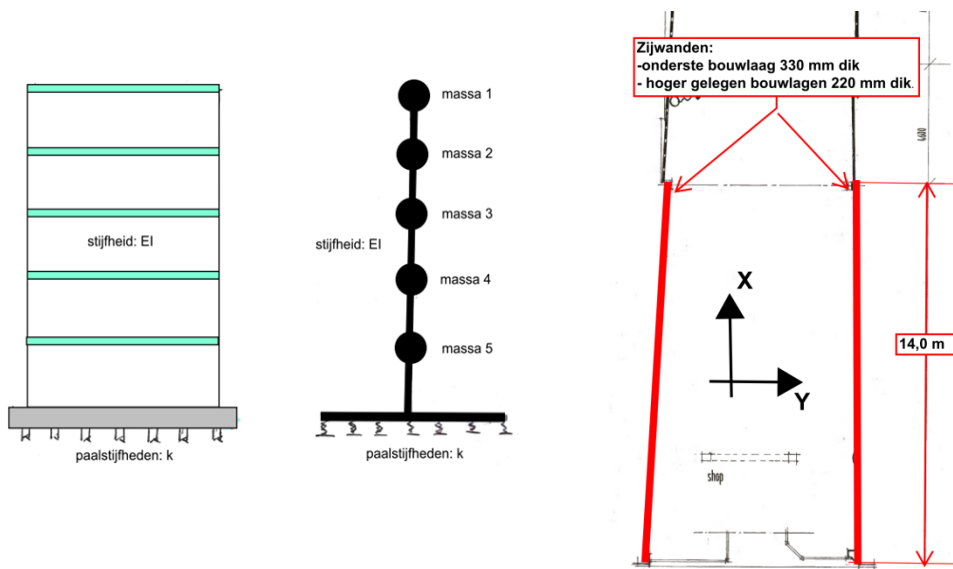
In sommige gevallen (met name als de 1<sup>e</sup> eigenfrequentie een geringe respons geeft) kan deze methode echter tot te gunstige resultaten leiden.



3.3.2.

### Spectrale Modale Responsie Berekening

Voor de bepaling van het dynamische gedrag wordt het gebouw in de hoofdrichtingen gemodelleerd tot een massa-veersysteem, waarbij elke massa een bouwlaag representeert. De massa's zijn onderling verbonden door elementen met een buigstijfheid, die model staan voor het stabiliteitssysteem tussen de verdiepingsvloeren. Het massa-veersysteem wordt ondersteund door een rotatieveer, waarvan de stijfheid wordt bepaald door de funderingsconstructie.



Figuur 3.2: Gebouw schematisering en stabiliteitssystemen in twee hoofdrichtingen

De massa's van de bouwlagen worden bepaald aan de hand van een eenvoudige gewichtsberekening, welke is opgenomen in bijlage 2. Voor de bepaling van de stijfheid van de rotatieveer is gebruik gemaakt van een schematische als fundering op staal. De stabiliteitselementen die zijn meegenomen voor de bepaling van de buigstijfheid in de twee hoofdrichtingen zijn aangegeven in figuur 3.2.

In tegenstelling tot de berekening volgens de Zijdelingse Belasting Methode worden specifieke stijfheden van individuele constructie elementen nu wel meegenomen. Maar de berekening is voor de meeste gebouwen nog steeds een eenvoudige benadering. Vooral als een gebouw torsiegevoelig is of als het gebouw niet regelmatig over de hoogte is zijn er nauwkeurigere rekenmethodes die het gedrag beter beschrijven. Deze vergen echter meer tijd, maar ook meer exacte kennis over de berekende structuur.

### 3.3.3.

#### *Uitvoer model*

De meest belangrijke uitvoer van de analyse is de maximaal optredende horizontale seismische belasting. Deze belasting grijpt aan in de massazwaartepunten van de verdiepingsvloeren, en dient via het stabiliteitssysteem te worden overgebracht naar de fundering. In de constructieve toetsing wordt beoordeeld of verschillende elementen in het stabiliteitssysteem voldoende capaciteit hebben om deze belasting af te dragen. Bij het beoordelen van de van de resultaten is het van belang te realiseren dat er in het gemeente archief geen constructieve overzichten en andere gegevens (meer) beschikbaar zijn. Dit heeft grote impact op de zekerheid van de hier berekende resultaten. Deze dienen dus met de nodige terughoudendheid te worden beschouwd.

Horizontale belasting op funderingsniveau	Optredende belastingen		Capaciteit van de wanden
	Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
x-richting	3490 kN	1670 kN	803 kN
y-richting	2070 kN	----- kN	0 kN

*Tabel 5: Uitvoer horizontale belasting op funderingsniveau*

In de y-richting is geen spectrale modale berekening uitgevoerd, omdat in die richting geen stabiliteitsvoorziening aanwezig is. Daarom kan er geen seismische waarde worden vastgesteld.

### 3.4. *Analyse constructieve elementen*

Met de geïnventariseerde gegevens en vastgestelde randvoorwaarden kan het gebouw worden gespiegeld aan het toetsingskader, zijnde de ASCE checklists en de voorlopige versie van de NPR 9998, zoals genoemd in tabel 4. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit de constructieve analyse toegelicht, waarbij direct een oplossingsrichting wordt aangedragen voor elementen die naar alle waarschijnlijkheid niet voldoen aan de gestelde richtlijnen. De volledige analyse is bijgevoegd in bijlage 1.

#### 3.4.1. *Funderingsconstructie*

Voor de beoordeling van de capaciteit van de fundering bij aardbevingsbelasting is de kans op liquefactie, het verweken van de bodem, een belangrijk aspect. Voor de totale fundering geldt dat losgepakte zandhoudende grondlagen de kans verhogen op het verweken van de grond tijdens een aardbeving.

Op dit moment is het lastig het risico op verweking goed te bepalen. En dat om meerdere redenen:

- Voor een goede inschatting van het verwekingsrisico is detail informatie nodig van de ondergrond. Hiervoor zijn ten minste elektrische sonderingen noodzakelijk met registratie van de lokale wrijving. Deze zijn niet van het betreffende gebouw voorhanden. Bij voorkeur worden deze sondeergegevens aangevuld met grondboringen en zeefkrommes, waarin ook het aandeel van fijne fracties (hoeveelheid fijne deeltjes in de grond) wordt bepaald.
- Ook is detailinformatie noodzakelijk van de fundering. Hierbij moet gedacht worden aan paaltypes, paalafmetingen, paaldieptes etc.

Het onderzoek naar verweking in Groningen is volop bezig, maar de nu voorgestelde rekenmethodieken leveren nog niet voldoende betrouwbare resultaten op. De stuurgroep NPR zegt in de impact assessment op de NPR het volgende: "*Ondergrond: Het gedrag van de ondergrond en bovengrond onder invloed van aardbevingen dient onderzocht te worden. Het gevaar van liquefaction (vloeiing) van zandlagen, die de stabiliteit van funderingen van gebouwen en infrastructuur bedreigt, is een voorbeeld van een te onderzoeken fenomeen. De in de NPR aangegeven werkwijze leidt in de praktijk tot onwerkbaar conclusies.*";

#### *Oplossingsrichting*

Het effect dat liquefactie op de fundering heeft dient nader onderzocht te worden. Dit kan na gereedkomen van aanvullend geotechnisch onderzoek en nadat de normgeving op dit gebied verder is geëvolueerd.

#### 3.4.2. *Vloerconstructie verdieping en begane grond*

De stabiliteit van de constructie bij aardbeving is mede afhankelijk van de schijfwerking uit de vloeren. De opbouw van de begane grondvloer is onbekend. De eerste verdiepingvloer bestaat uit een systeemvloer en de hoger gelegen vloeren uit houten balklagen. Van geen van de vloeren is bekend of deze enige schijfwerking bezitten.

#### *Oplossingsrichting*

De begane grondvloer dient nader onderzocht te worden en een mogelijke oplossingsrichting bestaat uit het storten van een gewapende betonvloer op zand. De verdiepingvloeren dienen nader onderzocht te worden en een mogelijke oplossingsrichting bestaat uit het aanbrengen van een gewapende druklaag op de eerste verdiepingvloer en een tweelaagse multiplex vloer op de overige balklagen.

#### 3.4.3. *Hoofddraagconstructie / stabiliteit*

##### *Bouwdeel A*

De horizontale seismische belasting, als gegeven in tabel 6, moet via het dragende metselwerk worden afgedragen naar de fundering. Uit de verkennende toetsing van

hierbij optredende afschuifspanningen blijkt dat er in de x-richting onvoldoende capaciteit is. De resultaten van de toetsing zijn opgenomen in tabel 6.

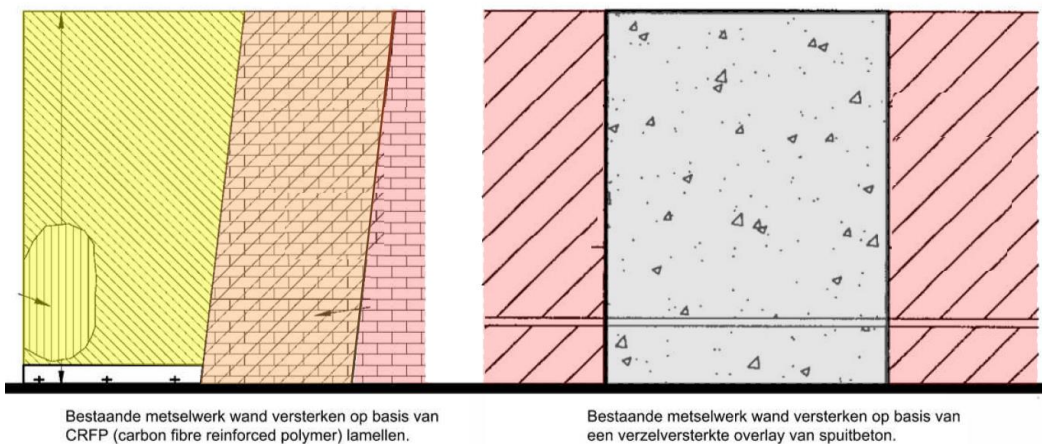
Schuifspanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Optredende spanningen		Capaciteit van de wanden
	Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
x-richting	0,42	0,20	0,10
y-richting	---	---	0,0

Tabel 6: Toetsing van stabiliteitssysteem op afschuiving

In de y-richting is geen waarde bepaald, omdat in die richting geen stabiliteitsvoorzieningen aanwezig zijn.

#### Oplossingsrichting

De wanden trekken door hun hoge stijfheid veel seismische last aan. Deze kunnen versterkt worden met vezelversterkt spuitbeton of een structurele versterking met CFRP lamellen en doek (figuur 3.3). Verder dient de aansluiting met, en de (gemetselde) fundering zelf mogelijk versterkt te worden. Dit kan met behulp van een nieuwe betonnen aanstort aan de bestaande fundering. Deze oplossing dient nog wel in later stadium te worden geverifieerd.



Figuur 3.3: Versterking op basis van CFRP lamellen of met vezelversterkt spuitbeton.

De stabiliteit in de y-richting (figuur 3.2) lijkt niet te zijn voorzien.

#### Oplossingsrichting

Om de stabiliteit in y-richting te borgen is het nodig een aanvullende stabiliteitsvoorziening aan te brengen. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van stalen bokken waarvoor een uitbreiding in de fundering moet worden aangebracht. Alternatief zou kunnen bestaan uit een oplossing, zoals aangegeven in hoofdstuk 3.4.5. Deze oplossing heeft betrekking op een veel groter geheel van de Herestraat en zal dus op een geheel andere wijze moeten worden aangepakt. Overigens dient bij elke oplossing rekening te worden gehouden met mogelijke samenwerking met aansluitende panden en de invloed die deze hebben op het aan te brengen systeem. Daarvoor is het nodig om allereerst ook de naastgelegen panden te beschouwen alvorens tot actie over te gaan.

De metselwerk wanden zijn niet uit het vlak gesteund.

#### Oplossingsrichting

De wanden dienen verder aan de bovenzijde uit het vlak gesteund te worden aan de vloerschijf (systeemvloer of balklaag met beplanking) ter voorkoming van omvallen bij een aardbeving.



## Bouwdeel B

### Stabiliteit

De stabiliteit van bouwdeel B in x-richting (figuur 2.4) voldoet door de koppeling met bouwdeel A. De stabiliteit in y-richting (figuur 2.4) lijkt ook hier niet te zijn voorzien. Ook hier zijn de metselwerkwanden niet uit het vlak gesteund.

#### *Oplossingsrichting*

Om de stabiliteit in y-richting te borgen kan het nodig zijn de aanwezige portaalconstructies te versterken of door aanvullende stabiliteitsvoorziening aan te brengen met behulp van stalen bokken. Daarbij moet rekening worden gehouden met een uitbreiding van de fundering.

3.4.4.

### *Torsie*

De torsiestijfheid van het gehele gebouw is een aandachtspunt. Met name in de y-richting van de plattegrond is er een behoorlijk excentrische massazwaartepunt. Dit maakt het bouwdeel gevoelig voor torsie.

#### *Oplossingsrichting*

Bij het aanbrengen van stabiliteitselementen (zoals hiervoor bij bouwdeel A en B benoemd) moet bij het bepalen van de locaties hiervan rekening worden gehouden met de invloed van de excentrische ligging van dit massazwaartepunt.

3.4.5.

### *Dilataties*

Door een geringe afmeting van dilataties naar belendingen kan gevolgschade optreden. Om "aanstoten" te voorkomen moet een minimale tussenruimte van circa 54 mm (NC) worden aangehouden ( $=\sqrt{38^2+38^2}$ ) uitgaande van een maximale seismische vervorming behorend bij  $a_{g,d} = 0,34g$  en de NEN EN 1998-1: Artikel 4.4.2.7). Aan de linkerzijde van de voorgevel lijkt dit haalbaar (na verwijderen van de houten vulling bij de voorgevel). Aan de rechterzijde van de voorgevel is het de vraag of deze ruimte aanwezig is.

#### *Oplossingsrichting*

Nader onderzoeken of er voldoende ruimte (54 mm) tussen pand Herestraat 27-29 en de naastgelegen panden aanwezig is. Indien niet dan dient een dilatatie van voldoende breedte gerealiseerd te worden. Een alternatief zou kunnen bestaan uit een oplossing, zoals aangegeven in hoofdstuk 3.4.5. Deze oplossing heeft betrekking op een veel groter geheel van de Herestraat en zal dus op een geheel andere wijze moeten worden aangepakt.

3.4.6.

### *Alternatieve oplossingsrichting stabiliteit en dilatatie*

Uit een nader uit te voeren onderzoek aan de winkelpanden van de Herestraat zal naar alle waarschijnlijk blijken dat de stabiliteit evenwijdig aan de straat veelvuldig is aangetast. Ook zal waarschijnlijk blijken dat in de panden waar deze niet is aangetast, de stabiliteit gering zal zijn door de grote openheid die voor de winkelpanden functioneel nodig is.

Naast dit feit speelt mee dat veel panden op zeer korte afstand van vaak enkele centimeters van elkaar zijn gebouwd. Het aanbrengen van een, voor aardbeving benodigde, ruime voegconstructie is dus eigenlijk niet haalbaar.

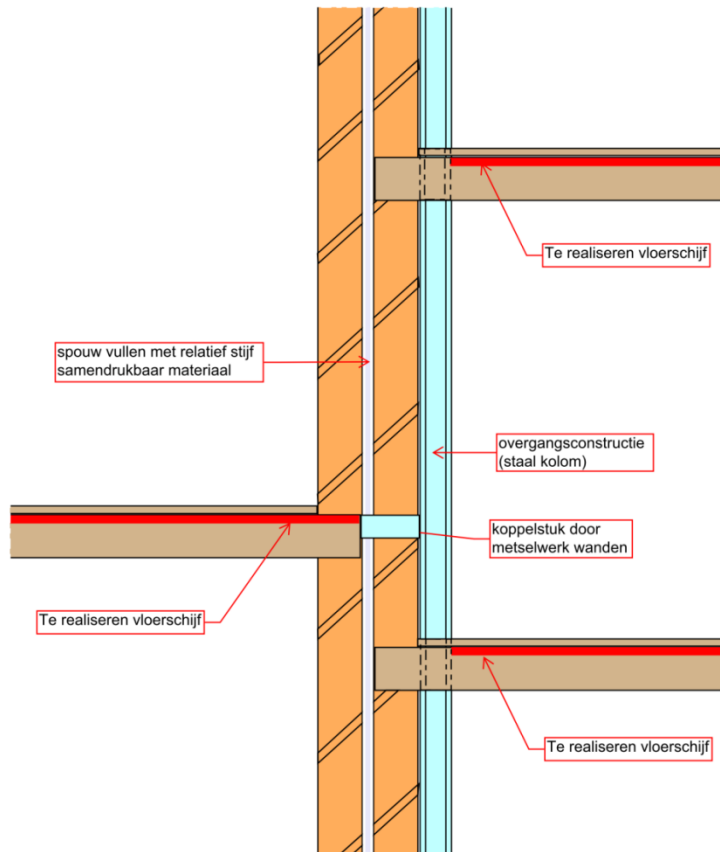
Een andere mogelijkheid bestaat uit het aan elkaar koppelen van meerdere panden en de stabiliteitsvoorziening op een aantal plaatsen te concentreren. Hiervoor zal lokaal een versterkte fundering aangebracht moeten worden.

De ruime voegconstructie hoeven dan maar op een paar locaties aangebracht te worden in plaats van tussen alle panden, waardoor er meer ruimte blijft voor de commerciële functies.

In dat geval is het nodig de vloeren naar elkaar door te koppelen en te verstijven tot schijf. Dit kan bijvoorbeeld met een stijve vloerbeplating of stalen verbanden.

Indien blijkt dat de vloerniveaus van de panden op veel verschillende hoogtes liggen, zullen de horizontaal krachten ten gevolge van een mogelijke aardbeving via deze

vloeren zeer ongunstig aangrijpen op de naastgelegen wanden en zal gebruik moeten worden gemaakt van een overgangsconstructie naast de wanden (zie figuur 3.4).



*Figuur 3.4: Benodigde doorkoppeling bij verspringing in vloerniveaus.*

Bij de uitwerking van de koppeling zullen de bouwkundige en bouwfysische aspecten nader moeten worden onderzocht. Het gevaar van geluidsoverdracht kan bijvoorbeeld worden voorkomen door het toepassen van zwevende dekvloeren of voorzetwanden.

In hoeverre deze oplossingsrichting mogelijkheden biedt voor het pand Herestraat 27-29 kan pas worden vastgesteld als ook de constructieve opbouw van de nevenliggende panden in het onderzoek wordt betrokken en een omvattend plan van aanpak kan worden gemaakt.

3.5.

#### *Analyse niet constructieve elementen*

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit de analyse voor niet-constructieve elementen toegelicht, waarbij een oplossingsrichting wordt aangedragen voor elementen die naar alle waarschijnlijkheid niet voldoen aan de gestelde richtlijnen. De volledige analyse is bijgevoegd in bijlage 1.

Maximale vervorming	Damage Limitation
Per verdieping	5 mm
Over totale gebouw	14 mm

*Tabel 7: vervormingen in the Damage Limitation grenstoestand*

3.5.1.

#### *Gebouwschil*

##### Buitenwanden

Op het dak zijn een tweetal schoorstenen aangebracht. Deze kunnen bij een aardbeving losscheuren en naar beneden vallen. Uitgaande van een visuele inspectie van binnenuit lijkt het ondersteunend metselwerk van redelijk recente datum en van voldoende kwaliteit (zie foto 14).

De schoorstenen vormen de bekroning van een kleine kapconstructie. De gemetselde kopgevels hiervan steken uit boven de naastliggende bebouwing. Verwacht wordt dat de beplating van de houten kapconstructie voldoende stijf is om de kopgevels te steunen. Het metselwerk moet voldoende verankerd zijn aan de kapconstructie. Bij visuele inspectie van binnenuit is dit nog niet voldoende vast te stellen.

Tussen de gevel en de gevel aan de overzijde van de straat zijn kabels gespannen voor de verlichting. Doordat de gevels aan weerszijden van de straat als gevolg van een beving verschillende uitwijkingen zullen ondergaan, komt spanning op de gevelankers te staan die het metselwerk of delen daarvan kunnen meetrekken. Dit kan gevaar opleveren voor voorbijgangers in de straat.

##### *Oplossingsrichting*

De schoorstenen zijn niet meer in gebruik. Afhankelijk van de waarde van de schoorstenen voor het gevelbeeld kunnen deze verwijderd worden.

De schoorstenen zijn niet heel hoog en kunnen ook een inwendige steunconstructie krijgen of uitwendig geschoord worden. Nadere inspectie van de verankering is gewenst.

De kabels kunnen voldoende slap worden afgehangen of met een veersysteem aan de gevelankers worden verbonden.

##### Buitenwandopeningen

De buitenwandopeningen op de lagen boven de winkel bestaan uit houten kozijnen waarin enkel glas is opgenomen. Dit glas is niet gelaagd of gehard. Het omringend metselwerk is niet vormvast.

De winkelpui op de begane grond heeft twee grotere glasvlakken ter weerszijden van het rolluik.

##### *Oplossingsrichting*

De gebruikte richtlijnen stelt dat indien het glasoppervlak groter is dan 1,6 m<sup>2</sup> veiligheidsglas dient te zijn toegepast en voorzieningen aanwezig dienen te zijn om te voorkomen dat glas uit de sponning valt.

Verwacht mag worden dat het glas op de begane grond vanwege de functie en positie reeds gelaagd of gehard is. Mocht uit nader onderzoek blijken dat dit niet het geval is, dan kan het glas vervangen worden of kan er een folie op het glas aangebracht worden die de glasscherven bij elkaar houdt.

De ruiten van de bovenbouw blijven onder de gestelde richtlijnen. Gezien de aard van de straat met potentieel veel winkelend publiek kan hier een eigen afweging worden gemaakt.

### 3.5.2. *Inbouw*

#### Metselwerk binnenwanden

De binnenwanden uit de oorspronkelijke inrichting op de begane grond (zoals op tekening aangegeven) zijn niet meer aanwezig.

Op de bovenverdiepingen zijn lichte scheidingswanden aanwezig. Deze zijn gevoelig voor scheurvorming maar vormen geen risico.

#### Plafonds

Met de gehanteerde uitgangspunten is geen eis gesteld aan de uitvoering van systeemplafonds. Gestuukte plafonds dienen voldoende te zijn afgehangen en geschoord. Het gestuukte plafond bevindt zich echter op eerste verdieping in een ruimte zonder verblijfsfunctie.

##### *Oplossingsrichting*

Het afschoren van het systeemplafond is een relatief eenvoudige maatregel en kan de schade bij een beving aanzienlijk beperken. Aangeraden wordt dit uit te voeren.

#### Inrichting

Het winkelinterieur bevat relatief lage en lichte stellingen. Het treffen van voorzieningen is volgens de richtlijnen niet noodzakelijk. De eerste verdieping wordt gebruikt als opslag. Hier staan veel losse stellingen en losliggende voorwerpen.

##### *Oplossingsrichting*

Het vastzetten van de rekken is een eenvoudige maatregel en kan in elk geval de schade bij een beving beperken. Aangeraden wordt losse inventaris zoals verkoop- en magazijnrekken of andere valgevoelige zwaardere (10 kg) elementen met een zwaartepunt boven de 1,2 m te verankeren aan de draagconstructie. Breekbare of zware voorwerpen, of flessen met toxische inhoud op de stellingen kunnen worden beveiligd tegen uitval door een opstaande rand of spandraad. Dit geldt in versterkte mate voor de delen van de eerste verdieping die in gebruik zijn bij het personeel. In elk geval mogen vluchtwegen vanuit deze ruimten niet geblokkeerd worden.

### 3.5.3. *Installaties*

#### Verlichting

De verlichtingsarmaturen in de verlaagde plafonds zouden een eigen ophanging moeten hebben als het gewicht van het armatuur groter is dan het gewicht van het plafond.

In het plafond zijn uitsluitend lichte armaturen aangetroffen. Deze behoeven geen extra voorzieningen.

#### E- & W- installaties

Met de gehanteerde uitgangspunten is geen eis gesteld aan de uitvoering van E- en W-installaties. Het verdient echter aanbeveling valgevoelige zwaardere (>10 kg) apparatuur met een zwaartepunt 1,2 m boven de vloer te verankeren aan de horizontale draagconstructie.

##### *Oplossingsrichting*

Aangeraden wordt het leidingwerk boven het verlaagd plafond te controleren op zijdelingse stabiliteit en zonodig vast te zetten. Dit geldt zowel voor de begane grond als de eerste verdieping.

Op de verlaagde plafonds zijn ook veel losse plafonddelen en andere elementen aangetroffen. Aangeraden wordt deze te verwijderen.

---

3.5.4.

*Onderhoud*

De bovenste verdiepingen van het pand zijn op dit moment niet in gebruik. De staat van onderhoud aan gevels en interieur is een belangrijk aspect in de beoordeling van de seismische bestendigheid. Leegstaande (delen van) panden zijn gevoeliger voor onderhoudsachterstand en dus ook seismisch kwetsbaarder.

## 4. Conclusies en aanbevelingen

### 4.1. *Conclusies*

Onderstaande conclusies zijn gebaseerd op de in hoofdstuk 3 gegeven analyses. De conclusies kunnen in twee groepen worden onderverdeeld:

- Conclusies naar aanleiding van de constructieve berekening
- Conclusies naar aanleiding van de constructieve en bouwkundige checklists in de ASCE

De conclusies uit de checklists geven inzicht in de sterke en zwakke kanten van de aardbevingsbestendigheid van het gebouw. Het zijn kwalitatieve toetsen.

De berekening is daarentegen een kwantitatieve toets, die het gedrag in een getal probeert te vangen.

Met nadruk wijzen we erop dat deze kwantitatieve toets gebaseerd is op eenvoudige rekenwijzen, bedoeld voor een snelle, eerste controle. De berekening is geenszins bedoeld om een eindoordeel te vellen over de mate waarin de constructie voldoet aan de genoemde richtlijnen. Daarvoor zijn nader en meer gedetailleerd onderzoek en uitvoeriger berekeningen noodzakelijk.

De kwantitatieve toets geeft wel samen met de overige checklists een goed algemeen beeld van de weerbaarheid van het gebouw.

#### 4.1.1. *Constructieve berekening*

Op basis van de indicatieve constructieve berekening en de resultaten van de checklist concluderen we dat de constructie naar alle waarschijnlijkheid niet voldoet aan de gestelde voorlopige richtlijnen naar aardbevingsbestendigheid.

Om het gebouw definitief te kunnen toetsen aan de (nu nog slechts in concept uitgebrachte) NPR dienen nadere berekeningen te worden gemaakt. Bij deze berekeningen:

- Kan het werkelijke (niet-lineaire) materiaalgedrag in rekening gebracht worden;
- Kan de torsie beter in beeld gebracht worden door het gebruiken van een 3D model
- Kan de bijdrage van het betonnen raamwerk van kolommen en balken in de aardbevingsbestendigheid beter in beeld worden gebracht.

Om deze berekeningen te kunnen maken is betere informatie noodzakelijk van de constructie. Zo dient onder andere de wapening en de betonkwaliteit van de structuur uitgezocht te worden.

Een nadere berekening dient ten allen tijde uit te gaan van de dan geldende (of dan meest recente) uitgave van de NPR. Dit kan verschillen geven, zowel in positieve als negatieve zin.

#### 4.1.2. *Checklists*

Het gebouw voldoet naar alle waarschijnlijkheid niet aan de eisen naar aardbevingsbestendigheid zoals vastgelegd in de ASCE checklists. Er zijn verbeteringen mogelijk aan zowel de bouwkundige als de constructieve elementen. Met name de gemetselde gevel dient hierbij aandacht te krijgen, omdat deze ook de werking van de structuur bij een aardbeving beïnvloedt.

4.1.3.

*Indicatieve oplossingsrichtingen*

In de analyse is voor een aantal gebouwonderdelen een indicatieve oplossingsrichting aangegeven, waarmee de weerbaarheid van het gebouw ten aanzien van seismische activiteit kan worden verhoogd. Een overzicht van de genoemde oplossingsrichtingen is gegeven in tabel 8. Bij elke oplossingsrichting is aangegeven wat de impact van het doorvoeren van de maatregel is op de weerbaarheid. Daarnaast is een indicatie gegeven van de relatieve kosten en overlast die verwacht kunnen worden bij het uitvoeren van de ingreep. Onder kosten wordt verstaan de bouwkosten voor het uitvoeren van de maatregel. Met overlast wordt bedoeld het effect van het aanbrengen van de maatregel op het bedrijfsproces.

Opgemerkt dient nog wel te worden dat er in het gemeente archief geen constructieve overzichten en andere gegevens (meer) beschikbaar zijn. Dit heeft grote impact op de zekerheid voor deze resultaten. Deze dienen met de nodige terughoudendheid te worden beschouwd.

Oplossingsrichting	impact		
	veiligheid	kosten	overlast
<b>Constructieve elementen</b>			
<i>Hoofddraagconstructie</i>			
Versterken en koppelen dragende wanden met funderingen	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
Stabiliteitsvoorzieningen in y-richting met fundering	hoog-veel	aanzienlijk	hoog-veel
Metselwerk wanden verankeren aan vloeren	hoog-veel	aanzienlijk	aanzienlijk
Metselwerk wanden zijdelings steunen aan de vloeren	hoog-veel	aanzienlijk	aanzienlijk
Gewapende begane grondvloer aanbrengen	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
Gewapende druklaag met verankering naar de zijwanden aanbrengen op de eerste verdiepingvloer	hoog-veel	aanzienlijk	hoog-veel
Verdiepingvloeren voorzien van dubbele laag multiplex voor schijfwerking	hoog-veel	aanzienlijk	aanzienlijk
Vergroten dilataties naar belendingen	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
<b>Niet-Constructieve elementen</b>			
<i>Gebouwschil</i>			
Glasvervanging buitenkozijnen	beperkt	beperkt	laag-weinig
Kabel straatverlichting verend ophangen	laag-weinig	laag-weinig	laag-weinig
<i>Inbouw</i>			
Metselwerk binnenwanden verankeren	aanzienlijk	beperkt	aanzienlijk
Verankeren losse inventaris	aanzienlijk	laag-weinig	laag-weinig
<i>Installaties</i>			
Verlichting verankeren	aanzienlijk	beperkt	beperkt

Tabel 8: Samenvatting oplossingsrichtingen

hoog-veel	hoog-veel
aanzienlijk	aanzienlijk
beperkt	beperkt
laag-weinig	laag-weinig

#### 4.2. *Aanbevelingen*

Met de conclusies uit dit rapport kan een inschatting worden gemaakt van de weerbaarheid van het gebouw tijdens een aardbeving. Tevens worden voor gebouwonderdelen die niet voldoen aan de gestelde eisen oplossingsrichtingen gegeven.

Voor zover nu bekend wordt in het najaar de NPR 9998 uitgegeven. Deze zal dan als norm ook de eisen gaan vastleggen die aan bestaande gebouwen gesteld gaan worden. Deze eisen bepalen bij welk niveau de constructie van een gebouw nog voldoet en bij welk niveau niet meer.

Er zal waarschijnlijk een zogenaamde "afkeurnorm" worden aangeduid, die als minimum eis voor bestaande gebouwen zal gaan gelden. Op dit moment is het nog onzeker op welk veiligheidsniveau deze afkeurnorm gesteld zal gaan worden.

Om een goede afweging voor nadere acties bij de verdere uitwerking van dit betreffende gebouw te kunnen maken is zekerheid over deze normering gewenst. Op basis daarvan kan nader onderzoek meer inzicht geven in de vraag welke maatregelen aan de orde zijn.

#### 4.3. *Nader onderzoek*

Voor sommige onderdelen is nu nog te weinig informatie voorhanden om goede conclusies betreffende de aardbevingsbestendigheid te kunnen trekken. In deze paragraaf worden enkele belangrijke punten hiervan aangehaald. Zie ook de detailteksten in de eerdere paragrafen voor meer detailpunten die nader onderzoek vergen.

- Gegevens bestaande (paal)fundering.
- Bodemopbouw vaststellen door middel van nader bodemonderzoek.
- Nader onderzoek afstand tot naastgelegen panden.
- Opbouw begane grond en verdiepingsvloer vloer nader onderzoeken en mogelijk maatregelen treffen.
- Controle van de metselwerkwallen op seismische lasten uit het vlak.
- Het verloop van de gasleiding dient nog nader te worden onderzocht omdat deze niet bij de visuele inspectie kon worden vastgesteld. De verwarmingsketel bevindt zich op de eerste verdieping. Breuk van de gasleiding vanwege een seismische beving dient te worden voorkomen.







## **Bijlagen**

Bijlage 1

### **Checklist constructieve en niet-constructieve elementen**

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Werkcode	13663-06-I
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	viv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	20-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	N	NVT	O			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: #90EE90; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Erg belangrijk  <span style="background-color: #FFFF00; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Belangrijk  <span style="background-color: #FFD700; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Minder belangrijk  <span style="background-color: #ADD8E6; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Niet belangrijk                 </div>
Het beschouwde element is [...] voor de weerbaarheid van het gebouw tegen een aardbevingsbelasting										

## 16.1 NIET CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

### 16.17c GEBOUWSCHIL

#### Cladding and Glazing

#### 16.17a\_a

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. CLADDING ANCHORS: Cladding components weighing more than 50 kg/m<sup>2</sup> are mechanically anchored to the structure at a spacing equal to or less than the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 2 m; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 1.2 m. (Commentary: Sec. A.7.4.1. Tier 2: Sec. 13.6.1)

#### 16.17a\_b

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. CLADDING ISOLATION: For steel or concrete moment frame buildings, panel connections are detailed to accommodate a story drift ratio of at least the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 0.01; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 0.02. (Commentary: Sec. A.7.4.3. Tier 2: Section 13.6.1)

#### 16.17a\_c

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. MULTI-STORY PANELS: For multi-story panels attached at more than one floor level, panel connections are detailed to accommodate a story drift ratio of at least the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 0.01; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 0.02. (Commentary: Sec. A.7.4.4. Tier 2: Sec. 13.6.1)

#### 16.17a\_d

V

#### LS-

LS-MH; PR-MH. PANEL CONNECTIONS: Cladding panels are anchored out-of-plane with a minimum number of connections for each wall panel, as follows: for Life Safety in Moderate Seismicity, 2 connections; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 4 connections. (Commentary: Sec. A.7.4.5. Tier 2: Sec. 13.6.1.4)

Minder belangrijk

#### 16.17a\_e

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. BEARING CONNECTIONS: Where bearing connections are used, there is a minimum of two bearing connections for each cladding panel. (Commentary: Sec. A.7.4.6. Tier 2: Sec. 13.6.1.4)

#### 16.17a\_f

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. INSERTS: Where concrete cladding components use inserts, the inserts have positive anchorage or are anchored to reinforcing steel. (Commentary: Sec. A.7.4.7. Tier 2: Sec. 13.6.1.4)

#### 16.17a\_g

V

#### LS-

LS-MH; PR-MH. OVERHEAD GLAZING: Glazing panes of any size in curtain walls and individual interior or exterior panes over 1.6 m<sup>2</sup> in area are laminated annealed or laminated heat-strengthened glass and are detailed to remain in the frame when cracked. (Commentary: Sec. A.7.4.8. Tier 2: Sec. 13.6.1.5)

Minder belangrijk

#### Masonry Veneer

#### 16.17a\_h

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. TIES: Masonry veneer is connected to the backup with corrosion-resistant ties. There is a minimum of one tie for every 0.25 m<sup>2</sup>, and the ties have spacing no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 900 mm.; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 600 mm. (Commentary: Sec. A.7.5.1. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)

#### 16.17a\_i

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. SHELF ANGLES: Masonry veneer is supported by shelf angles or other elements at each floor above the ground floor. (Commentary: Sec. A.7.5.2. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)

#### 16.17a\_j

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. WEAKENED PLANES: Masonry veneer is anchored to the backup adjacent to weakened planes, such as at the locations of flashing. (Commentary: Sec. A.7.5.3. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)

#### 16.17a\_k

VN

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. UNREINFORCED MASONRY BACKUP: There is no unreinforced masonry backup. (Commentary: Sec. A.7.7.2. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)

Geen wapening aanwezig in de dragende wanden.

Belangrijk

#### 16.17a\_l

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. STUD TRACKS: For veneer with metal stud backup, stud tracks are fastened to the structure at a spacing equal to or less than 600 mm. on center. (Commentary: Sec. A.7.6.1. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)

#### 16.17a\_m

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-MH. ANCHORAGE: For veneer with concrete block or masonry backup, the backup is positively anchored to the structure at a horizontal spacing equal to or less than 1.2 m along the floors and roof. (Commentary: Sec. A.7.7.1. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)

#### Parapets

#### 16.17a\_p

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. URM PARAPETS OR CORNICES: Laterally unsupported unreinforced masonry parapets or cornices have height-to-thickness ratios no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 2.5; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 1.5. (Commentary: Sec. A.7.8.1. Tier 2: Sec. 13.6.5)

#### 16.17a\_q

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. CANOPIES: Canopies at building exits are anchored to the structure at a spacing no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 3 m; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 2 m. (Commentary: Sec. A.7.8.2. Tier 2: Sec. 13.6.6)

#### 16.17a\_r

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-LMH. CONCRETE PARAPETS: Concrete parapets with height-to-thickness ratios greater than 2.5 have vertical reinforcement. (Commentary: Sec. A.7.8.3. Tier 2: Sec. 13.6.5)

#### 16.17a\_s

NVT

#### LS-

LS-MH; PR-LMH. APPENDAGES: Cornices, parapets, signs, and other ornamentation or appendages that extend above the highest point of anchorage to the structure or cantilever from components are reinforced and anchored to the structural system at a spacing equal to or less than 6 ft. This checklist item does not apply to parapets or cornices covered by other checklist items. (Commentary: Sec. A.7.8.4. Tier 2: Sec. 13.6.6)

#### Masonry Chimneys

#### 16.17a\_t

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. URM CHIMNEYS: Unreinforced masonry chimneys extend above the roof surface no more than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 3 times the least dimension of the chimney; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 2 times the least dimension of the chimney. (Commentary: Sec. A.7.9.1. Tier 2: 13.6.7)

#### 16.17a\_u

NVT

#### LS-

LS-LMH; PR-LMH. ANCHORAGE: Masonry chimneys are anchored at each floor level, at the topmost ceiling level, and at the roof. (Commentary: Sec. A.7.9.2. Tier 2: 13.6.7)

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Werkcode	13663-06-I
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	viv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	20-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #f08080; margin-bottom: 2px;"></div> Erg belangrijk                 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-bottom: 2px;"></div> belangrijk                 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; margin-bottom: 2px;"></div> Meestal belangrijk                 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #add8e6; margin-bottom: 2px;"></div> Niet belangrijk             </div>
<b>16.17I INBOUW</b>										
		Partitions								
			16.17b_a	VN				LS- LS-LMH; PR-LMH. UNREINFORCED MASONRY: Unreinforced masonry or hollow-clay tile partitions are braced at a spacing of at most 3 m in Low or Moderate Seismicity, or at most 2 m in High Seismicity. (Commentary: Sec. A.7.1.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)	Geen specifieke mestelwerkverankering aan houten vloeren. Balklaag opgelegd/doorlopend door metselwerk.	
			16.17b_b	NVT				LS-LMH; PR-LMH. HEAVY PARTITIONS SUPPORTED BY CEILINGS: The tops of masonry or hollow-clay tile partitions are not laterally supported by an integrated ceiling system. (Commentary: Sec. A.7.2.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
			16.17b_c	NVT				LS-MH; PR-MH. DRIFT: Rigid cementitious partitions are detailed to accommodate the following drift ratios: in steel moment frame, concrete moment frame, and wood frame buildings, 0.02; in other buildings, 0.005. (Commentary A.7.1.2 Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		Ceilings								
			16.17b_g	NVT				LS- LS-MH; PR-LMH. SUSPENDED LATH AND PLASTER: Suspended lath and plaster ceilings have attachments that resist seismic forces for every 1,2 m <sup>2</sup> of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_h	NVT				LS-MH; PR-LMH. SUSPENDED GYPSUM BOARD: Suspended gypsum board ceilings have attachments that resist seismic forces for every 1,2 m <sup>2</sup> of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
		Contents and Furnishings								
			16.17b_n	NVT				LS- LS-MH; PR-MH. INDUSTRIAL STORAGE RACKS: Industrial storage racks or pallet racks more than 4 m high meet the requirements of ANSIMP 16.1 as modified by ASCE 7 Chapter 15. (Commentary: Sec. A.7.11.1. Tier 2: Sec. 13.8.1)		
<b>16.17c TOEGANGEN</b>										
		Stairs								
			16.17c_ay	NVT				LS- LS-LMH; PR-LMH. STAIR ENCLOSURES: Hollow-clay tile or unreinforced masonry walls around stair enclosures are restrained out-of-plane and have height-to-thickness ratios not greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 15-to-1; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 12-to-1. (Commentary: Sec. A.7.10.1. Tier 2: Sec. 13.6.2 and 13.6.8)	toegang tot de bovenbouw is vanuit het winkelpand niet aanwezig	
			16.17c_b	NVT				LS-LMH; PR-LMH. STAIR DETAILS: In moment frame structures, the connection between the stairs and the structure does not rely on shallow anchors in concrete. Alternatively, the stair details are capable of accommodating the drift calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.1 without including any lateral stiffness contribution from the stairs. (Commentary: Sec. A.7.10.2. Tier 2: 13.6.8)		
<b>16.17c INSTALLATIES</b>										
		Life Safety Systems								
			16.17d_a	NVT				LS- LS-LMH; PR-LMH. FIRE SUPPRESSION PIPING: Fire suppression piping is anchored and braced in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.1. Tier 2: Sec. 13.7.4)		
			16.17d_b	NVT				LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Fire suppression piping has flexible couplings in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.2. Tier 2: Sec. 13.7.4)		
			16.17d_c	NVT				LS-LMH; PR-LMH. EMERGENCY POWER: Equipment used to power or control life safety systems is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.12.1. Tier 2: Sec. 13.7.7)		
			16.17d_d	NVT				LS-LMH; PR-LMH. STAIR AND SMOKE DUCTS: Stair pressurization and smoke control ducts are braced and have flexible connections at seismic joints. (Commentary: Sec. A.7.14.1. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_e	NVT				LS-MH; PR-MH. SPRINKLER CEILING CLEARANCE: Penetrations through panelized ceilings for fire suppression devices provide clearances in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.3. Tier 2: Sec. 13.7.4)		
		Hazardous Materials								
			16.17d_g	NVT				LS- LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL EQUIPMENT: Equipment mounted on vibration isolators and containing hazardous material is equipped with restraints or snubbers. (Commentary: Sec. A.7.12.2. Tier 2: 13.7.1)		
			16.17d_h	NVT				LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL STORAGE: Breakable containers that hold hazardous material, including gas cylinders, are restrained by latched doors, shelf lips, wires, or other methods. (Commentary: Sec. A.7.15.1. Tier 2: Sec. 13.8.4)		
			16.17d_j	NVT				LS-MH; PR-MH. HAZARDOUS MATERIAL DISTRIBUTION: Piping or ductwork conveying hazardous materials is braced or otherwise protected from damage that would allow hazardous material release. (Commentary: Sec. A.7.13.4. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_k	NVT				LS-MH; PR-MH. SHUT-OFF VALVES: Piping containing hazardous material, including natural gas, has shut-off valves or other devices to limit spills or leaks. (Commentary: Sec. A.7.13.3. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_l	NVT				LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Hazardous material ductwork and piping, including natural gas piping, has flexible couplings. (Commentary: Sec. A.7.15.4. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_m	NVT				LS-MH; PR-MH. PIPING OR DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping or ductwork carrying hazardous material that either crosses seismic joints or isolation planes or is connected to independent structures has couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.13.6. Tier 2: Sec. 13.7.3, 13.7.5, and 13.7.6)		
		Light Fixtures								
			16.17d_m	NVT				LS- LS-MH; PR-MH. INDEPENDENT SUPPORT: Light fixtures that weigh more per square foot than the ceiling they penetrate are supported independent of the grid ceiling suspension system by a minimum of two wires at diagonally opposite corners of each fixture. (Commentary: Sec. A.7.3.2. Tier 2: Sec. 13.6.4 and 13.7.9)		

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Werkcode	13663-06-I
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	viv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	20-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #e6f2ff; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: #fff2cc; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: #e6ffe6; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: #e6e6ff; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div>

## 16.1 DRAAGCONSTRUCTIE

### 16.1 BASIC CHECKLIST

#### Very Low Seismicity

##### Structural Components

16.1_a	V	LOAD PATH: The structure shall contain a complete, well-defined load path, including structural elements and connections, that serves to transfer the inertial forces associated with the mass of all elements of the building to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.4.1.1)		Erg belangrijk
16.1_b	VN	WALL ANCHORAGE: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on the diaphragm for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections shall have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1. Tier 2: Sec. 5.7.1.1)	Geen koppelingen aanwezig!	Erg belangrijk

### 16.1.2 LIFE SAFETY BASIC CONFIGURATION CHECKLIST

#### Low Seismicity

##### Building System

##### General

16.1.2L_s_a	V	LOAD PATH: The structure shall contain a complete, well defined load path, including structural elements and connections, that serves to transfer the inertial forces associated with the mass of all elements of the building to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.4.1.1)		Erg belangrijk
16.1.2L_s_b	VN	ADJACENT BUILDINGS: The clear distance between the building being evaluated and any adjacent building is greater than 4% of the height of the shorter building. This statement shall not apply for the following building types: W1, W1a, and W2. (Commentary: Sec. A.2.1.2. Tier 2: Sec. 5.4.1.2)	Gecontroleerd wordt op de NC vervorming volgens de NPR9998. Om "aanstoten" te voorkomen moet een minimale tussenuimte van circa 54 mm (NC) worden aangehouden (=√(38²+38²) uitgaande van een maximale seismische vervorming behorend bij a <sub>g,0</sub> = 0.34g en de NEN EN 1998-1: Artikel 4.4.2.7). Deze afstand is onvoldoende.	Erg belangrijk
16.1.2L_s_c	NVT	MEZZANINES: Interior mezzanine levels are braced independently from the main structure or are anchored to the seismic-force-resisting elements of the main structure. (Commentary: Sec. A.2.1.3. Tier 2: Sec. 5.4.1.3)		
16.1.2L_s_d	V	WEAK STORY: The sum of the shear strengths of the seismic-force-resisting system in any story in each direction is not less than 80% of the strength in the adjacent story above. (Commentary: Sec. A.2.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.2.1)		Belangrijk
16.1.2L_s_e	VN	SOFT STORY: The stiffness of the seismic-force-resisting system in any story is not less than 70% of the seismic-force-resisting system stiffness in an adjacent story above or less than 80% of the average seismic-force-resisting system stiffness of the three stories above. (Commentary: Sec. A.2.2.3. Tier 2: Sec. 5.4.2.2)	Onderste bouwlaag is evenwijdig aan de Herestraat heel slap ten opzichte van de bovenbouw.	Belangrijk
16.1.2L_s_f	VN	VERTICAL IRREGULARITIES: All vertical elements in the seismic-force-resisting system are continuous to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.2.4. Tier 2: Sec. 5.4.2.3)		Belangrijk
16.1.2L_s_g	V	GEOMETRY: There are no changes in the net horizontal dimension of the seismic-force-resisting system of more than 30% in a story relative to adjacent stories, excluding one-story penthouses and mezzanines. (Commentary: Sec. A.2.2.5. Tier 2: Sec. 5.4.2.4)		Belangrijk
16.1.2L_s_h	V	MASS: There is no change in effective mass more than 50% from one story to the next. Light roofs, penthouses, and mezzanines need not be considered. (Commentary: Sec. A.2.2.6. Tier 2: Sec. 5.4.2.5)		Belangrijk
16.1.2L_s_j	O	TORSION: The estimated distance between the story center of mass and the story center of rigidity is less than 20% of the building width in either plan dimension. (Commentary: Sec. A.2.2.7. Tier 2: Sec. 5.4.2.6)	Stabiliteit evenwijdig aan de Herestraat lijkt niet geregeld. Dus niet te beoordelen!	Erg belangrijk

#### Moderate Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low Seismicity.

##### Geologic Site Hazards

16.1.2L_s_j	O	LIQUEFACTION: Liquefaction-susceptible, saturated, loose granular soils that could jeopardize the building's seismic performance shall not exist in the foundation soils at depths within 15 m under the building. (Commentary: Sec. A.6.1.1. Tier 2: 5.4.3.1)		Belangrijk
16.1.2L_s_k	NVT	SLOPE FAILURE: The building site is sufficiently remote from potential earthquake-induced slope failures or rockfalls to be unaffected by such failures or is capable of accommodating any predicted movements without failure. (Commentary: Sec. A.6.1.2. Tier 2: 5.4.3.1)		
16.1.2L_s_l	NVT	SURFACE FAULT RUPTURE: Surface fault rupture and surface displacement at the building site are not anticipated. (Commentary: Sec. A.6.1.3. Tier 2: 5.4.3.1)		

#### High Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low and Moderate Seismicity.

##### Foundation Configuration

16.1.2L_s_m	V	OVERTURNING: The ratio of the least horizontal dimension of the seismic-force-resisting system at the foundation level to the building height (base/height) is greater than 0.65a. (Commentary: Sec. A.6.2.1. Tier 2: Sec. 5.4.3.3)	Voldoet voor de wanden loodrecht de Herestraat	Minder belangrijk
16.1.2L_s_n	O	TIES BETWEEN FOUNDATION ELEMENTS: The foundation has ties adequate to resist seismic forces where footings, piles, and piers are not restrained by beams, slabs, or soils classified as Site Class A, B, or C. (Commentary: Sec. A.6.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.3.4)	De begane grondvloer bestaat deels uit een systeemvloer. Het is niet duidelijk of deze ook schijfwerking kan overdragen naar de funderingsbalken.	Erg belangrijk

## 16.4L LIFE SAFETY STRUCTURAL CHECKLIST FOR BUILDING TYPES S1: STEEL MOMENT FRAMES WITH STIFF DIAPHRAGMS AND S1A: STEEL MOMENT FRAMES WITH FLEXIBLE DIAPHRAGMS

#### Low Seismicity

##### Seismic-Force-Resisting System

16.4L_s_a	VN	DRIFT CHECK: The drift ratio of the steel moment frames, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.1, is less than 0.025. (Commentary: Sec. A.3.1.3.1. Tier 2: Sec. 5.5.2.1.2)	Waarschijnlijk geen momentvast verbindingen	Erg belangrijk
16.4L_s_b	O	COLUMN AXIAL STRESS CHECK: The axial stress caused by gravity loads in columns subjected to overturning forces is less than 0.10F <sub>y</sub> . Alternatively, the axial stress caused by overturning forces alone, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.6, is less than 0.30F <sub>y</sub> . (Commentary: Sec. A.3.1.3.2. Tier 2: Sec. 5.5.2.1.3)		Minder belangrijk
16.4L_s_c	VN	FLEXURAL STRESS CHECK: The average flexural stress in the moment frame columns and beams, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.9, is less than F <sub>y</sub> . Columns need not be checked if the strong column-weak beam checklist item is compliant. (Commentary: Sec. A.3.1.3.3. Tier 2: Sec. 5.5.2.1.2)	Waarschijnlijk geen momentvast verbindingen	Erg belangrijk

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Werkcode	13663-06-I
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	viv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	20-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
			V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #90EE90; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Erg belangrijk <div style="background-color: #FFFF00; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Belangrijk <div style="background-color: #90EE90; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Minder belangrijk <div style="background-color: #ADD8E6; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet belangrijk
<b>Connections</b>									
		16.4L_S_d	V				TRANSFER TO STEEL FRAMES: Diaphragms are connected for transfer of seismic forces to the steel frames. (Commentary: Sec. A.5.2.2. Tier 2: Sec. 5.7.2)		Erg belangrijk
		16.4L_S_e	V				STEEL COLUMNS: The columns in seismic-force-resisting frames are anchored to the building foundation. (Commentary: Sec. A.5.3.1. Tier 2: Sec. 5.7.3.1)		Erg belangrijk
<b>Moderate Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low Seismicity.</b>									
<i>Seismic-Force-Resisting System</i>									
		16.4L_S_f	VN				REDUNDANCY: The number of lines of moment frames in each principal direction is greater than or equal to 2. The number of bays of moment frames in each line is greater than or equal to 2. (Commentary: Sec. A.3.1.1.1. Tier 2: Sec. 5.5.1.1)	Geen momentvaste verbindingen.	Erg belangrijk
		16.4L_S_g	VN				INTERFERING WALLS: All concrete and masonry infill walls placed in moment frames are isolated from structural elements. (Commentary: Sec. A.3.1.2.1. Tier 2: Sec. 5.5.2.1.1)	Involving gekoppeld aan frames.	Minder belangrijk
		16.4L_S_h	VN				MOMENT-RESISTING CONNECTIONS: All moment connections are able to develop the strength of the adjoining members based on the specified minimum yield stress of steel. (Commentary: Sec. A.3.1.3.4. Tier 2: Sec. 5.5.2.2.1). Note: more restrictive requirements for High Seismicity.	Geen momentvaste verbindingen.	Erg belangrijk
<b>High Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low and Moderate Seismicity.</b>									
<i>Seismic-Force-Resisting System</i>									
		16.4L_S_i	VN				MOMENT-RESISTING CONNECTIONS: All moment connections are able to develop the strength of the adjoining members or panel zones based on 110% of the expected yield stress of the steel per AISC 341, Section A3.2. (Commentary: Sec. A.3.1.3.4. Tier 2: Sec. 5.5.2.2.1)	Geen momentvaste verbindingen.	Minder belangrijk
		16.4L_S_j	O				PANEL ZONES: All panel zones have the shear capacity to resist the shear demand required to develop 0.8 times the sum of the flexural strengths of the girders framing in at the face of the column. (Commentary: Sec. A.3.1.3.5. Tier 2: Sec. 5.5.2.2.2)		Belangrijk
		16.4L_S_k	VN				COLUMN SPLICES: All column splice details located in moment-resisting frames include connection of both flanges and the web. (Commentary: Sec. A.3.1.3.6. Tier 2: Sec. 5.5.2.2.3)	Geen momentvaste verbindingen.	Erg belangrijk
		16.4L_S_l	VN				STRONG COLUMN—WEAK BEAM: The percentage of strong column—weak beam joints in each story of each line of moment frames is greater than 50%. (Commentary: Sec. A.3.1.3.7. Tier 2: Sec. 5.5.2.1.5)	Geen momentvaste verbindingen.	Erg belangrijk
		16.4L_S_m	V				COMPACT MEMBERS: All frame elements meet section requirements set forth by AISC 341 Table D1.1, for moderately ductile members. (Commentary: Sec. A.3.1.3.8. Tier 2: Sec. 5.5.2.2.4)		Minder belangrijk
		<i>Diaphragms (Stiff or Flexible)</i>							
		16.4L_S_n	V				OPENINGS AT FRAMES: Diaphragm openings immediately adjacent to the moment frames extend less than 25% of the total frame length. (Commentary: Sec. A.4.1.5. Tier 2: Sec. 5.6.1.3)		Minder belangrijk
		<i>Flexible Diaphragms</i>							
		16.4L_S_o		NVT			CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2. Tier 2: Sec. 5.6.1.2)		Belangrijk
		16.4L_S_p		VN			STRAIGHT SHEATHING: All straight sheathed diaphragms have aspect ratios less than 2-to-1 in the direction being considered. (Commentary: Sec. A.4.2.1. Tier 2: Sec. 5.6.2)	Geen portaalwerking!	Erg belangrijk
		16.4L_S_q		NVT			SPANS: All wood diaphragms with spans greater than 8 m consist of wood structural panels or diagonal sheathing. (Commentary: Sec. A.4.2.2. Tier 2: Sec. 5.6.2)		
		16.4L_S_r		NVT			DIAGONALLY SHEATHED AND UNBLOCKED DIAPHRAGMS: All diagonally sheathed or unblocked wood structural panel diaphragms have horizontal spans less than 13 m and aspect ratios less than or equal to 4-to-1. (Commentary: Sec. A.4.2.3. Tier 2: Sec. 5.6.2)		
		16.4L_S_s	V				OTHER DIAPHRAGMS: The diaphragm does not consist of a system other than wood, metal deck, concrete, or horizontal bracing. (Commentary: Sec. A.4.7.1. Tier 2: Sec. 5.6.5)		Belangrijk

**16.16 LIFE SAFETY STRUCTURAL CHECKLIST FOR BUILDING TYPES URM: UNREINFORCED MASONRY BEARING WALLS WITH LS FLEXIBLE DIAPHRAGMS AND URM: UNREINFORCED MASONRY BEARING WALLS WITH STIFF DIAPHRAGMS**

<b>Low and Moderate Seismicity</b>									
<i>Seismic-Force-Resisting System</i>									
		16.16L_S_a	VN				REDUNDANCY: The number of lines of shear walls in each principal direction is greater than or equal to 2. (Commentary: Sec. A.3.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.5.1.1)	Evenwijdig aan de herestraat geen stabiliteitselementen aanwezig!	Belangrijk
		16.16L_S_b	V				SHEAR STRESS CHECK: The shear stress in the unreinforced masonry shear walls, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.3, is less than 0.2 N/mm <sup>2</sup> for clay units and 0.5 N/mm <sup>2</sup> for concrete units. (Commentary: Sec. A.3.2.5.1. Tier 2: Sec. 5.5.3.1.1)	De afschuifspanning is gecontroleerd aan de hand van de NPR9998. Uit deze berekening blijkt dat niet aan de capaciteit wordt voldaan.	Erg belangrijk
<b>Connections</b>									
		16.16L_S_c	VN				WALL ANCHORAGE: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on the diaphragm for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections shall have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1. Tier 2: Sec. 5.7.1.1)	Geen verankeringen aanwezig!	Erg belangrijk
		16.16L_S_d		NVT			WOOD LEDGERS: The connection between the wall panels and the diaphragm does not induce cross-grain bending or tension in the wood ledgers. (Commentary: Sec. A.5.1.2. Tier 2: Sec. 5.7.1.3)		
		16.16L_S_e	VN				TRANSFER TO SHEAR WALLS: Diaphragms are connected for transfer of seismic forces to the shear walls. (Commentary: Sec. A.5.2.1. Tier 2: Sec. 5.7.2)	Verdieping/voer bestaat uit een systeemvoer van balkjes met elementen. Geen gewapende druklaag aanwezig.	Erg belangrijk
		16.16L_S_f		NVT			GIRDER—COLUMN CONNECTION: There is a positive connection using plates, connection hardware, or straps between the girder and the column support. (Commentary: Sec. A.5.4.1. Tier 2: Sec. 5.7.4.1)		
<b>High Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low and Moderate Seismicity.</b>									
<i>Seismic-Force-Resisting System</i>									
		16.16L_S_g	VN				PROPORTIONS: The height-to-thickness ratio of the shear walls at each story is less than the following (Commentary: Sec. A.3.2.5.2. Tier 2: Sec. 5.5.3.1.2): Top story of multi-story building: 9 First story of multi-story building: 15 All other conditions: 13	De hoogte voor de onderste verdieping mag maximaal 15x330 = 4950 mm zijn. De hoogte voor de bovenste verdieping zou maximaal 9x220 = 1980 mm mogen zijn. De hoogte voor de overige verdiepingen zou maximaal 13x220 = 2860 mm mogen zijn. Alleen de onderste bouwlaag voldoet.	Belangrijk
		16.16L_S_h		NVT			MASONRY LAYUP: Filled collar joints of multi-wythe masonry walls have negligible voids. (Commentary: Sec. A.3.2.5.3. Tier 2: Sec. 5.5.3.4.1)		

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Werkcode	13663-06-I
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	v/v
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	20-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			
			Diaphragms (Stiff or Flexible)							
			16.16L_s_j	V						Belangrijk
			16.16L_s_j	V						Belangrijk
			Flexible Diaphragms							
			16.16L_s_k			NVT				
			16.16L_s_l		VN				Evenwijdig aan de herestraat geen stabiliteitselementen aanwezig, dus deze afmetingen zijn niet te bepalen.	Erg belangrijk
			16.16L_s_m			NVT				
			16.16L_s_n			NVT				
			16.16L_s_o	V						Erg belangrijk
			Connections							
			16.16L_s_p		VN				Haakankers werken een kant op.	Belangrijk
			16.16L_s_q	V						Belangrijk



Bijlage 2

**Constructieve berekening**

- Gewichtsberekening
- Analyse x-richting
- Analyse y-richting
- Toetsing afschuifcapaciteit



Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpad Herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-06-I
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhv
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	20-mei-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**

### Verdiepingen

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	13,50	101	101	0
3	10,90	474	438	35
2	7,20	776	741	35
onderste niveau	4,40	2.405	1.576	829

### Belastingen

Niveau		$G_{ag}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$G_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Sigma G_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	opgelegde Q belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$	Combinatie coefficient $\psi_2$	Seismische combinatie coefficient $\psi_{Ei}$	x	lengte l [m]	breedte b [m]	oppervlak [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Dak	0,70	0,20	0,9				1,0	1	14,0	8,0	112	101	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	1	14,0	8,0	112		0
												Sub	101	0
3	Vloer	0,30	0,20	0,5				1,0	1	14,0	8,0	112	56	
	dwarsgevel	0,00	4,00	4,0				1,0	2	14,0	2,0	56	224	
	voorgevel	0,00	4,00	4,0				1,0	0,5	3,2	8,0	13	51	
	achtergevel	0,00	4,00	4,0				1,0	0,5	3,2	8,0	13	51	
	lichte wanden	0,00	0,50	0,5				1,0	1	14,0	8,0	112	56	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				1,8	0,6	0,3	0,2	1	14,0	8,0	112		35
												Sub	438	35
2	Vloer	0,30	0,20	0,5				1,0	1	14,0	8,0	112	56	
	dwarsgevel	0,00	4,00	4,0				1,0	2	14,0	3,6	101	403	
	voorgevel	0,00	4,00	4,0				1,0	0,5	3,6	8,0	14	58	
	achtergevel	0,00	4,00	4,0				1,0	0,5	3,6	8,0	14	58	
	lichte wanden	0,00	0,50	0,5				1,0	1	14,0	8,0	112	56	
	Dak	0,50	0,00	0,5				1,0	1	18,4	4,0	74	37	
	dwarsgevel	0,00	0,50	0,5				1,0	1	18,4	8,0	147	74	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	1	18,4	8,0	147		0
Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				1,8	0,6	0,3	0,2	1	14,0	8,0	112		35	
												Sub	741	35
onderste niveau	Vloer	2,50	1,00	3,5				1,0	1	32,4	8,0	259	907	
	dwarsgevel	0,00	6,00	6,0				1,0	2	14,0	3,6	101	605	
	voorgevel	0,00	4,00	4,0				1,0	1	2,0	8,0	16	64	
	Categorie E, opslagruimtes				4,0	1,0	0,8	0,8	1	32,4	8,0	259		829
												Sub	1.576	829
												Totaal	2.856	900

Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-06-I
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	20-mei-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**

**Zijdelingse belastingmethode (x-richting)**

Representatieve gedragsfactor  
 Reductiefactor op gedragsfactor  
 Gedragsfactor

1,5  
 0,8  
 q= 1,20  
 NPR 9998 (4.2.3.1)

Type stabiliteitssysteem

Beton / metselwerk stabiliteitssystemen NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))

Gebouwhoogte

14,5 m

Verdiepingen

4

Wanden

NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)

wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	13,00	0,30	2	7,8	9,4	0,90
2				0,0	0,0	0,00
3				0,0	0,0	0,00
4				0,0	0,0	0,00
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
$\Sigma$	13,0	-	2	7,8	9,4	-

$C_i$

0,024

	$T_1$	$S_d(T_1)/a_{gd}$	$\lambda$	$\% = F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 0,18$ sec	2,500	$\lambda = 0,34 = 0,840 g$	100
Base Shear Force				SRSS: 2,682 kN

**Factoren**

Tweede-orde-effecten

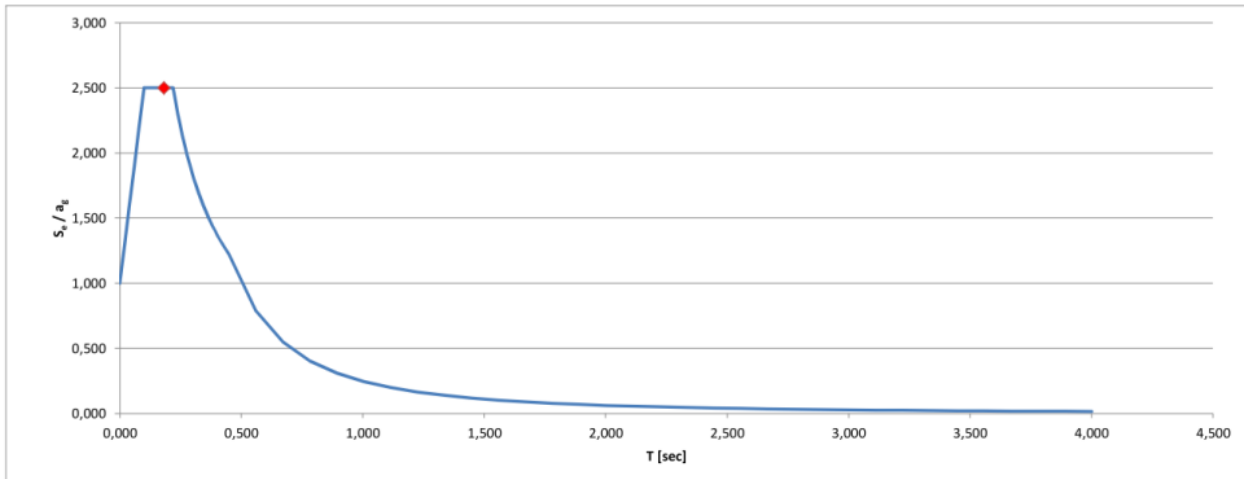
1,00 NPR 9998 (4.4.2.2)

Torsie-effecten

1,30 NPR 9998 (4.3.3.2.4)

Rekenwaarde maximale dwarskracht

3,490 kN

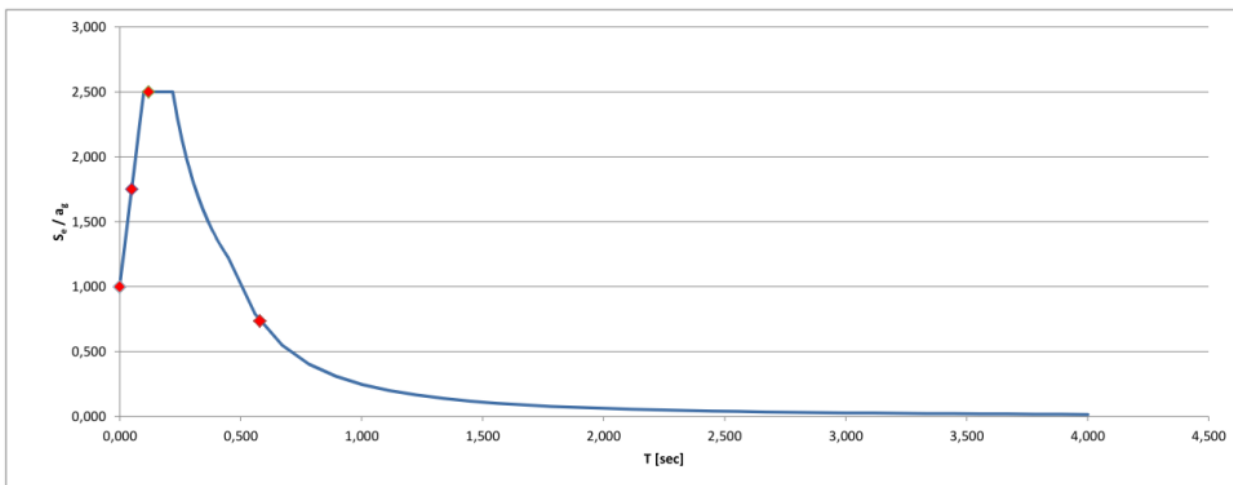


Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-06-I
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhv
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	20-mei-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**

**Spectrale modale responsieberekening (x-richting)**

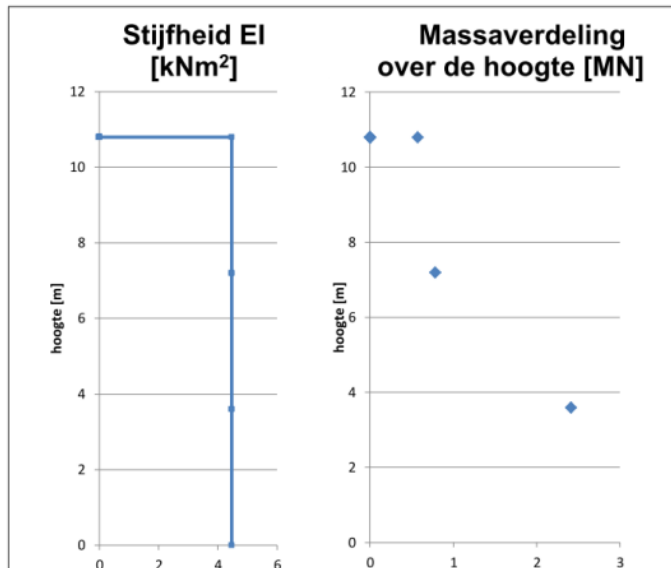
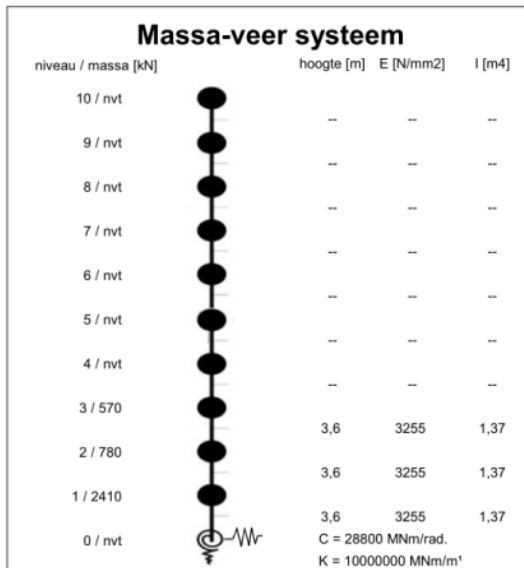
Representatieve gedragsfactor	1,5							
Reductiefactor op gedragsfactor	0,8		NPR 9998 (4.2.3.1)					
Gedragsfactor	q= 1,20							
			$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	=	$F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 0,58$ sec		0,736	* 0,34 =	0,247 g *	60,5	=	562 kN
	$T_2 = 0,12$ sec		2,500	* 0,34 =	0,840 g *	36,3	=	1.145 kN
	$T_3 = 0,05$ sec		1,750	* 0,34 =	0,588 g *	3,3	=	73 kN
	$T_4 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_5 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_6 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_7 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_8 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_9 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_{10} = 0,00$ nvt		0,000	* 0,34 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
Base Shear Force							SRSS:	1.278 kN
<b>Factoren</b>								
Tweede-orde-effecten	1,00		NPR 9998 (4.4.2.2)					
Torsie-effecten	1,30		NPR 9998 (4.3.3.2.4)					
Rekenwaarde maximale dwarskracht								1.670 kN



Zie ook uitvoer volgende bladzijden.

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Pand herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	20-mei-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**



**Invoergegevens voor de bepaling van het ontwerp respons spectrum (DRS):**

Het rekenmodel van het gebouw representeert op een vereenvoudigde manier de stijfheids- en massaverdeling over de gebouwhoogte zodat alle significante vervormings-eigenschappen en traagheidskrachten bij de beschouwde seismische belasting goed in rekening worden gebracht. Voor deze niet-lineaire berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De bouwconstructie is geschematiseerd tot een enkel horizontaal belasting afdragend systeem;
- De massa's van elke vloer worden geconcentreerd in het zwaartepunt;
- Eventuele onregelmatigheid in plattegrond of aan de eigenschappen worden voor deze seismische scan buiten beschouwing gelaten;
- De elastische buig- en afschuif stijfheidseigenschappen van elementen uit beton en metselwerk worden gelijk genomen aan de helft van de corresponderende stijfheid van de ongescheurde elementen.

Gevolgklasse:	CC2	$a_{g,ref}$ :	0,24 [m/s <sup>2</sup> ]	reductiefactor :	v:	0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	$\gamma_1$ : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} \cdot \gamma_1 \cdot v$ :	0,13 g [m/s <sup>2</sup> ]
		PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:	$a_{g,ref} \cdot \gamma_1$ :			

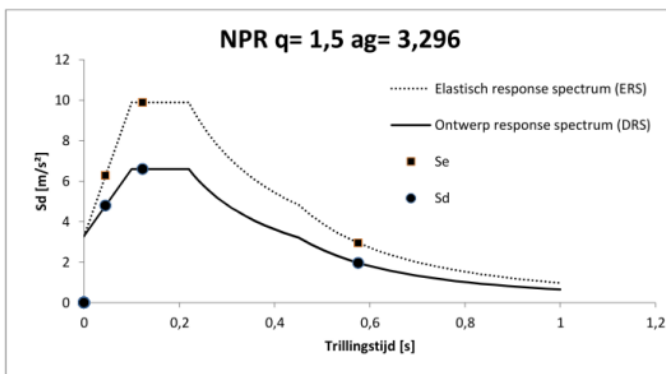
**Resultaten dynamische berekening:**

Trillingsvorm	T(s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s <sup>2</sup> ]	Se [m/s <sup>2</sup> ]
1	0,576	1,74	227	60,5%	60,5%	1,97	2,95
2	0,124	8,09	136	36,3%	96,7%	6,59	9,89
3	0,045	22,08	12	3,3%	100,0%	4,79	6,28
4	--	--	--	--	--	--	--
5	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	--	--	--
9	--	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--	--

**Dynamische berekening:**

Gegeven de invoer worden aan de hand van de leer van de dynamica de eigenfrequenties, trillingsvormen, meewerkende massa en de cumulatieve meewerkende massa berekend. Deze data is benodigd voor de verdere berekening van de gebouw response.

Ductiele constructieve systemen zijn in staat om seismische belastingen op te nemen in het niet-lineaire gebied. In het algemeen is het toelaatbaar om bij het ontwerp of de verificatie via een equivalente elastische berekening een lagere belasting aan te houden dan de belasting overeenkomend met een volledige lineaire elastische respons. In NEN-EN 1998-1 wordt dit praktisch vormgegeven via een elastische berekening gebaseerd op een respons spectrum dat gereduceerd is ten opzichte van het elastische spectrum. Dit gereduceerde spectrum wordt in de



**Ontwerp respons spectrum (DRS):**

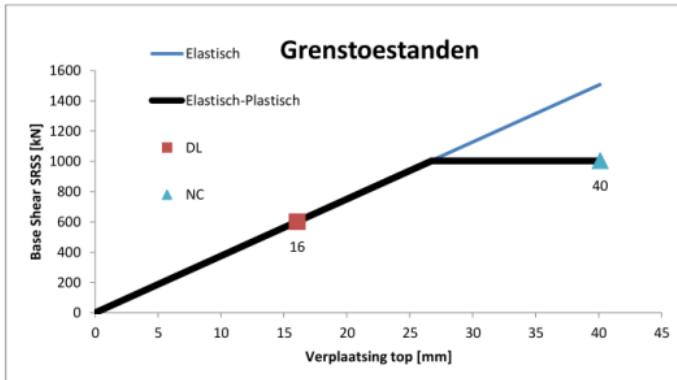
Spectrum voor de grenstoestand NC (Near Collapse). De constructie is zwaar beschadigd met lage reststerkte waarbij verticale elementen nog juist in staat zijn om verticale belastingen af te dragen. Het merendeel van de niet-constructieve onderdelen is bezwaken. Grote permanente vervormingen zijn aanwezig. De sterkte van de constructie is zodanig dat voortschrijdende instorting niet plaatsvindt, maar waarschijnlijk zal een volgende aardbeving of andere belasting, ongeacht de zwaarte daarvan, leiden tot instorting.

De constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand NC.

**Elastisch respons spectrum (ERS):**

Spectrum voor de grenstoestand NC met q-factor = 1,0. Zie verder "Grenstoelstanden".

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**

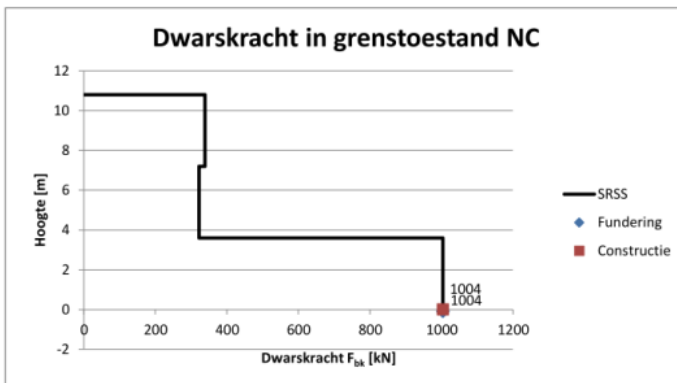


**Grenstoestanden:**

Grenstoestand **NC** (Near Collapse): zie hierboven.

Grenstoestand **DL** (Damage Limitation): De constructie is alleen licht beschadigd waarbij constructieve elementen niet significant zijn vervormd en hun sterkte- en stijfheids-eigenschappen hebben behouden. Niet dragende elementen mogen verspreid voorkomende scheuren vertonen die economisch gezien eenvoudig kunnen worden gerepareerd. Permanente vervormingen zijn verwaarloosbaar.

De niet constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand DL volgens NEN-EN 1998-1 4.4.3.2.



**Resultaat van het ontwerp respons spectrum (DRS):**

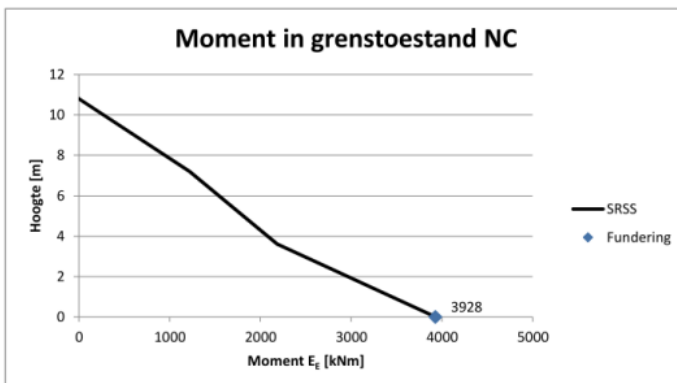
In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS". De algemene formule uit de NPR 9998 (4.16) luidt:

$$E_{E^k} = \sqrt{\sum (E_{E^k})^2}$$

$E_{E^k}$  is de waarde van dit seismische belastingeffect ten gevolge van trilvorm  $k$ .

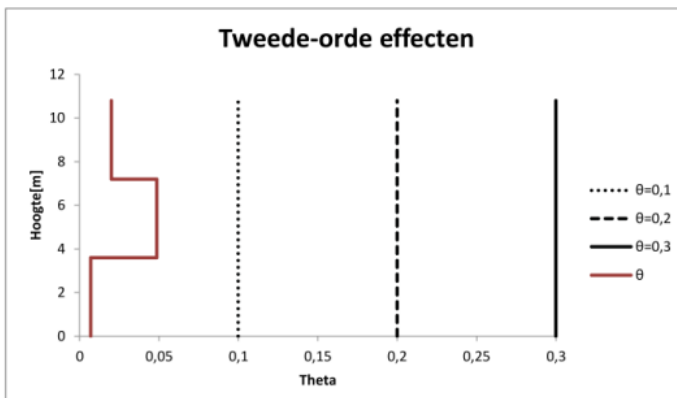
Alle trilvormen die significant bijdragen aan de globale respons worden in rekening gebracht. De totale effectieve geactiveerde massa  $m_k$ , behorende bij trilvorm  $k$ , is zodanig bepaald dat de totale dwarskracht ter plaatse van de fundering  $F_{bk}$  werkend in de richting van de seismische belasting, kan worden geformuleerd als  $F_{bk} = S_d(T_k) m_k$ .

In de grafiek is de hoogste waarde van  $F_{bk}$  op funderings-niveau de dwarskracht op de paalfundering en de lagere waarde de dwarskracht in de constructie op de fundering.



**Resultaat van het ontwerp respons spectrum (DRS):**

In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de buigende momenten verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS", zie ook de grafiek "Dwarskracht in grenstoestand NC".



**Tweede orde effecten (NPR 9998 4.4.2.2):**

De gevoeligheid voor de relatieve verplaatsing tussen verdiepingen wordt uitgedrukt met de coëfficiënt  $\theta$ . Tweede orde effecten (P- $\Delta$  effecten) hoeven niet in rekening te worden gebracht indien voor alle verdiepingen wordt voldaan aan de voorwaarde  $\theta < 0,10$ .

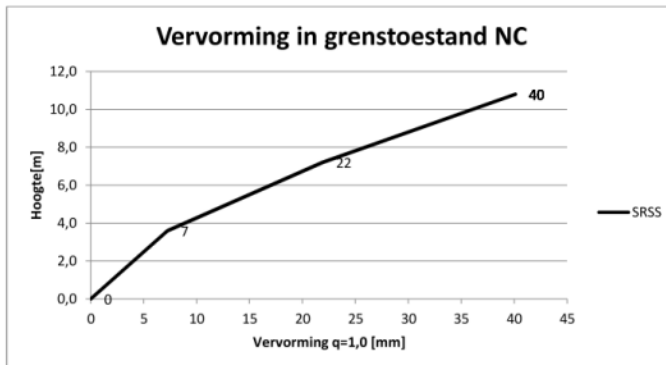
Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,1 < \theta < 0,2$  dan kunnen de tweede-orde-effecten worden benaderd door de relevante seismische belastingeffecten te vermenigvuldigen met een factor gelijk aan  $1/(1 - \theta)$ .

Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,2 < \theta < 0,3$  dan moeten de tweede-orde-effecten worden bepaald door een exacte tweede-orde analyse.

De waarde van de coëfficiënt  $\theta$  mag volgens de NPR 9998 echter niet groter zijn genomen dan 0,3.

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Pand herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	20-mei-15

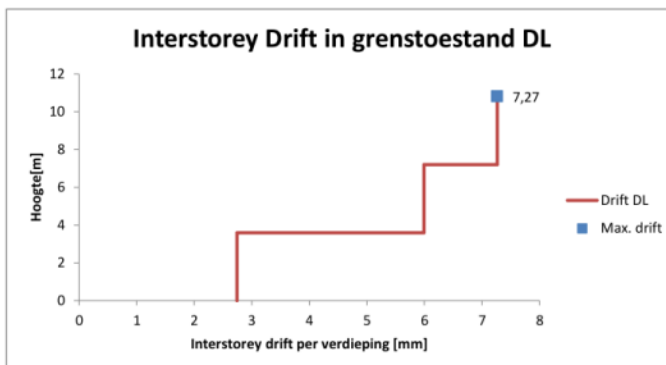
**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**



**Resultaat van het ontwerp respons spectrum (DRS):**

In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de horizontale vervormingen weergegeven verdeeld over de hoogte voor de grenstoestand **NC**. De waarde is bepaald met een gedragsfactor  $q = 1,0$ .

Voor de toetsing van bouwkundige elementen is de zogenaamde "interstorey-drift" van belang. Dit is de verschil in verplaatsingen tussen twee opeenvolgende bouwlagen, af te lezen in de onderstaande grafiek.



**Resultaat van het elastisch respons spectrum (ERS):**

In de grafiek hiernaast is de relatieve verplaatsing tussen de verdiepingen, de "interstorey drift", weergegeven voor de grenstoestand **DL**. De waarde is bepaald met een gedragsfactor  $q = 1,0$  en vermenigvuldigd met de factor  $\nu$  conform NEN-EN 1998-1 4.4.3.2. De waarde van  $\nu$  is 0,5 voor gebouwen in belangklasse I en II en 0,4 voor gebouwen in belangklasse III en IV.

De Interstorey Drift is van belang voor de toetsing van leidingen, glazen onderdelen en dergelijke. De maatgevend waarde is in de grafiek aangegeven.

Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	Winkelpand Herestraat 27 en 29	Projectcode	13663-06-I
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhv
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	20-mei-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**

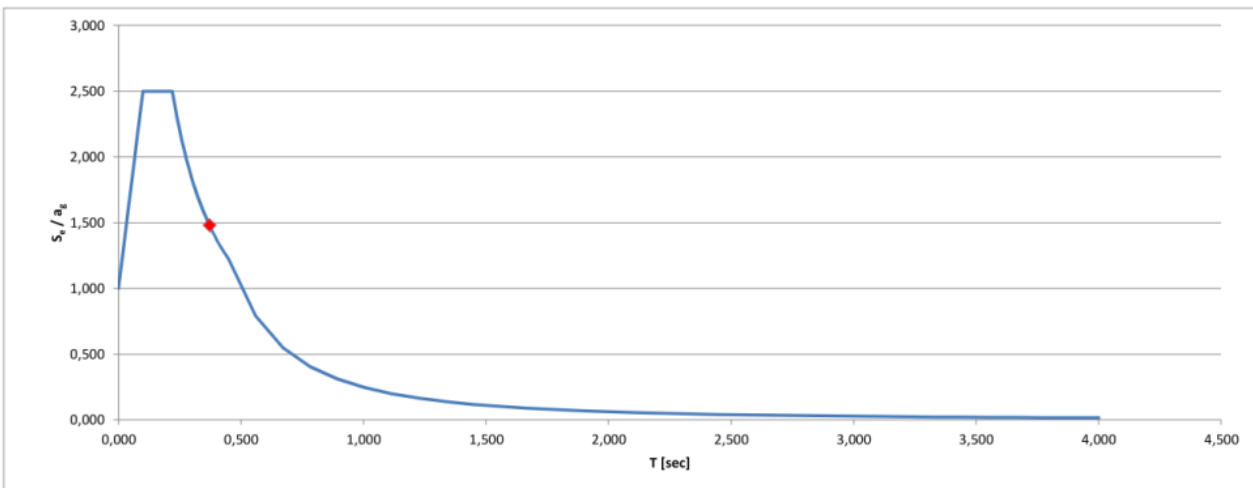
**Zijdelingse belastingmethode (y-richting)**

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Reductiefactor op gedragsfactor	0,8	NPR 9998 (4.2.3.1)
Gedragsfactor	q = 1,20	
Type stabiliteitssysteem	Overig	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) l/m (4))
Gebouwhoogte	14,5 m	
Verdiepingen	4	
C <sub>t</sub>	0,050	

	S <sub>d</sub> (T <sub>1</sub> )/a <sub>gd</sub>	* a <sub>gd</sub> =	S <sub>d</sub> (T <sub>1</sub> )	* λ *	%	= F <sub>DK</sub>
Trillingstijd	T <sub>1</sub> = 0,37 sec	1,480	* 0,34 = 0,497 g *	0,85	100	1,588 kN
Base Shear Force					SRSS:	1,588 kN

<b>Factoren</b>		
Tweede-orde-effecten	1,00	NPR 9998 (4.4.2.2)
Torsie-effecten	1,30	NPR 9998 (4.3.3.2.4)

Rekenwaarde maximale dwarskracht 2.070 kN



**Bepaling grootste vervorming bij  $a_g = 0,34$  en  $q = 1,5$  :**

Grootste vervorming treedt op bij een hoge trillingstijd  $T_1 > T_D$ :

Stel  $T_1 = 0,50$  s

De vervorming Near Collapse (NC) kan als volgt worden bepaald (met  $q = 1,5$ ):

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] = 0,34 \cdot 9,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{0,22 \cdot 0,45}{0,50^2} \right] = 3,96 \text{ m/s}^2 \quad \text{NPR 9998 (3.5)}$$

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left[ \frac{T_1}{2\pi} \right]^2 = 3,96 \cdot \left[ \frac{0,50}{2\pi} \right]^2 = 0,025 \text{ m} \quad \text{NEN-EN 1998-1 (3.7)}$$

$$\text{verplaatsing aan de top } d_s = q \cdot S_{De}(T) = 1,5 \cdot 0,025 = 0,038 \text{ m} \quad \text{NEN-EN 1998-1 (4.23)}$$

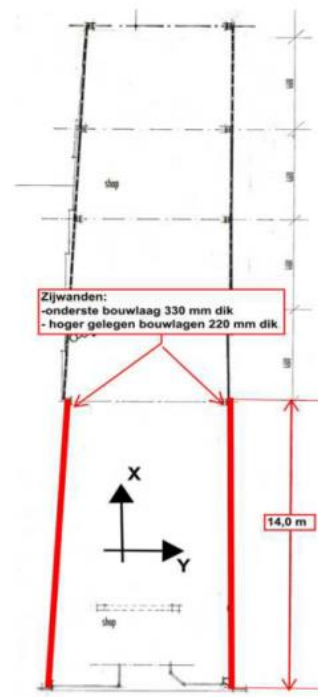
De vervorming Damage Limitation (DL) kan als volgt worden bepaald (met  $q = 1,5$ ):

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] = 0,12 \cdot 9,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{0,22 \cdot 0,45}{0,50^2} \right] = 1,40 \text{ m/s}^2 \quad \text{NPR 9998 (3.5)}$$

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left[ \frac{T}{2\pi} \right]^2 = 1,40 \cdot \left[ \frac{0,50}{2\pi} \right]^2 = 0,009 \text{ m} \quad \text{NEN-EN 1998-1 (3.7)}$$

$$\text{verplaatsing aan de top } d_s = q \cdot S_{De}(T) = 1,5 \cdot 0,009 = 0,014 \text{ m} \quad \text{NEN-EN 1998-1 (4.23)}$$





**Fundering**

Beddingconstante (statisch)	$E_s$	X-ri	Y-ri	
Factor kortdurende belasting	$E_d/E_s$	15000	15000	kN/m <sup>3</sup>
Beddingconstante (dynamisch)	$E_d$	7		[-]
Gemiddelde aanlegbreedte	$b_i$	105000	105000	kN/m <sup>3</sup>
		0,60	0,60	m

aangehouden 2 x wanddikte.

**Langsrichting (X-ri)**

Langsrichting (X-ri) stijfheid funderingsstroken

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m <sup>4</sup> ]
wand	14,00	0,60	2	28	274,40
Totaal		0,60	2	28	274,40

Rotatiestijfheid  $C = K \times I = 2,88E+07$  kNm/rad

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m <sup>4</sup> ]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Schuif [kN]	Schuifsp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Capaciteit [kN]	u.c.
wand	14,00	0,30	2	28	137,20	0,30	3928	0,10	1670	0,20	803	2,1
Totaal		0,30	2	28	137,20		3928		1670		803	2,1

h = 13,5 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering) op basis van  $f_{vRd} = 0,10$  N/mm<sup>2</sup>  
 $S_a = 0,247$   $l > 0.6S_a \cdot h = 2,00$  m Voldoet !

**Dwarsrichting (Y-ri)**

Dwarsrichting (Y-ri) stijfheid funderingsstroken

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m <sup>4</sup> ]
wand	0,00	0,60	2	0	0,00
Totaal		0,60	2	0	0,00

Rotatiestijfheid  $C = K \times I = 0,00E+00$  kNm/rad

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m <sup>4</sup> ]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Schuif [kN]	Schuifsp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Capaciteit [kN]	u.c.
wand	0,00	0,00	2	0,000002	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,0
Totaal		0,00	2	0,000002	0,00		0		0		0	0,0

h = 13,5 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering) op basis van  $f_{vRd} = 0,10$  N/mm<sup>2</sup>  
 $S_a = 0,000$   $l > 0.6S_a \cdot h = 0,00$  m Voldoet !  
 Rotatiestijfheid  $C = K \times I = 0,00E+00$  kNm/rad

**Steensterkte gemiddeld 10-17,5 N/mm<sup>2</sup>:**

$f_o = 14$ N/mm <sup>2</sup> (steensterkte)	<table border="1"> <tr> <th>K</th> <th><math>\alpha</math></th> <th><math>\beta</math></th> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,65</td> <td>0,25</td> </tr> </table>	K	$\alpha$	$\beta$	0,6	0,65	0,25	kalkmortel
K		$\alpha$	$\beta$					
0,6		0,65	0,25					
$f_m = 4$ N/mm <sup>2</sup> (mortelsterkte)	NEN-EN 1996-1-1 (3.1)							
$f_k = 4,66$ N/mm <sup>2</sup> (druksterkte)	onbekend voor kalkmortel	NEN-EN 1996-1-1 3.6.3						
$f_{vkd} = 0,10$ N/mm <sup>2</sup> (schuifsterkte)		NPR 9998 9.1.3						
$f_{mm} = 6,99$ N/mm <sup>2</sup> (gemiddelde druksterkte)		NEN-EN 1998-3 C.3.1						
$E_{mm} = 7342$ N/mm <sup>2</sup> (E modulus verhoogd)		NPR 9998 9.1.4						
$E_{mm} = 3671$ N/mm <sup>2</sup> (E modulus gereduceerd)		NPR 9998 9.6 (3)						
$\gamma_M = 1,5$ [-]		NPR 9998 4.4.2.2						
$\gamma_R = 1,2$ [-]		NPR 9998 4.4.2.2						
$f_{Rd} = 2,59$ N/mm <sup>2</sup>		NEN-EN 1996-1-1 (3.5)						
$\sigma_{Ed} = 0,18$ N/mm <sup>2</sup> (normaalspanning op toetsniveau)		(13,5x4,0) x 1000 / (300x1000) = 0,18 N/mm <sup>2</sup>						
$f_{vRd} = 0,10$ N/mm <sup>2</sup> (rekenwaarde schuifsterkte)		NPR 9998 4.4.2.2						



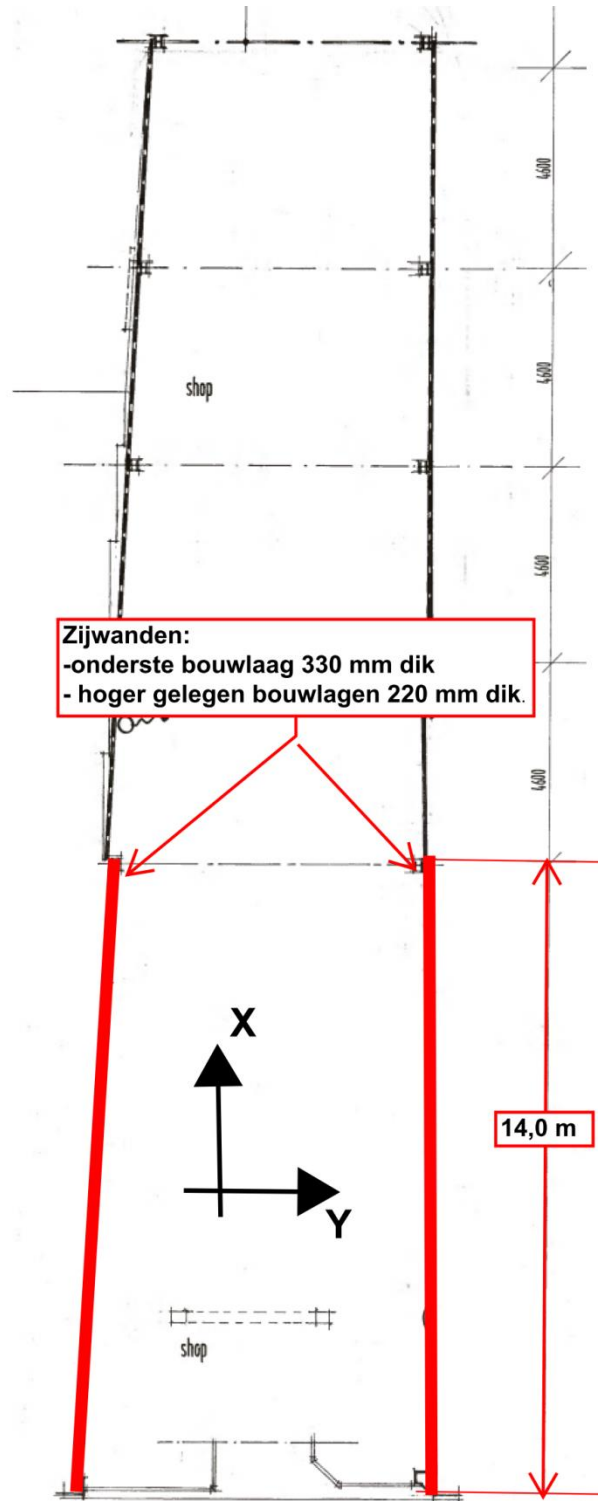
Bijlage 3

**Tekeningen**

- Constructief
- Bouwkundig

## Constructief

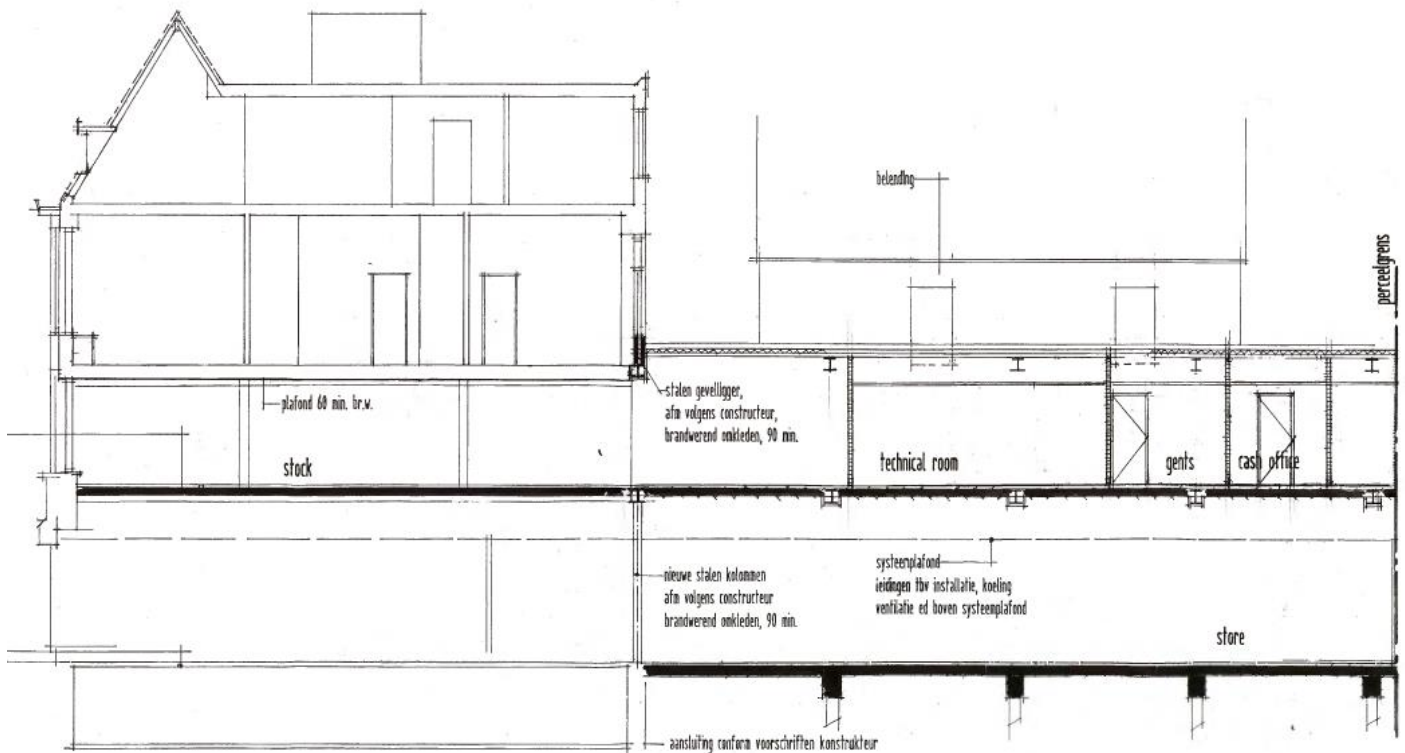
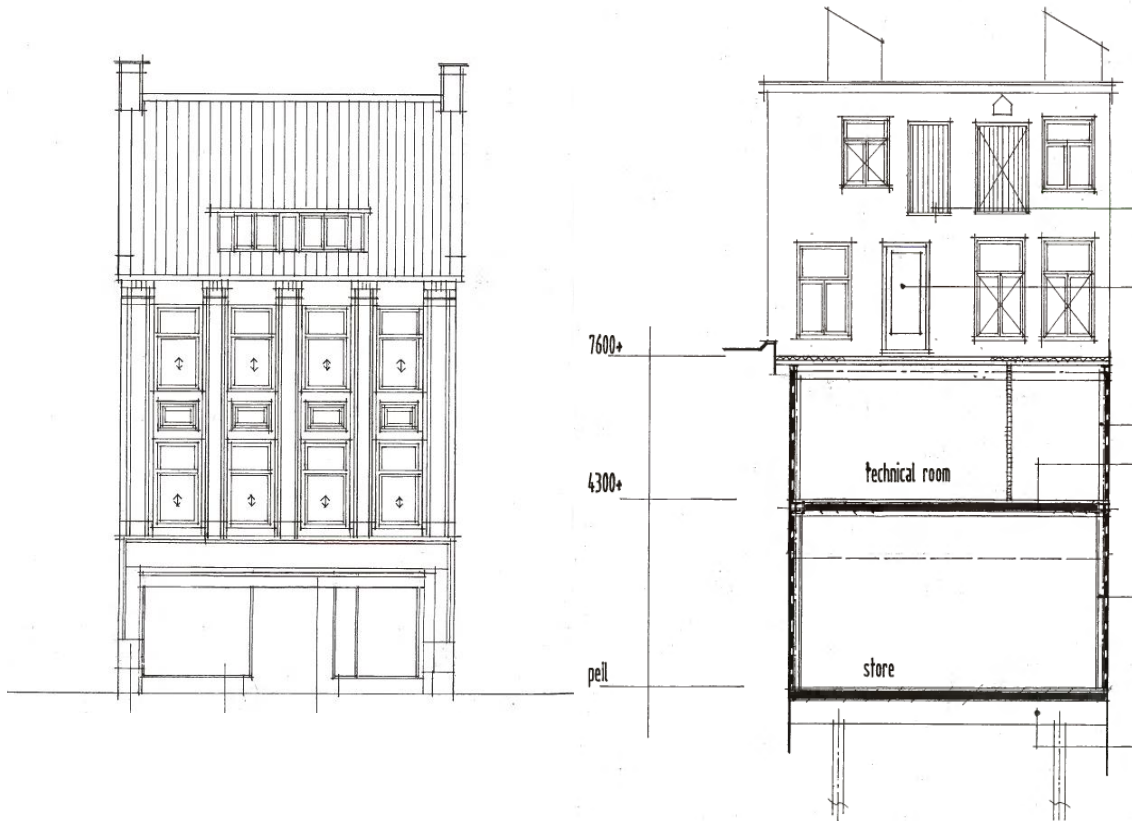
Overzicht stabiliteitselementen



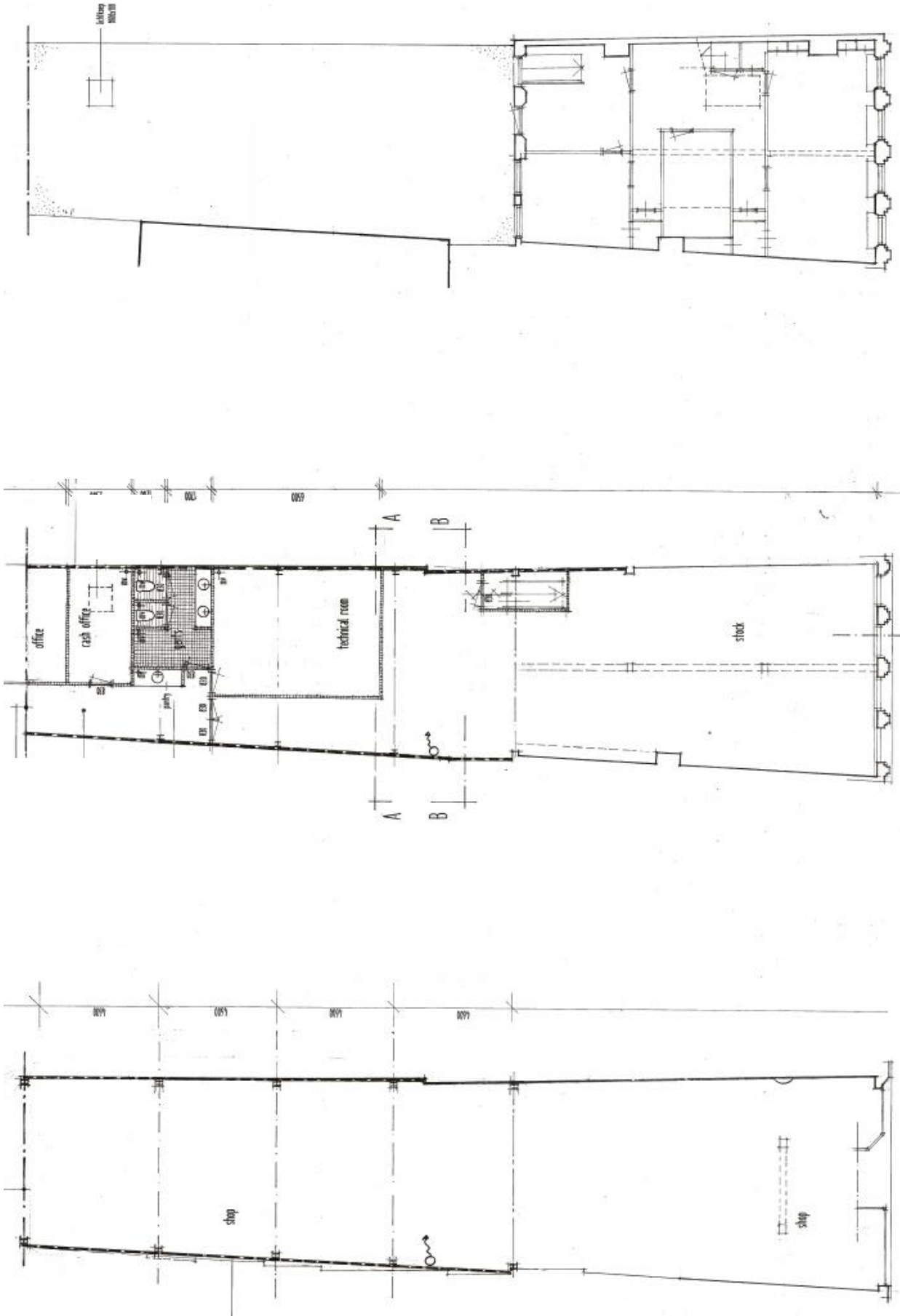


## Bouwkundig

### Gevelaanzichten en doorsneden



Plattegrond



2<sup>e</sup> verdieping

1<sup>e</sup> verdieping

Begane grond



Bijlage 4

**Foto's**

- Situatie
- Foto's

## Situatie



Kaart

Bron: Google maps



Luchtfoto

Bron: Google maps

Foto's



Foto 1: Voorgevel bovenhuis pand 27-29.



Foto 2: Voorgevel winkelpand 27-29.





Foto 3: Minimale dilatatiebreedte naar naburige pand.



Foto 4: Winkel interieur met verlaagd plafond en zonder kolommen.



Foto 5: Brandwerend beklede stalen balken boven verlaagd plafond.



Foto 6: Ophanging plafond, installaties en verlichting.



Foto 7: Installaties en brandwerende bekleding boven plafond eerste verdieping.



Foto 8: Voorgevel eerste verdieping.



Foto 9: Stalen balk en kolommen op de eerste verdieping (brandwerend bekleed).



Foto 10: Gescheurde wanden op tweede verdieping.



Foto 11: Stalen balk tweede verdieping onder achtergevel bovenbouw (brandwerend bekleed).



Foto 12: Oud metselwerk tweede verdieping.



Foto 13: Oude lichtschacht.



Foto 14: Vernieuwde schoorsteen.





Bijlage 5

**Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen**



## Aardbevingsbestendigheid Bestaande Bouw

### 1. Inleiding

Deze notitie geeft een toelichting op de algemene achtergrond van aardbevingsbestendigheid van Bestaande Bouw. Er wordt kort ingegaan op de algemene problematiek van aardbevingen in Groningen. Daarnaast komen de uitgangspunten waarop bestaande gebouwen worden getoetst aan bod.

#### 1.1. *Aardbevingen in Groningen*

Recent is er grote aandacht ontstaan voor het onderwerp aardbevingen als gevolg van gaswinning en wat de eventuele gevolgen en mogelijke maatregelen kunnen zijn. De overheid en de NAM zijn op dit moment bezig met het verkennen van eventuele noodzakelijke preventieve maatregelen voor bestaande bebouwing in het risico gebied.

De overheid en de NAM spannen zich gezamenlijk in om de aardbevingsproblematiek te doorgronden en om adequate maatregelen te ontwikkelen teneinde bestaande schade te repareren en toekomstige schade zoveel mogelijk te voorkomen. De opgedane kennis is door de Rijksoverheid grotendeels vrijgegeven. Deze kennis is erg technisch en specialistisch en voor leken moeilijk te duiden. Daarnaast verschijnen in de media regelmatig artikelen van personen die hun eigen 'oplossingen' hebben om gebouwen aardbevingsbestendig te maken. Die artikelen zijn niet altijd even consistent en betrouwbaar en dat leidt tot twijfel over wat nu de beste strategie is om gebouwen beter bestand te maken tegen aardbevingen.

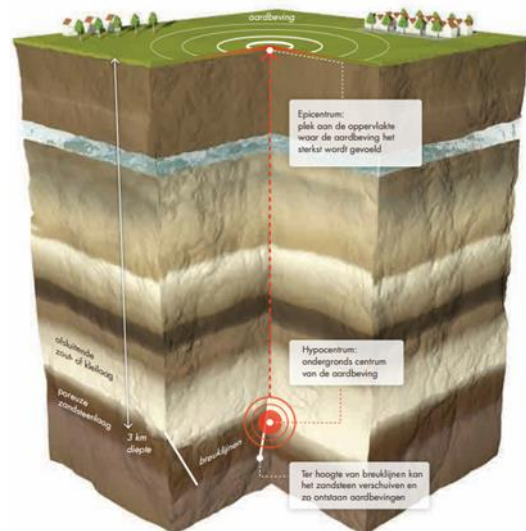
De NAM heeft een internationaal ingenieursbureau opdracht gegeven om de gevolgen van de aardbevingen op bestaande panden te onderzoeken en het ontwikkelen van nieuwe regelgeving voor "Groninger aardbevingen". In deze notitie wordt de relatie tussen aardbevingen en schade aan bebouwing uitgelegd aan de hand van de stukken die door de Rijksoverheid openbaar zijn gemaakt. Daarbij wordt niet al te diep ingegaan op de technische details.

#### 1.2. *Aardbeving Mechanisme*

Een aardbeving is een trilling of schokkende beweging van de aardkorst. Aardbevingen zijn onder te verdelen in twee soorten:

- tektonische bevingen (ontstaan op grote diepte door natuurlijke oorzaken)
- geïnduceerde bevingen (ontstaan relatief ondiep als gevolg van kolen-, olie- of gaswinning).

De laatste treedt op in Groningen. Door het weghalen van het gas in de ondergrond treden ontstaan er lokaal drukverschillen. Deze kunnen plotseling genivelleerd worden ter plaatse van aanwezige breukvlakken.



1.3.

### De zwaarte van de aardbeving

In de literatuur wordt gekeken naar de zwaarste aardbeving die eens in de 475 jaar voorkomt in het betreffende gebied. Dat betekent dat er een kans van 10% is dat zo'n aardbeving voorkomt in een periode van 50 jaar (de referentieperiode van een woning).

Voor Groningen is door het KNMI berekend dat deze beving een kracht van 5 op de schaal van Richter kan hebben. De grootte van de beving geeft aan hoeveel energie er bij de beving vrijkomt. Het is een logaritmische schaal, dit betekent dat een toename van de magnitude met één, overeenkomt met een toename van ongeveer 30 keer meer energie.



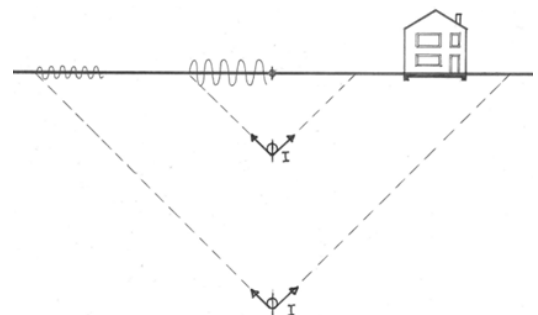
Bijgaande kaart toont de aardbevingen in en rond Nederland. In Groningen is sprake van geïnduceerde bevingen door gaswinning. De geïnduceerde aardbevingen zijn aangeduid met gele stippen. De relatieve grootte van de stip geeft de orde van grootte van de gemeten magnitude aan.

De schaal van Richter geeft echter geen duidelijkheid hoe we de aardbeving beleven aan het aardoppervlak. Er zijn wel tabellen die aangeven welke schade verwacht kan worden bij een bepaalde magnitude, maar die gaan uit van een tektonische aardbeving. Het hypocentrum (het hart van de aardbeving) van een tektonische aardbeving ligt gemiddeld op 30 kilometer onder het aardoppervlak. Voor de geïnduceerde aardbevingen in Groningen ligt het hypocentrum veel hoger, namelijk op een diepte van circa 3 km.

1.4.

### De diepte van de aardbeving

Omdat het hypocentrum hoger ligt dan bij een tektonische beving, wordt de energie van de beving over een kleiner gebied van het aardoppervlak verdeeld. Hierdoor zijn de trillingen aan het aardoppervlak groter en zijn ook de gevolgen van een geïnduceerde aardbeving heftiger dan bij een tektonische beving met een vergelijkbaar magnitude. Een geïnduceerde aardbeving heeft dus een relatief kleiner verspreidingsgebied, maar de piek-grondversnellingen zijn hier relatief groter; korter van duur en hoogfrequent.



## 2. Regelgeving

### 2.1. *Bouwbesluit*

Elk gebouw in Nederland moet voldoen aan het bouwbesluit. Het bouwbesluit stuurt een aantal normen aan waarin de technische uitgangspunten staan geformuleerd. Tot op heden zijn er géén eisen gesteld aan de aardbevingsbestendigheid van gebouwen.

Het huidige bouwbesluit (2012) schrijft de Eurocode als norm voor. De Eurocode kent weliswaar een specifieke aardbevingsnorm (Eurocode 8; NEN-EN 1998), maar deze is niet bindend. Normaal gaan de Eurocodes vergezeld van een nationale bijlage, waarin het betreffende land specifieke aanvullingen kan geven. Er zijn voor Nederland géén nationale bijlages bij de genoemde Eurocode 8 norm.

### 2.2. *NPR 9998*

In februari 2015 is een concept versie van de NPR 9998 (Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen) uitgegeven. Deze NPR zal op termijn uitmonden in een Nationale Bijlage bij de Eurocode 8. Er wordt verwacht dat de NPR in het najaar van 2015 als definitief uitgegeven zal worden.

Het is op dit moment nog niet bekend of vanaf dat moment de NPR ook door het bouwbesluit zal worden aangewezen. Vooral niet aangezien dat grote consequenties voor bestaande bouw zou kunnen hebben.

De nu in de (concept-)NPR vastgelegde "importance"-factoren voor nieuwbouw wijken nauwelijks af van die voor bestaande bouw. Dat betekent dat aan nieuwe en bestaande gebouwen nagenoeg dezelfde eisen naar veiligheid worden gesteld. Aangezien slechts weinig van de bestaande gebouwen op aardbevingsbestendigheid ontworpen zijn, kan dit grote gevolgen hebben voor de huidige bouwvoorraad. Vooral in het kerngebied van de aardbevingen.

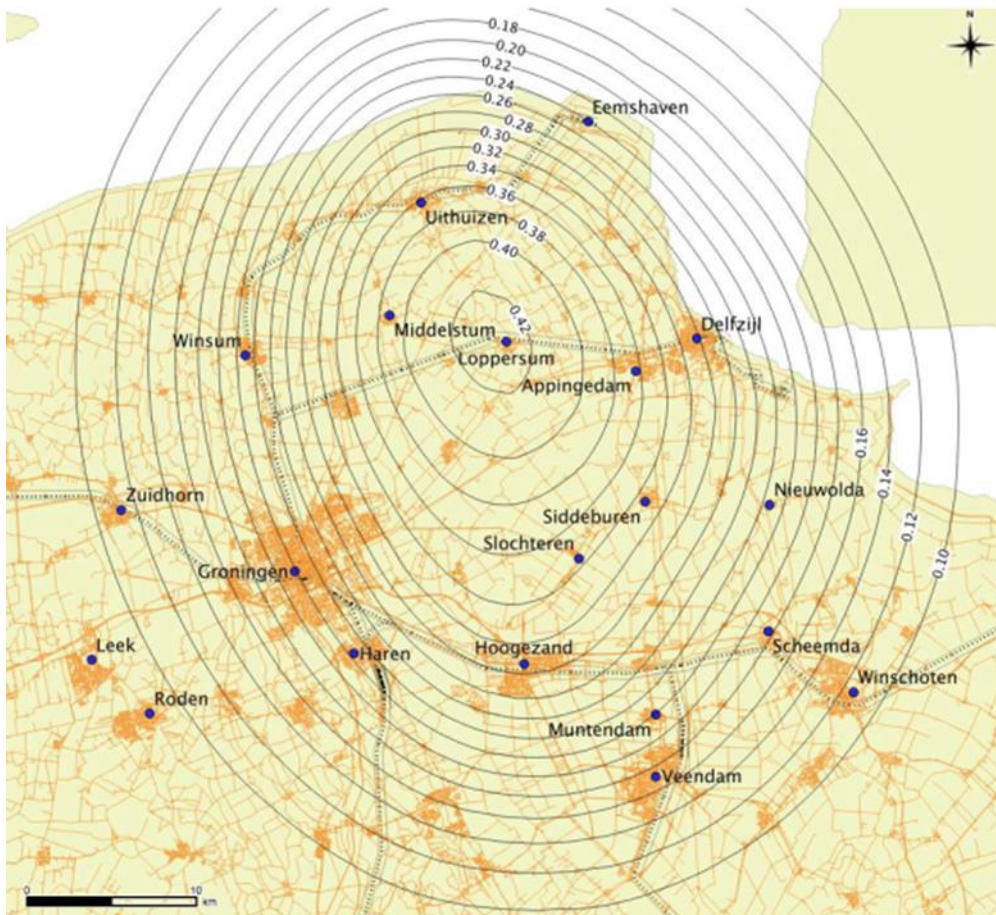
### 2.3. *Toetsing conform de voorlopige NPR 9998 d.d. februari 2015*

Rekenkundig wordt een aardbeving gezien als een 'bijzondere belasting'. Om te beoordelen of een constructie bestand is tegen een aardbeving dient deze te worden berekend op de belastingen die door de normen zijn voorgeschreven.

De belasting volgen uit de zwaarte van de verwachte aardbeving. Zoals eerder toegelicht is de magnitude volgens de schaal van Richter echter geen geschikte maatstaf om de belasting te verkrijgen.

De belasting op de gebouwen kan worden berekend met de verwachte versnelling van de grond onder het gebouw. Dit wordt veelal uitgedrukt met een zogenaamde referentie piekgrondversnelling ( $a_{g,ref}$ ) op een rotsachtige bodem (grondtype A). De referentie piekgrondversnelling, vastgesteld door de Nationale Autoriteiten, geldt voor een referentieperiode van de seismische activiteit (475 jaar volgens Eurocode 8) bij een aanvaardbaar veiligheidsrisico ('Near Collapse'), wat equivalent is aan een zekere overschrijdingskans in 50 jaar (10% volgens Eurocode 8).

Onderstaande figuur toont de contourplot specifiek voor het gebied in Groningen met de voorziene maximale grondversnellingen op maaiveld (eveneens uitgedrukt in  $a_{g,ref}$  eenheid [g]) voor een overschrijdingskans van 0,2 % per jaar (bron: KNMI).



De belastingen die volgen uit deze versnellingen dienen verhoogd te worden, afhankelijk van het risico op persoonlijk letsel en het risico op financiële schade. Hiertoe zijn gebouwen ingedeeld in meerdere categorieën. In het algemeen kunnen deze categorieën als volgt worden samengevat:

Categorie (CC = Consequence Class)	Gebouw
CC1A	schuur of bedrijfshal
CC1B	woningen
CC2	kantoorgebouwen
CC3	bijeenkomst gebouwen met kans op de aanwezigheid van meer dan 500 personen of kritische gebouwen t.b.v. de hulpverlening.

### 3. Aardbevingsbestendig bouwen

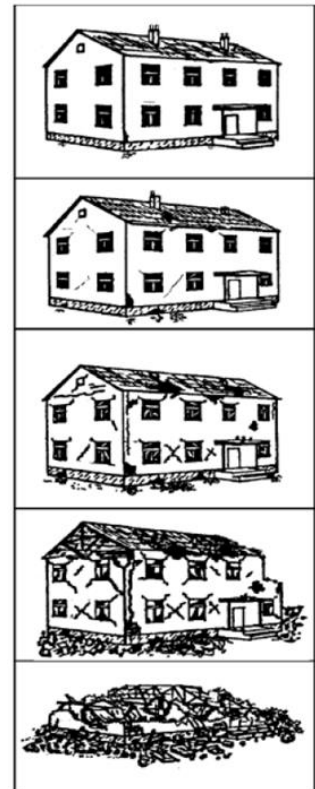
#### 3.1. Algemene risico's bij aardbevingen

Aardbevingen kennen twee belangrijke risico's:

1. veiligheidsrisico voor mensen die getroffen worden door vallende bouwdelen of zelfs bedolven worden onder puin
2. schaderisico aan gebouwen variërend van lichte scheurvorming tot blijvende ontwrichting of zelfs gehele instorting

Verder zijn er drie toestanden waarop het gebouw beoordeeld kan worden:

- **Damage Limitation (DL):** De constructie is alleen licht beschadigd waarbij constructieve elementen niet significant zijn vervormd en hun sterkte- en stijfheidseigenschappen hebben behouden. Niet-dragende elementen mogen verspreid kleine scheuren vertonen die economisch gezien eenvoudig kunnen worden gerepareerd. Permanente vervormingen zijn verwaarloosbaar. De constructie zelf behoeft geen reparatie.
- **Significant Damage (SD):** De constructie is aanzienlijk beschadigd met enige reststerkte, waarbij verticale elementen nog in staat zijn verticale belastingen af te dragen. De niet-constructieve onderdelen zijn beschadigd waarbij niet-dragende scheidingswanden en invulpanelen niet uit hun vlak zijn gekomen. Gematigde permanente vervormingen zijn aanwezig. De sterkte van de constructie is zodanig dat naschokken, mits gematigd in zwaarte zonder verdere beschadigingen kunnen worden weerstaan. Bij overschrijden van deze grenstoestand loont het waarschijnlijk niet de moeite over te gaan tot herstel.
- **Near Collapse (NC):** De constructie is zwaar beschadigd, maar de constructie is nog in staat zijn verticale belastingen af te dragen. Er zijn wel grote vervormingen opgetreden. De sterkte van de constructie is zodanig dat voortschrijdende instorting net niet plaatsvindt, maar waarschijnlijk zal een volgende aardbeving of andere belasting, ongeacht de zwaarte daarvan, leiden tot instorting. Bij overschrijding van de grenstoestand treedt bezwijken op en moet op slachtoffers worden gerekend.



Op termijn zal het bouwbesluit zeker gaan toetsen op grenstoestand "Near Collapse", aangezien dit een primair veiligheidsrisico betreft. Als een aardbeving plaatsvindt, moeten mensen de tijd hebben het gebouw veilig te verlaten en mogen gebouwen die op aardbevingen berekend zijn niet instorten. Als we hierna spreken over 'aardbevingsbestendig' bedoelen we dat het veiligheidsrisico aanvaardbaar is (Near Collapse). Dit betekent niet dat het gebouw elke aardbeving zonder schade zal doorstaan. Met name bij de zware aardbevingen kan schade verwacht worden, maar de veiligheid moet gegarandeerd blijven.

Toetsing op het schaderisico (Damage Limitation) betreft niet direct een veiligheidsrisico voor de constructie. Het gaat er meer om dat bij beperkte aardbevingen de constructie nauwelijks aangetast wordt en de bouwkundige schade beperkt blijft. Maar onder deze noemer is het goed mogelijk de bouwkundige onderdelen op veiligheid voor de gebruikers te toetsen. Ongeacht de sterkte van de structuur bij een grote aardbeving moet er ook gekeken worden of er bij een kleinere aardbeving de veiligheid van de gebruikers kan worden gegarandeerd.

3.2.

### *Aardbevingsbestendige constructie*

Omdat gebouwen in Groningen voorheen niet in een aardbevingsgebied lagen, is bij het ontwerp van de gebouwen geen rekening gehouden met bevingen. Dit betekent dat bij toetsing van het gebouw op seismische belastingen naar voren zal komen dat diverse onderdelen niet voldoen. In welke mate deze onderdelen niet voldoen kan door specifiek nader onderzoek bepaald worden.

Een aardbeving draagt veel energie over op het gebouw. Het gebouw neemt deze energie op, maar mag niet bezwijken. Je zou dit kunnen vergelijken met een kreukelzone in een auto.

Je hebt een kreukelzone nodig om de energie van een botsing op te nemen. De kreukelzone bestaat uit een (stalen) structuur die veel vervormt en hierdoor energie kan opnemen. Tegelijkertijd zorgt een stalen kooi rond de inzittenden ervoor dat zij beschermd worden. Deze constructie is extra sterk.



In een gebouw moet hetzelfde worden gedaan. Er zijn seismische structuren nodig die de energie van de aardbeving op kunnen nemen. Tegelijkertijd moeten de niet-seismische onderdelen versterkt worden zodat zij zeker niet zullen bezwijken.

Dit kan betekenen dat er aan een bestaand gebouw nieuwe structuren moeten worden toegevoegd die energie moeten opnemen. Of bestaande structuren moeten zodanig "taai" worden gemaakt dat ze seismische energie opnemen. De elementen die niet de energie opnemen mogen niet eerder bezwijken dan de seismische elementen. Dit kan ook versterking noodzakelijk maken.

