



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  
Woonzorgcentrum Bloemhof

1 september 2015



seismisch advies



Seismische scan woonzorgcentrum Bloemhof

Project: **Seismische scan Exemplarische gebouwen**

Betreft: **Woonzorgcentrum Bloemhof, te Ten Boer**

Datum: 1 september 2015

Code: 13663-006-D

Opdrachtgever: Gemeente Groningen

Contactpersoon: ir. E. van Deelen

Opgesteld door: ing. G. Van Dijk (bouwkundig)  
ir. J.C. Moen (constructief)

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

Contactpersoon: ir. M. G. Krüse

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





<b>Inhoudsopgave</b>		
<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	10
2.3.	Niet-constructieve elementen	11
<b>3.</b>	<b>Analyse en oplossingsrichtingen</b>	<b>13</b>
3.1.	Toetsingskader	13
3.2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	13
3.3.	Analyse seismisch gedrag	17
3.4.	Analyse constructieve elementen	20
3.5.	Analyse niet-constructieve elementen	25
<b>4.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>28</b>
4.1.	Conclusies	28
4.2.	Aanbevelingen	30
<b>Bijlagen</b>		<b>31</b>
Bijlage 1	Checklist constructieve en niet-constructieve elementen	31
Bijlage 2	Constructieve berekening bouwdeel A	39
Bijlage 3	Constructieve berekening bouwdeel B	49
Bijlage 4	Constructieve berekening bouwdeel C	59
Bijlage 5	Constructieve berekening bouwdeel D	69
Bijlage 6	Tekeningen	79
Bijlage 7	Foto's	85
Bijlage 8	Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen	99



# 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 woonzorgcentrum Bloemhof in Ten Boer, 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.

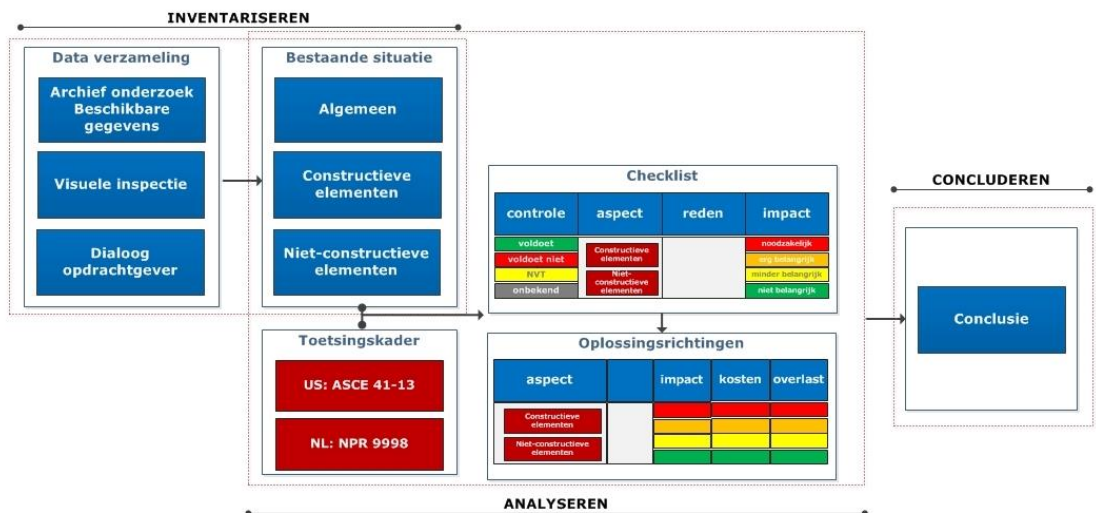
Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de laatste kennis betreffende de seismische activiteit in de regio. Voortschrijdend inzicht in de verwachte aardbevingen en grondversnellingen, gekoppeld aan de voorziene gasproductie, kan in de ( nabije) toekomst tot andere conclusies en aanbevelingen leiden.

## 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 zijn de stappen in samenhang weergegeven.



Figuur 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

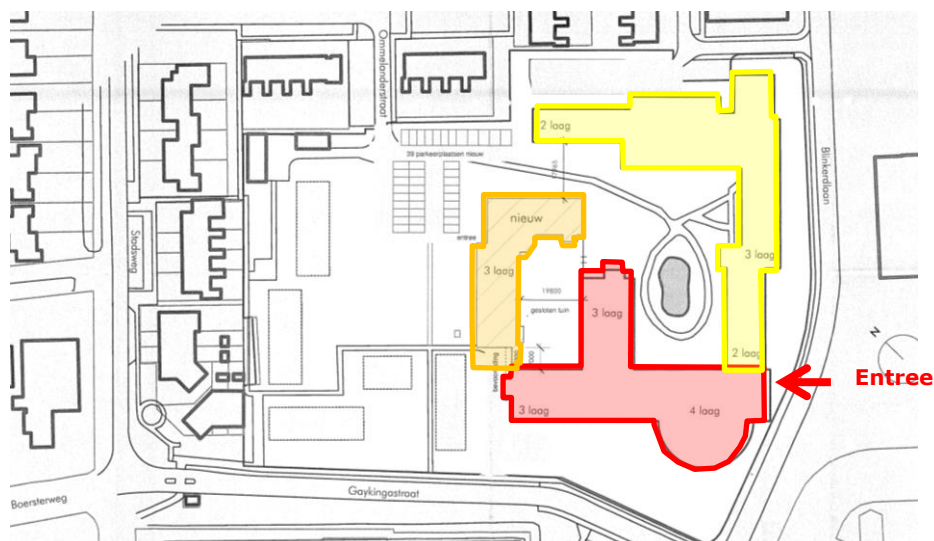
#### 2.1.1. Beschikbare gebouwdocumenten

De volgende beschikbare documenten zijn gebruikt:

<b>Bouwkundig</b>				
Tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving	
▪ 9985 - R001	19-11-2003	Werk- bouw aanvraag	revisie tekening Situatie 1	
▪ 9985 - A003	14-12-2001		Bouwaanvraag bouwlaag 1	
▪ 9985 - A004	18-03-2002		Bouwaanvraag bouwlaag 2	
▪ 9985 - A005	18-03-2002		Bouwaanvraag bouwlaag 3	
▪ 9985 - R011	19-11-2003		revisie tekening bouwlaag 4 deel 1	
▪ 9985 - R012	19-11-2003		revisie tekening bouwlaag 4 deel 2	
▪ 9985 - R014	19-11-2003		revisie tekening dak deel 1	
▪ 9985 - R015	19-11-2003		revisie tekening dak deel 1	
▪ 9985 - W017	09-01-2003		Werktekening doorsnede B-B	
▪ 9985 - A008	18-03-2002		Bouwaanvraag doorsnede	
▪ 9985 - A009	18-03-2002	Bouwaanvraag gevels		
▪ 9985 - A010	18-03-2002	Principe details		
<b>Constructief</b>				
Documentnr.	Datum	Status	Omschrijving	
▪ VN-27180	02-11-2001	Werk fase	Resultaten grondonderzoek	
▪ 01383	03-10-2002		Statische berekening fundering	
▪ 01383 - BK1-5	15-10-2002		Aanvullende berekening	
Tekeningnr.	Datum	Werk fase	Omschrijving	
▪ 01383 - 1	29-09-2002		palenplan	
▪ 01383 - 2	29-09-2002		matenplan b.g. fundering, bouwlaag 1	
▪ 01383 - 5	31-10-2002		matenplan 1 <sup>e</sup> verdieping, bouwlaag 2	
▪ 01383 - 7	04-11-2002	matenplan 2 <sup>e</sup> verdieping, bouwlaag 3		

#### 2.1.2. Beschrijving van het gebouw

Het totale gebouwcomplex is onderverdeeld in een aantal bouwdelen, zie figuur 2. Daarvan is alleen het rood omkaderde bouwdeel uitgelicht om nader onderzocht te worden en zo een indicatie te geven van de overige bouwdelen. Het rode bouwdeel is met vier bouwlagen het hoogste van het totale gebouwcomplex.



Figuur 2: Overzicht beschouwd gebouwcomplex

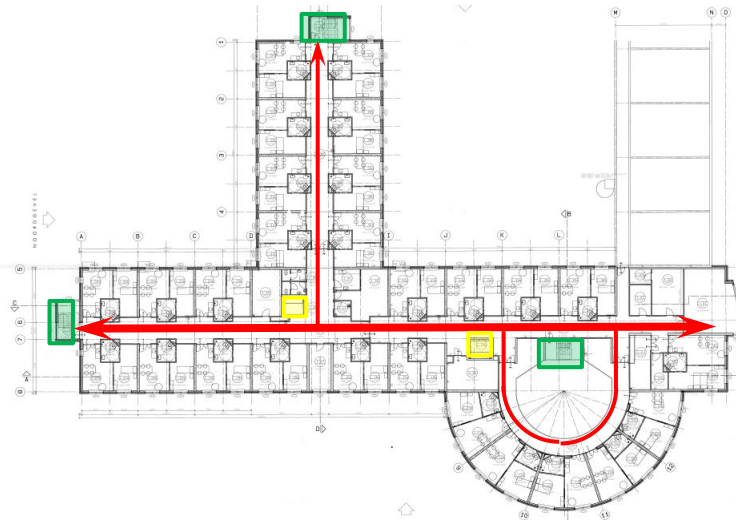
De oriëntatie van het gebouwcomplex is weergegeven op de kaart en luchtfoto in bijlage 7.

- Het bouwjaar van het beschouwde bouwdeel is 2003.
- In het gebouwcomplex zijn de volgende functies ondergebracht:
  - Wonen; er zijn 84 wooneenheden aanwezig
  - Verzorging; diverse ruimten zijn ingericht ter ondersteuning van de bewoners, zoals een technische dienst, keuken en recreatieruimte
  - Commercie; twee verkoopruimten zijn ingericht.
- Bruto vloeroppervlak van het beschouwde bouwdeel ca. 7.230 m<sup>2</sup>.
- Het totale woonzorgcentrum is sinds de bouw van het beschouwde bouwdeel uitgebreid met een extra bouwdeel (zie oranje gearceerd deel in figuur 2). Het beschouwde bouwdeel zelf heeft geen noemenswaardige veranderingen ondergaan.



*Figuur 3: Hoofdentree woonzorgcentrum Bloemhof - Oostgevel*

- Indeling
  - Alle functies bevinden zich aan weerszijde van een centrale verkeerszone die op de hoofdas gesitueerd is, zie dikke horizontale rode pijl in figuur 4. Loodrecht op deze hoofdas bevinden zich een zijvleugel en een halfrond bouwvolume, zie dunne rode lijnen. Deze opzet is op alle verdiepingen overeenkomstig.
  - Op de begane grondvloer zijn algemene functies gesitueerd zoals: een recreatiezaal en winkelruimten. Daarnaast zijn diverse ondersteunende voorzieningen ondergebracht, zoals een receptie, een linnenkamer, personeelskamer en een ruimte voor de technische dienst. De overige ruimten op dit niveau zijn wooneenheden.
  - Het verticale transport wordt verzorgd door twee centraal gesitueerde liften (geel gearceerd in figuur 4), één centraal trappenhuis in bouwdeel D en twee trappenhuisen aan de uiteinde van elke vleugel (groen gearceerd in figuur 4).
  - De verdiepingsvloeren worden ingenomen door de woonvertrekken. Dit zijn vooral eenpersoons wooneenheden zonder buitenruimten.
  - Op de bovenste verdieping bevindt zich een technische ruimte.
- De hoofddragstructuur bestaat uit in het werk gestorte betonnen vloeren en kalkzandsteen wanden. Het halfronde bouwvolume is tevens voorzien van een viertal betonnen wanden.
- Gegevens over de ondergrond zijn onbekend. De hoofdafmetingen van het gebouw, zijn vastgelegd op de plattegronden en in de doorsnede, zie bijlage 6.



Figuur 4: Globale indeling per verdieping

2.1.3. *Geldigheid van de beschikbare stukken*  
Tijdens de visuele inspectie ter plaatse op 26-11-2014 is geconstateerd dat het gebouw vrijwel overeenkomt met de situatie zoals deze op de genoemde 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  
Bij de visueel waarneembare constructiedelen is geen aantasting of schade waargenomen. Wel is in de kruipruimte veel water aangetroffen.
- Scheurvorming  
Er is geen noemenswaardige scheurvorming waargenomen.
- Verplaatsingen  
Er zijn geen verplaatsingen van onderdelen ten opzichte van elkaar geconstateerd.
- Uitgevoerde herstelwerkzaamheden  
Er zijn geen ingrijpende herstelwerkzaamheden waargenomen.

Enkele kenmerkende onderdelen van het gebouw zijn op foto vastgelegd en gevoegd in Bijlage 7 van dit rapport.

## 2.2. *Constructieve elementen*

### 2.2.1. *Hoofddraagconstructie*

#### Fundering

Het totale gebouwcomplex is voornamelijk gefundeerd op geboorde, in de grond vervaardigde palen  $\varnothing$  300 mm met een voetplaat van  $\varnothing$  365 mm, waarvan de paalpunten in aanlegdiepte variëren van 13,5 – 19,0 m –NAP. Daarnaast zijn een tweetal type stalen buispalen toegepast  $\varnothing$  219 mm en  $\varnothing$  324 mm, zie palenplan in bijlage 6.

Het gebouwgewicht van elke vleugel wordt afgedragen op funderingsbalken die op een stramienmaat van 7,20 m uit elkaar gesitueerd zijn. Deze dwarsbalken zijn alle gekoppeld door een doorlopende gevelbalk aan beide uiteinden.

#### Vloerconstructie

De begane grondvloer overspant maximaal 7,20 m en bestaat uit 200 mm dikke geïsoleerde kanaalplaten, met een druklaag van 60 mm. De verdiepingvloeren inclusief dak bevinden zich op een onderlinge verdiepingshoogte van 3,0 m. De breedplaatvloeren zijn 240 mm dik en overspannen maximaal 7,2 m, zie constructieve plattegrond van de verdieping in bijlage 6.

#### Wanden

De draagstructuur van elke bouwdeel bestaat uit een raamwerk van betonnen vloeren en metselwerk wanden. Alle wanden zijn uitgevoerd in kalkzandsteen, met het volgende onderscheid in wanddikten:

- 300 mm = alle woning scheidende wanden
- 214 mm = alle binnenspouwbladen van de kopgevels en de liftwanden
- 150 mm = alle binnenspouwbladen van de langsgevel

Ter plaatse van grote wandopeningen zijn stalen profielen ingestort in de betonnen vloeren, welke dienen als interne latei.

#### Halfronde bouwvolume

Het halfronde bouwvolume vormt een uitzondering in het orthogonale stramien. Deze halfronde verdiepingvloeren worden gedragen door straalsgewijs geplaatste betonnen wanden. Over de hoogte van de onderste bouwlaag zijn in elke wand grote sparingen aangebracht, waardoor er verdiepingshoge portalen ontstaan. De vloer kraagt in het verlengende van de betonnen wanden 2,2 m uit, waardoor een galerij ontstaat. Dit overstek wordt gerealiseerd door een dubbel staalprofiel dat ingestort is in de wand en vloer. Vanaf het uiteinde van het overstek tot aan het centrum van de straal is de verdiepingvloer open gehouden, waardoor een halfronde vide ontstaat; zie constructieve plattegrond van de verdieping in bijlage 6.

#### Dilataties

Het gebouw is door middel van dilataties in vier bouwdelen opgesplitst, zie voor de locatie van de dilataties de rode lijnen in figuur 6. De dilatatie in de betonvloeren van 20 mm is midden onder de 300 mm dikke kalkzandsteen wanden gesitueerd.

### 2.2.2.

#### *Stabiliteit*

De standzekerheid van de bouwdelen wordt in beide richtingen verzorgd door de kalkzandsteen wanden. In de dwarsrichting wordt de standzekerheid gewaarborgd door de woningscheidende wanden en binnenspouwblad van de kopgevels. In de langsrichting van de bouwdelen wordt de stabiliteit verzorgd door de penanten in de gevels. In bouwdeel D wordt de stabiliteit gedeeltelijk verzorgd door betonnen wanden in het halfronde bouwvolume.



### 2.3. *Niet-constructieve elementen*

#### 2.3.1. *Gebouwschil*

##### Gesloten gevel

Gevels: kalkzandsteen binnenspouwblad met een metselwerk buitenspouwblad. Het gevelmetselwerk is horizontaal niet zichtbaar onderbroken ter hoogte van de verdiepingsvloeren; zie figuur 18 t/m figuur 22. Boven de kozijnen wordt het metselwerk gedragen door stalen metselwerkdragers, figuur 22. Deze lateien zijn niet aan het binnenspouwblad verankerd, zie figuur 13.

##### Open gevel:

De gevels van de woningen zijn voorzien van houten kozijnen met draaiende delen, figuur 22. De recreatiezaal heeft bovendaks een raamstrook met houten kozijnen, figuur 23. Op de begane grond bevinden zich in de recreatiezaal verdiepingshoge houten kozijnen met vast glas. De gezamenlijke huiskamer aan de pleinzijde heeft eveneens houten kozijnen met vast glas.

##### Dak

Het platte betonnen dak is bedekt met bitumineuze dakbedekking en grind. Het dak van de recreatieruimte is een staalconstructie met dakplaten en een dakrand van plaatmateriaal, figuur 24.

##### Balustraden

Omloop vide recreatiezaal: RVS hekwerk met gelaagd glas, figuur 25.

Trappenhuis: stalen spijlen hekwerk is langs de trap op de zijkant van de trapboom bevestigd, figuur 26.

##### Borstweringen

Metselwerk dakrand ca. 80 cm hoog met aan de dakzijde verticaal een lichte achterconstructie waarop een bitumineuze dakbedekking is aangebracht, zie figuur 27.

#### 2.3.2. *Toegangen*

De hoofdentree is voorzien van automatische schuifdeuren.

Trappenhuis: prefab betonnen trappen met aangestort tussenbordes en oplegging op verdiepingsvloer, figuur 28. Stalen noodtrap aan de buitenzijde. Bevestiging aan stalen consoles, figuur 29.

#### 2.3.3. *Inbouw*

##### Binnenwanden

Lichte scheidingswanden van gipsbeplating op metal stud in de gangen en wooneenheden, figuur 30. Kalkzandsteenwanden als woningscheidende wand tussen de wooneenheden.

##### Plafonds

Alle ruimten zijn voorzien van een systeemplafond, zie figuur 30 en figuur 31.

##### Inrichting

De inrichting van de woningen en de algemene ruimten bevatten kasten, rekken en andere losse inventaris, figuur 32.

#### 2.3.4.

#### *Installaties*

##### Veiligheidssystemen

Droge blusleiding gaat naast de lift omhoog naar de verdiepingen, figuur 33.  
Brandslanghaspels en handblussers zijn aan de muur bevestigd, figuur 34.

##### Verlichting

De noodverlichtingsarmaturen en de verlichting van de gangen en overige gemeenschappelijke ruimten zijn uitgevoerd als plafond- en wand armaturen, figuur 30 en figuur 32.

##### E- en W-installaties

Verwarming: het huis wordt verwarmd met een centrale stookinstallatie opgesteld in de technische ruimte. Deze bevindt zich in de technische ruimte op de 3<sup>e</sup> bouwlaag. Gasgestookte wasdrogers zijn opgesteld in de wasruimte op de begane grond, figuur 35.

##### Leidingen- en kanalen

Leidingen: de gasaansluiting komt door de vloer van de technische ruimte binnen, figuur 36. Boven het systeemplafond in de verkeersruimten zijn aan de constructievloer de kanalen van de luchtbehandeling opgehangen.

##### Transportinstallatie

Er zijn twee (brandweer) liften aanwezig. Volgens de beheerder is geen noodstroomvoorziening aanwezig.



### 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 $a_{a,ref}$	0,40 g	NPR 9998
Gevolklasse (Consequence Class)	CC3	BouwBesluit
Belangklasse (Importance Class)	III	NEN-EN 1998-1

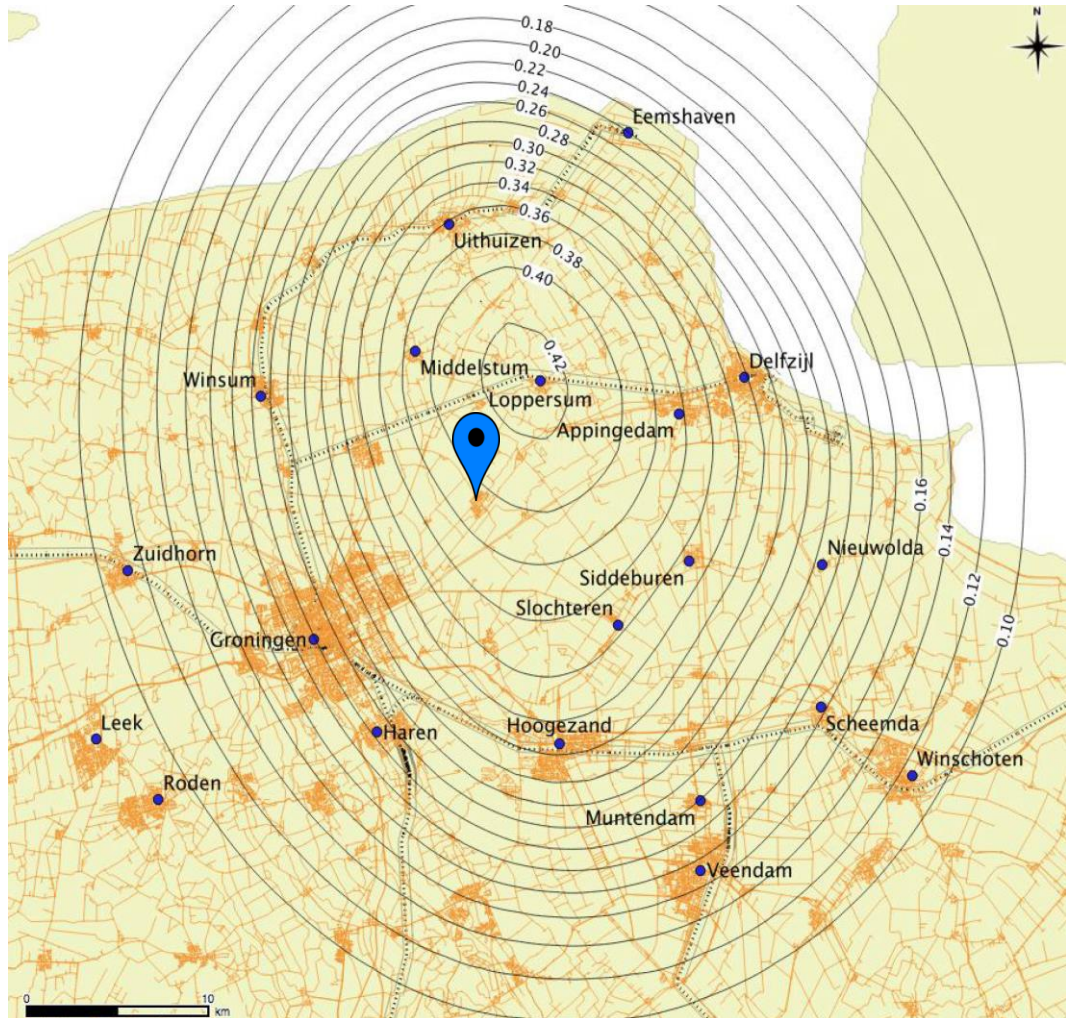
Tabel 2: Uitgangspunten seismische scan

<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-herhalingstijd van 475 jaar ( $a_{g,ref}$ ) wordt voor de locatie van het gebouw vastgesteld aan de hand van figuur 5.



Figuur 5: Contourplot van de piekgrondversnellingen  $a_{g,ref}$  met een herhalingstijd van 475 jaar (NPR d.d. februari 2015)

### Gevolgklasse

Gevolgklasse CC3 is aangehouden zoals minimaal vereist is voor (woning)gebouwen voor personen met een verminderde zelfredzaamheid.

### Belangklasse

Belangklasse III is gehanteerd voor dit gebouw, wat geldt voor residentiële gebouwen, waarbij meer dan 10 personen aanwezig zijn.

<sup>2</sup> Op dit moment wordt er onderzoek uitgevoerd naar de  $p_{ga}$ -waarden in het aardbevingsgebied. Mogelijk wordt de 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 "importance 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 8.

	Bron	Grenstoestand	Waarde
<b>Constructieve toets</b>			
Berekening	NPR 9998	Near Collapse	
Herhalingstijd			3000 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,64 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			high
<b>Bouwkundige toets</b>			
Berekening	VU-NEN	Damage Limitation	
Herhalingstijd			95 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,26 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			high

Tabel 3: Gekozen toetsingsniveaus binnen de grenstoestanden

3.2.3.

*Relevante ASCE checklists*

Op basis van het 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 type C2: 'Concrete shear walls with stiff/flexible diaphragms'	16.10 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:

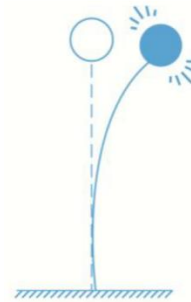
- a) Zijdelingse Belasting Methode met een eenvoudige benadering van de trillingstijd conform de NPR 9998
- b) Spectrale Modale Responsieberekening met een exacte berekening van de trillingstijden, gebaseerd op aannames naar de stijfheden van de constructie.

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

#### 3.3.1. Zijdelingse Belasting Methode

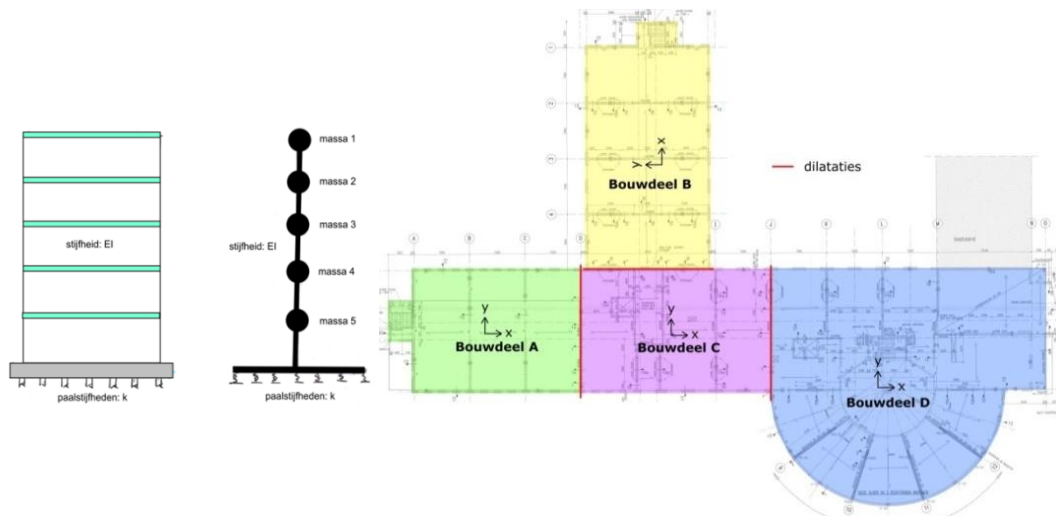
Bij de Zijdelingse Belasting Methode wordt enkel gekeken naar de eerste Eigenfrequentie van de structuur. Deze wordt geschat met eenvoudige formules uit de NPR. De schatting houdt geen rekening met specifieke stijfheden van onderdelen van de structuur, maar met generieke eigenschappen van het betreffende 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.

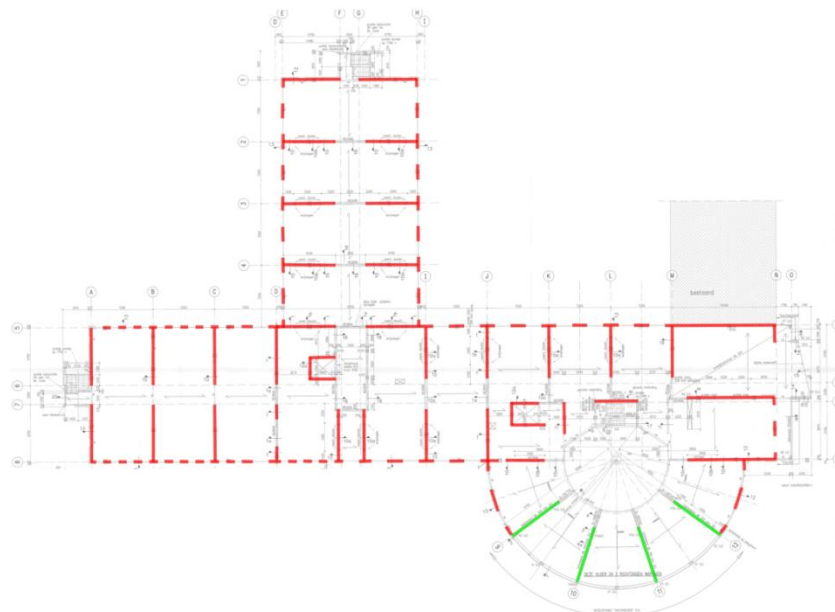


#### 3.3.2. Spectrale Modale Responsie Berekening

Voor de bepaling van het dynamische gedrag wordt het gebouw in de twee 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 6: Gebouw schematisering en opdeling gebouw in bouwdelen



*Figuur 7: Stabiliteitssystemen in beide hoofdrichtingen van de bouwdelen*

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 het palenplan, zie bijlage 6. Door middel van dilataties wordt het gebouw opgedeeld in vier bouwdelen, zoals aangegeven in figuur 6. Voor elk bouwdeel wordt een aparte analyse uitgevoerd. De stabiliteitselementen die zijn meegenomen voor de bepaling van de buigstijfheid in de twee hoofdrichtingen zijn aangegeven in figuur 7.

In tegenstelling tot de berekening volgens de Zijdellingse 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.

bouwdeel	Horizontale belasting op funderingsniveau	Optredende belastingen [kN]		Capaciteit van de wanden [kN]
		Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
A	x-richting	4960	3970	195
	y-richting	14360	8340	850
B	x-richting	8540	5230	260
	y-richting	18890	11120	835
C	x-richting	13970	7770	285
	y-richting	20410	6830	745
D	x-richting	47630	12130	310
	y-richting	47630	9000	1125

Tabel 5: Uitvoer horizontale belasting op funderingsniveau

### 3.4. *Analyse constructieve elementen*

Met de geïnventariseerde gegevens en vastgestelde randvoorwaarden kan het gebouw worden gespiegeld aan het toetsingskader, als 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 onder het kopje 'oplossingsrichting' een mogelijke oplossing 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. *Fundering*

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 onwerkbare 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.

Een goede horizontale koppeling van de fundering is noodzakelijk om de horizontale seismische belasting over alle palen te kunnen verdelen. De begane grondvloer kan dienst doen als horizontale schijf, echter deze bestaat uit een kanaalplaatvloer zonder druklaag, waardoor de samenhang niet gegarandeerd is.

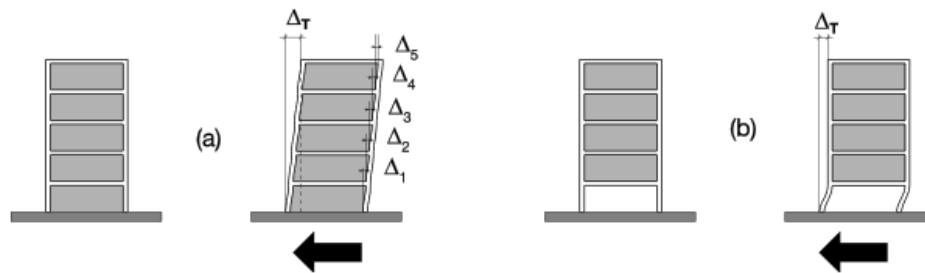
#### *Oplossingsrichting*

Een uitgebreide 3D berekening moet uitwijzen over versterking van de horizontale schijfwerking noodzakelijk is.

#### 3.4.2. *Hoofddraagconstructie*

##### Betonnen wanden

De hoofddraagconstructie in bouwdelen A, B en C bestaat uit een raamwerk van betonnen vloeren en metselwerk wanden. In bouwdeel D zijn ter plaatse van het halfronde bouwvolume ook een viertal betonnen wanden met een lengte van 6,5 m opgenomen. Op de begane grondvloer zijn in deze wanden 4,5 m lange sparingen aangebracht, waardoor aan weerszijde van de wanden slechts een 1,0 m lange penanten overblijven. Over het gehele bouwdeel genomen zorgt deze onregelmatigheid voor een groot verschil (factor ordegrrootte 2) in stijfheid tussen de begane grondverdieping en bovenliggende verdiepingen; een zogenaamde 'soft-story'.



Figuur 8: Representatie van vervormingsgedrag van reguliere- (a) en soft-story constructie (b)

#### *Oplossingsrichting*

De soft-story kan worden opgeheven door stabiliteit op de begane grondverdieping toe te voegen. De meest voor de hand liggende oplossing is het aanbrengen van kruisverbanden tussen de sparingen op de begane grondvloer. Vanuit functioneel oogpunt is dit echter geen wenselijke oplossing. Een alternatieve oplossing is het aanbrengen van een stalen portalen binnen de uitsparingen, en mogelijk aanvullende schoren aan de buitenzijde van de betonnen penanten.

#### Dakopbouw

Om daglicht binnen te laten is een sparing in het betonnen dak boven de vide gemaakt, welke is overdekt met een stalen dakopbouw (zie figuur 16). De stabiliteit van de opbouw wordt verzorgd door stalen kruisverbanden in de rechte zijden. In de halfronde zijde van de opbouw is echter geen verband aanwezig, waardoor er een grote excentriciteit tussen stijfheidscentrum en zwaartepunt ontstaat. Deze excentriciteit veroorzaakt bij horizontale (seismische) belasting torsie in de opbouw.

#### *Oplossingsrichting*

De stabiliteit van de dakopbouw bij seismische belasting zal nader geanalyseerd moeten worden. Wellicht dient er een extra verband aangebracht te worden in de halfronde zijde van de opbouw.

#### Dragend metselwerk

Slanke dragende metselwerk wanden kunnen bezwijken onder belastingen uit het vlak, wat (partiële) instorting teweeg kan brengen. De 214 mm diepe kalkzandsteen wanden in de kopgevels van bouwdeel A en B voldoen naar alle waarschijnlijkheid niet aan de richtlijnen conform de slankheidseisen.

#### *Oplossingsrichting*

De te slanke metselwerk wanden dienen uit het vlak gesteund te worden, bijvoorbeeld door het aanbrengen van verticale stijlen. Deze stijlen zouden eventueel kunnen worden weggewerkt in een voorzetwand.

### 3.4.3.

#### Dilataties

De dilataties tussen de bouwdelen (zie figuur 6) bieden onvoldoende bewegingsruimte om aanstoting tijdens seismische activiteit te voorkomen. Ook ter plaatse van de aansluiting van bouwdeel D op het oudere gedeelte van het gebouw is vrijwel geen speling aanwezig (zie figuur 17).

#### *Oplossingsrichting*

Een oplossing kan gevonden worden in het vergroten van de dilataties tussen de verschillende bouwdelen. Concreet betekent dit dat ter plaatse van de huidige dilataties een deel van de bouwdelen moet worden verwijderd, zodat een vrije ruimte van orde grootte 360 mm ontstaat (4% van de hoogte van het laagste bouwdeel). De doorgang tussen de bouwdelen zou kunnen worden verzorgd door schuivende voegovergangen.



## 3.4.4.

**Stabiliteit**

De horizontale seismische belasting, als gegeven in tabel 5, moet via het dragende metselwerk worden afgedragen naar de fundering. Uit een verkennende toets blijkt dat de optredende afschuifspanningen onvoldoende capaciteit is voor de afdracht van de lasten in elk van de bouwdelen. De resultaten van de verkennende toets zijn opgenomen in onderstaande tabel.

bouwdeel	Horizontale belasting op funderingsniveau	Optredende spanningen [N/mm <sup>2</sup> ]		Capaciteit van de wanden [N/mm <sup>2</sup> ]
		Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
A	x-richting	1,77	1,42	0,07
	y-richting	1,18	0,69	0,07
B	x-richting	2,29	1,40	0,07
	y-richting	1,58	0,93	0,07
C	x-richting	3,43	1,91	0,07
	y-richting	1,92	0,64	0,07
D	x-richting	10,67	2,72	0,07
	y-richting	2,95	0,56	0,07

Tabel 6: Toetsing van stabiliteitssysteem op afschuiving

De lange woningscheidende wanden maken dat de bouwdelen A, B en C in de respectievelijke y-richtingen zeer stijf reageren. Het gevolg is dat een relatief groot percentage van de massa van het bouwdeel in een hoogfrequente trilling wordt gebracht, waarbij grote horizontale lasten moeten worden overgebracht naar de fundering. In de x-richting reageren de bouwdelen minder stijf, maar is ook een kleinere doorsnede aanwezig waardoor de horizontale lasten moeten worden overgebracht. Het is de inschatting dat de stijfheid van de kleine penanten in de gevels onderschat wordt, doordat deze penanten boven en onder de raamopeningen ingeklemd zijn in de doorlopende wanden. In het model is de afmeting van de penant over de volle verdiepingshoogte meegenomen. Deze onderschatting van de stijfheid zal naar verwachting leiden tot een hogere horizontale seismische last. De uitkomsten zullen hierdoor niet wijzigingen. De metselwerk wanden blijven niet voldoen.



### *Oplossingsrichting*

Om de seismische bestendigheid van het gebouw te verbeteren kan er gezocht worden in de volgende oplossingsrichtingen.

Allereerst heeft het de sterke voorkeur om een uitgebreide 3D berekening te maken van het gebouw, waarbij de geometrie en het materiaalgedrag nauwkeuriger worden beschouwd. Hierdoor zal naar verwachting de seismische capaciteit van het gebouw gunstiger resultaten geven.

Indien blijkt dat aanvullende maatregelen nodig blijken te zijn om de capaciteit van het metselwerk te verhogen, kan gedacht worden aan de volgende maatregelen:

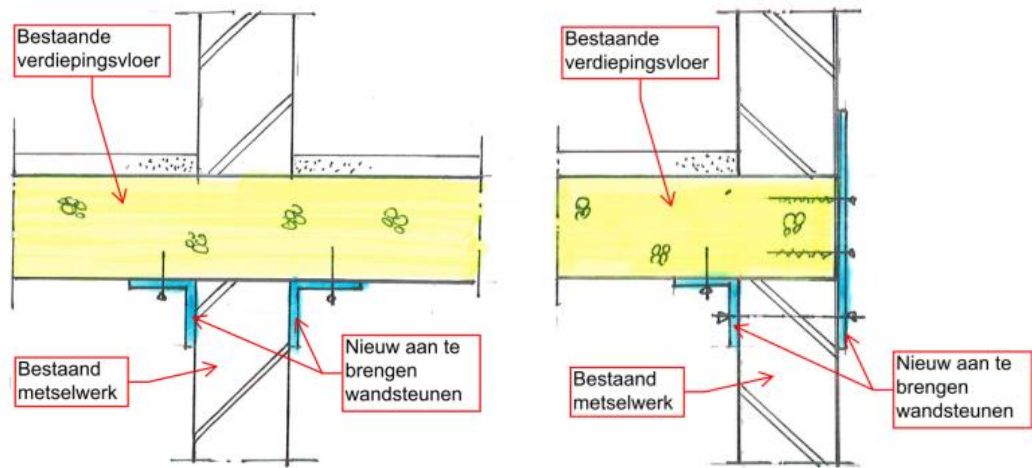
Eenzijds kan de stijfheid van de bouwdelen worden verlaagd, waarmee een kleiner deel van de gebouwmassa in een hoogfrequente trilling wordt gebracht. Dit kan bereikt worden door de bestaande woningscheidende wanden verticaal in te zagen, waardoor deze niet meer als één element samenwerken. Nadere detaillering is vereist om negatieve uitwerking op de geluidsisolatie tegen te gaan.

Anderzijds kan de afschuifcapaciteit van de bouwdelen worden verhoogd, waardoor grotere horizontale lasten kunnen worden overgebracht. Het metselwerk kan bijvoorbeeld worden versterkt door het aanbrengen van vezelversterkt kunststof (CFRP) lamellen of vezelversterkt spuitbeton. In de gevelvlakken van de bouwdelen kan het aanbrengen van externe stalen stabiliteitsvoorzieningen een oplossingsrichting zijn. Deze voorzieningen vereisen wel een uitbreiding van de fundering.



*Figuur 9: Verhogen afschuifcapaciteit metselwerk d.m.v. CFRP lamellen*

Bij de berekeningen is aangenomen dat er horizontale krachtoverdracht mogelijk is tussen de betonnen verdiepingsvloeren en de kalkzandsteen wanden. In de praktijk is er echter geen koppeling (in de vorm van wapening, ankers of deuvells) tussen deze elementen aanwezig. Bij een seismische belasting zouden de vloeren daardoor ten opzichte van de wanden kunnen gaan schuiven, wat (partiële) instorting tot gevolg kan hebben. Deze koppeling kan verzorgd worden door het aanbrengen van wandsteunen, zoals weergegeven in figuur 10.



*Figuur 10: Principedetails koppeling tussen betonnen vloeren en metselwerk wanden*

### 3.5. *Analyse niet-constructieve elementen*

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

Maximale vervorming	Damage Limitation
Per verdieping	23 mm
Over totale gebouw	6 mm

*Tabel 7, vervormingen in the Damage Limitation grenstoestand*

De horizontale verplaatsingen die als gevolg van een aardbeving worden verwacht zijn per verdieping bepaald op maximaal 6 mm zowel in langs- als in dwarsrichting (interstorey drift).

#### 3.5.1. *Gebouwschil*

##### Gesloten gevel

Voor seismische borging dienen voldoende ankers en dilataties in het gemetseld buitenspouwblad aanwezig te zijn. Niet bekend is het aantal spouwankers en hun positie waarmee het gemetselde buitenspouwblad is verankerd aan het gemetselde binnenspouwblad. Indien volgens de Nederlandse voorschriften is gemetseld, zullen voldoende spouwankers aanwezig zijn. Dit dient met nader onderzoek te worden vastgesteld.

De horizontale dilataties per bouwlaag zijn niet zichtbaar aanwezig. Waarschijnlijk is het gevelmetselwerk over meer lagen door gemetseld. Tekeningen geven hierover geen uitsluitel. De kalkzandsteen binnenspouwbladen dienen volgens de uitgangspunten uit 3.2 (zie checklist) verankerd te zijn aan de constructie. Deze verankering wordt bij de gangbare Nederlandse bouwwijze niet aangebracht. De metselwerkdragers boven de kozijnen liggen vermoedelijk alleen op het buitenspouwblad.

##### *Oplossingsrichting*

- Het binnenspouwblad verankeren aan de hoofddraagconstructie zodat de gevel loodrecht op het vlak geborgd is. Zie Figuur 14. Hierbij een hoh afstand van 1,2 m aanhouden.
- Indien uit onderzoek blijkt dat onvoldoende spouwankers aanwezig zijn kan de standzekerheid van het buitenspouwblad worden geborgd door renovatie ankers bij te plaatsen. Hierbij het binnenspouwblad controleren op de 'extra' aandrijvende seismische last.
- Het buitenblad van de gevel kan horizontaal per verdieping worden gedilateerd door een geveldrager aan te brengen.
- Voor een mogelijke verankering van de stalen gevellateien aan het binnenblad, zie figuur 13.

Een mogelijk alternatief is het geheel vervangen van het metselwerk buitenblad door een lichte buitenschil.

#### Open gevel:

De afmetingen van het glas in de gezamenlijke huiskamers is maximaal ca. 2,5 m<sup>2</sup>. Het glas van de verdiepingshoge kozijnen bij de woningen op de begane grond is ca. 2.4 m<sup>2</sup>. De gehanteerde uitgangspunten uit 3.2 stelt eisen aan beglazing indien glaspanelen een oppervlakte hebben >1,6 m<sup>2</sup>. Glas moet doorvalveilig zijn en bij breuk in de sponning blijven hangen. Bij kozijnen is het uitgangspunt dat het glas en het kozijn dezelfde beweging in het vlak ondergaan zodat geen uitval plaats zal vinden.

#### *Oplossingsrichting*

Bij de huiskamers is geen doorvalveilig glas toegepast. Hier gelaagd veiligheidsglas aanbrengen. In de kozijnen op de begane grond volstaat doorvalveilig glas dat waarschijnlijk momenteel al aanwezig is in verband met eisen uit het Bouwbesluit.

#### Borstweringen

Of de metselwerk dakrand is bevestigd aan de constructie (dakvloer) is niet bekend. De detaillering op de tekening komt niet overeen met de aangetroffen situatie.

#### *Oplossingsrichting*

De borstwering verankeren aan de dakvloer overeenkomstig de situatie op verdiepingsniveau.

3.5.2.

#### *Toegangen*

De prefab betonnen trappen liggen aan de zijde van het aangestort tussenbordes op in de kalkzandsteen wand. Doordat hier een achterconstructie ontbreekt is uitknikken van de wand mogelijk bij een verplaatsing naar buiten toe. Aan de andere zijde ligt de trap met een nok van 8 cm op in de verdiepingsvloer.

#### *Oplossingsrichting*

Door de wand waarin het tussenbordes opligt te verstevigen met een kolom welke tussen de vloeren is geplaatst kan uitknikken worden tegengegaan, zie figuur 15.

De stalen noodtrap aan de buitenzijde is niet verankerd aan de dakvloer. Een deugdelijke verankering aan de dakvloer aanbrengen.

3.5.3.

#### *Inbouw*

#### Binnenwanden

De woningscheidende kalkzandsteenwanden voldoen niet, zie sectie 3.3..

#### Inrichting

Losse inventaris zoals kasten, magazijnrekken of andere valgevoelige apparatuur zwaarder dan 10 kg met een zwaartepunt boven de 1,2 m zijn niet verankerd aan de draagconstructie.

#### *Advies*

Hoewel strikt genomen de aanwezige losse inventaris niet verankerd behoeven te zijn adviseren wij kasten met zware inhoud te verankeren.



## 3.5.4.

*Installaties*Veiligheidssystemen

Brandblusinstallatie: droge blusleiding gaat naast de lift omhoog naar de verdiepingen. Er zijn geen flexibele koppelingen waargenomen. De vervorming van de leiding over de gehele hoogte van het gebouw is circa 50 mm. Voor het borgen van de functionaliteit van het blussysteem vervorming in de verankering mogelijk maken.

Aan de noodverlichtingsarmaturen welke zijn opgenomen in de systeemplafonds worden geen aanvullende eisen gesteld. Echter om naar beneden vallen te voorkomen, is het raadzaam deze te verankeren aan de constructie.

*Oplossingsrichting*

Bij de droge blusleiding flexibele aansluitingen maken.

*Advies*

De armaturen door middel van een verankering aan de constructie borgen.

Verlichting

De verlichtingsarmaturen in de verlaagde plafonds zijn niet voorzien van een eigen ophanging aan de constructie.

*Oplossingsrichting*

Verlichtingsarmaturen in de verlaagde plafonds zekeren door middel van een eigen ophanging, minimaal 2 stuks, aan de constructie.

E-en W-installatie

In het kader van 'life-safety' zijn geen aanvullende eisen aan valgevoelige apparatuur gesteld.

*Oplossingsrichting*

Om schade te voorkomen de in de technische ruimte opgestelde installatieonderdelen tegen omvallen borgen. Op een vrij simpele wijze kunnen verankeringen worden aangebracht.

Leidingen en kanalen

Er zijn vanuit de ASCE geen aanvullende eisen aan de verankeringen en koppelingen voor gevaarlijke stoffen- en gasleidingengesteld. Gasgestookte wasdrogers zijn opgesteld in de wasruimte op de begane grond. Of voorzieningen zijn getroffen ter plaatse van gebouwdilataties dient nader te worden onderzocht.

*Oplossingsrichting*

Voor kanalen en leidingwerk die seismisch gevoelig zijn, zoals b.v. de gasleiding van de ketel en de wasdrogers, is het raadzaam deze wel te verankeren en te voorzien van flexibele koppelingen. Gasleidingen voorzien van automatische afsluiters. Een andere mogelijkheid is ruimte te maken rond de leidingen bij doorgang door de vloeren en wanden zodat voldoende vervormingsruimte ontstaat.

Transportinstallatie

Vanuit de ASCE worden aanvullende eisen aan de liftinstallatie gesteld.

En gezien de uitvoering als brandweerliften en de noodzaak het functioneren te borgen tijdens ontruiming kunnen voorzieningen worden aangebracht.

Ten behoeve van de liften dient een noodstroomvoorziening aanwezig te zijn. Deze is nu volgens de beheerder niet aanwezig.

*Oplossingsrichting*

Voor een transportinstallatie is het relevant dat katrollen en wielen worden beschermd en dat veiligheidsplaten aanwezig zijn. Dit dient voor de aanwezige liftinstallatie nader onderzocht en gecontroleerd te worden.

## 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 rekenmethoden, 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.



Oplossingsrichting	impact		
	veiligheid	kosten	overlast
<b>Constructieve elementen</b>			
<i>Hoofddraagconstructie</i>			
Opheffen soft-story door toevoegen stabiliteitselementen bouwdeel D	hoog-veel	hoog-veel	aanzienlijk
Vergroten dilataties tussen bouwdelen en bouwkundig afwerken	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
Inzagen woningscheidende wanden en bouwkundig afwerken	aanzienlijk	hoog-veel	hoog-veel
Versterken metselwerk wanden met CFRP lamellen of spuitbeton	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
Aanbrengen externe stabiliteitsvoorziening in langsgevels bouwdelen	hoog-veel	hoog-veel	aanzienlijk
Aanbrengen wandsteunen tussen betonnen vloeren en metselwerk wanden	hoog-veel	aanzienlijk	aanzienlijk
Uit het vlak steunen van te slanke dragende metselwerk wanden	aanzienlijk	aanzienlijk	aanzienlijk
<b>Niet-Constructieve elementen</b>			
<i>Gebouwschil</i>			
Horizontaal dilateren en verankeren metselwerk	aanzienlijk	hoog-veel	aanzienlijk
Metselwerk hoek dakrand: verankeren metselwerk	beperkt	laag-weinig	laag-weinig
Grote glasvlakken: gelaagd glas aanbrengen	beperkt	beperkt	beperkt
<i>Toegangen</i>			
Verstevigen muur centraal trappenhuis	aanzienlijk	laag-weinig	laag-weinig
<i>Inbouw</i>			
Verankeren losse inventaris	hoog-veel	laag-weinig	laag-weinig
<i>Installaties</i>			
Droge blusleiding flexibele aansluitingen maken	beperkt	beperkt	beperkt
Leidingsystemen voorzien van flexibele koppelingen en terugslagkleppen	beperkt	beperkt	laag-weinig
Armatuuren bevestigen aan constructie	aanzienlijk	beperkt	beperkt
Liftinstallatie bescherming aanbrengen t.b.v. katrollen en wielen	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 van 2015 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.

#### 4.2.1.

##### *Nog nader te onderzoeken*

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.

- Om het risico op liquefactie in te schatten dient de bodemopbouw te worden vastgesteld door middel van nader bodemonderzoek
- De schijfwerking van de vloeren dient in een nadere analyse vastgesteld te worden.
- Om de capaciteit van bouwdeel D beter in te kunnen schatten zijn wapeningsgegevens van de betonnen wanden en penanten benodigd
- De stabiliteit van de dakopbouw (t.p.v. de vide) bij seismische belastingen zal nader geanalyseerd moeten worden. Nader onderzoeken verrichten naar leidingverloop ter plaatse van dilataties.



## **Bijlagen**

Bijlage 1

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

Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	28-05-15
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="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Erg belangrijk                      Belangrijk                      Minder belangrijk                      Niet belangrijk                 </div>
									Het beschouwde element is [...] voor de weerbaarheid van het gebouw tegen een aardbevingsbelasting	

## 16.0 SPECIFIEKE AANDACHTPUNTEN

### 16.0b Aandachtpunten volgend uit screening gebouw

tekst					
16.0b_a	VN	De dakopbouw boven het atrium is samengesteld uit stalen liggers, waarop houten balken zijn bevestigd die op hun beurt het dakbeschoot dragen. Dit dak is ca 1 m verhoogd t.o.v. het aangrenzende dakdeel, om zo rondom licht toe te laten bovenin het atrium.	Het massa zwaartepunt van de stalen dakopbouw (boven het atrium), bevindt zich excentrisch t.o.v. de stabiliteitsverbanden en is daardoor gevoelig voor torsie.	Belangrijk	
16.0b_b	O	Het kunstwerk (opgehangen in het midden van het atrium) is waarschijnlijk bevestigd aan de staalconstructie van het dak.	Deze bevestiging dient gecontroleerd te worden op voldoende capaciteit.	Minder belangrijk	
16.0b_c	VN	Schijfwerking van de vloeren	De capaciteit van de schijfwerking in de kanaalplaatvloeren is niet verzekerd door het ontbreken van een druklaag	Erg belangrijk	

### 16.1 NIET CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

#### 16.17e GEBOUWSCHIL

Cladding and Glazing		LS-			
16.17a_a	NVT	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-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-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-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)	beplating gevel begane grond		Belangrijk
16.17a_e	V	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)			Belangrijk
16.17a_f	NVT	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	VN	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)	viesgevel en ramen van de huiskamers		Erg belangrijk
Masonry Veneer		LS-			
16.17a_h	V	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)	controle afstand en aantal spouwankers		Belangrijk
16.17a_i	VN	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)	metseiwerkondersteuning per verdieping niet zichtbaar		Erg belangrijk
16.17a_j	NVT	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-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)			Erg belangrijk
16.17a_l	NVT	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	VN	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)			Erg belangrijk
16.17a_n		LS-not required; PR-MH. WEEP HOLES: In veneer anchored to stud walls, the veneer has functioning weep holes and base flashing. (Commentary: Sec. A.7.5.6. Tier 2; Section 13.6.1.2)			
16.17a_o		LS-not required; PR-MH. OPENINGS: For veneer with metal stud backup, steel studs frame window and door openings. (Commentary: Sec. A.7.6.2. Tier 2; Sec. 13.6.1.1 and 13.6.1.2)			
Parapets		LS-			
16.17a_p	VN	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)	dakrand gemetseld 0,8 m hoog , dikte mw onbekend		Belangrijk
16.17a_q	V	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)			Erg belangrijk



Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	28-05-15
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			
			16.17a_r			NVT		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	V				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)		Minder belangrijk
		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-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)		
<b>16.17t INBOUW</b>										
		Partitions	16.17b_e		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)	zie constructie vooningscheidende wanden	Belangrijk
			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)	zie constructie vooningscheidende wanden	
			16.17b_c	V				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)		Belangrijk
			16.17b_d					LS-not required; PR-MH. LIGHT PARTITIONS SUPPORTED BY CEILINGS: The tops of gypsum board partitions are not laterally supported by an integrated ceiling system. (Commentary: Sec. A.7.2.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
			16.17b_e					LS-not required; PR-MH. STRUCTURAL SEPARATIONS: Partitions that cross structural separations have seismic or control joints. (Commentary: Sec. A.7.1.3. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		Ceilings	16.17b_f					LS-not required; PR-MH. TOPS: The tops of ceiling-high framed or panelized partitions have lateral bracing to the structure at a spacing equal to or less than 2 m. (Commentary: Sec. A.7.1.4. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
			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)		
			16.17b_i					LS-not required; PR-MH. INTEGRATED CEILINGS: Integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14.4 m <sup>2</sup> , and ceilings of smaller areas that are not surrounded by restraining partitions, are laterally restrained at a spacing no greater than 4 m with members attached to the structure above. Each restraint location has a minimum of four diagonal wires and compression struts, or diagonal members capable of resisting compression. (Commentary: Sec. A.7.2.2. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_j					LS-not required; PR-MH. EDGE CLEARANCE: The free edges of integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14.4 m <sup>2</sup> have clearances from the enclosing wall or partition of at least the following: in Moderate Seismicity, 12 mm.; in High Seismicity, 18 mm. (Commentary: Sec. A.7.2.4. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_k					LS-not required; PR-MH. CONTINUITY ACROSS STRUCTURE JOINTS: The ceiling system does not cross any seismic joint and is not attached to multiple independent structures. (Commentary: Sec. A.7.2.5. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_l					LS-not required; PR-H. EDGE SUPPORT: The free edges of integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14.4 m <sup>2</sup> are supported by closure angles or channels not less than 50 mm. wide. (Commentary: Sec. A.7.2.6. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_m					LS-not required; PR-H. SEISMIC JOINTS: Acoustical tile or lay-in panel ceilings have seismic separation joints such that each continuous portion of the ceiling is no more than 250 m <sup>2</sup> and has a ratio of long-to-short dimension no more than 4-to-1. (Commentary: Sec. A.7.2.7. Tier 2: 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 ANSI/MH 16.1 as modified by ASCE 7 Chapter 15. (Commentary: Sec. A.7.11.1. Tier 2: Sec. 13.8.1)		
			16.17b_o			NVT		LS-H; PR-MH. TALL NARROW CONTENTS: Contents more than 2 m high with a height-to-depth or height-to-width ratio greater than 3-to-1 are anchored to the structure or to each other. (Commentary: Sec. A.7.11.2. Tier 2: Sec. 13.8.2)		
			16.17b_p			NVT		LS-H; PR-H. FALL-PRONE CONTENTS: Equipment, stored items, or other contents weighing more than 10 kg whose center of mass is more than 1.2 m above the adjacent floor level are braced or otherwise restrained. (Commentary: Sec. A.7.11.3. Tier 2: Sec. 13.8.2)		
			16.17b_q					LS-not required; PR-MH. ACCESS FLOORS: Access floors more than 200 mm. high are braced. (Commentary: Sec. A.7.11.4. Tier 2: Sec. 13.8.3)		
			16.17b_r					LS-not required; PR-MH. EQUIPMENT ON ACCESS FLOORS: Equipment and other contents supported by access floor systems are anchored or braced to the structure independent of the access floor. (Commentary: Sec. A.7.11.5. Tier 2: Sec. 13.7.7 and 13.8.3)		
			16.17b_s					LS-not required; PR-H. SUSPENDED CONTENTS: Items suspended without lateral bracing are free to swing from or move with the structure from which they are suspended without damaging themselves or adjoining components. (Commentary: A.7.11.6. Tier 2: Sec. 13.8.2)		

Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	28-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voltoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Middel belangrijk</div> <div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>
<b>16.17c TOEGANGEN</b>										
Stairs										
			16.17c_ay			NVT		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)	gedekt door gewemetselwerk te verankeren	
			16.17c_b	V				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)		Erg belangrijk
<b>16.17c INSTALLATIES</b>										
Life Safety Systems										
			16.17d_a	V				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)	droge blusleiding	Erg belangrijk
			16.17d_b		VN			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)	droge blusleiding	Erg belangrijk
			16.17d_c				O	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)	volgens opgaaf geen noodstroomvoorziening aanwezig	
			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)		
			16.17d_f					LS-not required; PR-LMH. EMERGENCY LIGHTING: Emergency and egress lighting equipment is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.3.1, Tier 2: Sec. 13.7.9)		
Hazardous Materials										
			16.17d_g			NVT		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_i		VN			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)	gasleiding	Erg belangrijk
			16.17d_j				O	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)		Belangrijk
			16.17d_k		VN			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)		Erg belangrijk
			16.17d_l				O	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)		Erg belangrijk
Light Fixtures										
			16.17d_m		VN			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)		Belangrijk
			16.17d_n					LS-not required; PR-H. PENDANT SUPPORTS: Light fixtures on pendant supports are attached at a spacing equal to or less than 2 m and, if rigidly supported, are free to move with the structure to which they are attached without damaging adjoining components. (Commentary: A.7.3.3, Tier 2: Sec. 13.7.9)		
			16.17d_o					LS-not required; PR-H. LENS COVERS: Lens covers on light fixtures are attached with safety devices. (Commentary: Sec. A.7.3.4, Tier 2: Sec. 13.7.9)		
Mechanical and Electrical Equipment										
			16.17d_p			NVT		LS-H; PR-H. FALL-PRONE EQUIPMENT: Equipment weighing more than 10 kg whose center of mass is more than 1.2 m above the adjacent floor level, and which is not in-line equipment, is braced. (Commentary: A.7.12.4, Tier 2: 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_q			NVT		LS-H; PR-H. IN-LINE EQUIPMENT: Equipment installed in-line with a duct or piping system, with an operating weight more than 40 kg, is supported and laterally braced independent of the duct or piping system. (Commentary: Sec. A.7.12.5, Tier 2: Sec. 13.7.1)		
			16.17d_r			NVT		LS-H; PR-MH. TALL NARROW EQUIPMENT: Equipment more than 2 m high with a height-to-depth or height-to-width ratio greater than 3-to-1 is anchored to the floor slab or adjacent structural walls. (Commentary: Sec. A.7.12.6, Tier 2: Sec. 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_s					LS-not required; PR-MH. MECHANICAL DOORS: Mechanically operated doors are detailed to operate at a story drift ratio of 0.01. (Commentary: Sec. A.7.12.7, Tier 2: Sec. 13.6.9)		
			16.17d_t					LS-not required; PR-H. SUSPENDED EQUIPMENT: Equipment suspended without lateral bracing is free to swing from or move with the structure from which it is suspended without damaging itself or adjoining components. (Commentary: Sec. A.7.12.8, Tier 2: Sec. 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_u					LS-not required; PR-H. VIBRATION ISOLATORS: Equipment mounted on vibration isolators is equipped with horizontal restraints or snubbers and with vertical restraints to resist overturning. (Commentary: Sec. A.7.12.9, Tier 2: Sec. 13.7.1)		
			16.17d_v					LS-not required; PR-H. HEAVY EQUIPMENT: Floor-supported or platform-supported equipment weighing more than 200 kg is anchored to the structure. (Commentary: Sec. A.7.12.10, Tier 2: 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_w					LS-not required; PR-H. ELECTRICAL EQUIPMENT: Electrical equipment is laterally braced to the structure. (Commentary: Sec. A.7.12.11, Tier 2: 13.7.7)		
			16.17d_x					LS-not required; PR-H. CONDUIT COUPLINGS: Conduit greater than 60 mm, trade size that is attached to panels, cabinets, or other equipment and is subject to relative seismic displacement has flexible couplings or connections. (Commentary: Sec. A.7.12.12, Tier 2: 13.7.8)		



Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	26-05-15
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: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: green; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: blue; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>
		Piping	16.17d_y					LS- LS-not required; PR-H. FLEXIBLE COUPLINGS: Fluid and gas piping has flexible couplings. (Commentary: Sec. A.7.13.2. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_z					LS-not required; PR-H. FLUID AND GAS PIPING: Fluid and gas piping is anchored and braced to the structure to limit spills or leaks. (Commentary: Sec. A.7.13.4. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_aa					LS-not required; PR-H. C-CLAMPS: One-sided C-clamps that support piping larger than 60 mm. in diameter are restrained. (Commentary: Sec. A.7.13.5. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_ab					LS-not required; PR-H. PIPING CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping that 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. A7.13.6. Tier 2: Sec. 13.7.3 and Sec. 13.7.5)		
		Ducts	16.17d_ac					LS- LS-not required; PR-H. DUCT BRACING: Rectangular ductwork larger than 0,6 m <sup>2</sup> in cross-sectional area and round ducts larger than 700 mm. in diameter are braced. The maximum spacing of transverse bracing does not exceed 10 m. The maximum spacing of longitudinal bracing does not exceed 20 m. (Commentary: Sec. A.7.14.2. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_ad					LS-not required; PR-H. DUCT SUPPORT: Ducts are not supported by piping or electrical conduit. (Commentary: Sec. A.7.14.3. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_ao					LS-not required; PR-H. DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Ducts that cross seismic joints or isolation planes or are connected to independent structures have couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.14.5. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
		Elevators	16.17d_ag		VN			LS- LS-H. PR-H. RETAINER GUARDS: Sheaves and drums have cable retainer guards. (Commentary: Sec. A.7.16.1. Tier 2: 13.8.6)		Belangrijk
			16.17d_ah		VN			LS-H. PR-H. RETAINER PLATE: A retainer plate is present at the top and bottom of both car and counterweight. (Commentary: Sec. A.7.16.2. Tier 2: 13.8.6)		Belangrijk
			16.17d_ai					LS-not required; PR-H. ELEVATOR EQUIPMENT: Equipment, piping, and other components that are part of the elevator system are anchored. (Commentary: Sec. A.7.16.3. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_aj					LS-not required; PR-H. SEISMIC SWITCH: Elevators capable of operating at speeds of 50 m/min or faster are equipped with seismic switches that meet the requirements of ASME A17.1 or have trigger levels set to 20% of the acceleration of gravity at the base of the structure and 50% of the acceleration of gravity in other locations. (Commentary: Sec. A.7.16.4. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ak					LS-not required; PR-H. SHAFT WALLS: Elevator shaft walls are anchored and reinforced to prevent toppling into the shaft during strong shaking. (Commentary: Sec. A.7.16.5. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_al					LS-not required; PR-H. COUNTERWEIGHT RAILS: All counterweight rails and divider beams are sized in accordance with ASME A17.1. (Commentary: Sec. A.7.16.6. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_am					LS-not required; PR-H. BRACKETS: The brackets that tie the car rails and the counterweight rail to the structure are sized in accordance with ASME A17.1. (Commentary: Sec. A.7.16.7. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_an					LS-not required; PR-H. SPREADER BRACKET: Spreader brackets are not used to resist seismic forces. (Commentary: Sec. A.7.16.8. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ao					LS-not required; PR-H. GO-SLOW ELEVATORS: The building has a go-slow elevator system. (Commentary: Sec. A.7.16.9. Tier 2: 13.8.6)		

Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	26-05-15
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: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</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)	Een duidelijk gedefinieerde draagstructuur, waarbij de in het werk gestorte vloeren en metselwerk wanden de krachten aan elkaar kunnen doorgeven.	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)	De metselwerk buitenwanden zijn doorgemetseld over de volledige hoogte en direct op de funderingsbalken. Dit buitenspouwblad is niet verankerd aan de betonnen verdiepingvloeren. Ook het metselwerk binnenspouwblad staat onverankerd op de beton elke verdiepingvloer.	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)	Een duidelijk gedefinieerde draagstructuur, waarbij de in het werk gestorte vloeren en metselwerk wanden de krachten aan elkaar kunnen doorgeven.	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)	De afstand tot de aangrenzende gebouwen voldoet niet l.p.v. as 5, tussen as M en N, deze moet op een grotere afstand dan $4\% \times 6.000 = 240$ mm. De aansluiting op de bouwdeelen onderling dient minimaal $4\% \times 12.000 = 480$ mm te zijn.	Belangrijk
16.1.2L_S_c	VN	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)	Het trapbordes van het hoofdtrappenhuis t.p.v. as L is niet horizontaal gesteund evenwijdig aan as 7.	Minder belangrijk

##### Building Configuration

16.1.2L_S_d	VN	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)	In de care (bouwdeel D) zijn op de onderste bouwlaag betonnen portalen toegepast. Op de bovenliggende verdiepingen zijn over volle lengte betonwanden toegepast. De afschuifcapaciteit van de stabiliteitswanden op de verdiepingvloeren is daarmee groter dan op de begane grond. De begane grond heeft in dwars- en langrichting respectievelijk $(4080/7440 \text{ kN})=55\%$ en $(2830/4500 \text{ kN})=63\%$ van de capaciteit van de bouwlagen erboven. In beide richtingen is dit verschil te groot.	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)	In de care (bouwdeel D) zijn op de onderste bouwlaag betonnen portalen toegepast. De begane grond heeft in dwars- en langrichting respectievelijk $(7,2/37,2 \cdot 10^4 \text{ kNm}^2)=19\%$ en $(1,27/2,98 \cdot 10^6 \text{ kNm}^2)=43\%$ van de stijfheid van de bouwlagen erboven. In beide richtingen is dit verschil te groot.	Minder belangrijk
16.1.2L_S_f	V	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)	Alle elementen voor de verticale krachtsafdracht zijn boven elkaar gepositioneerd.	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)	De mogelijkheid tot doorbraak van de woningscheidende kalkzandsteen is niet benut ten tijde van de opname. Daarom zijn de kalkzandsteen wanden allen (zoals op tekening aangegeven) van onder tot boven constant.	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)	De massa van elke verdiepingvloer is gelijk aan die van de aangrenzende.	Belangrijk
16.1.2L_S_j	V	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)	Voor alle 4 de gebouwoorden valt het massa zwaartepunt binnen de gestelde $20\% \times 16,10 = 3,2$ m in beide richtingen.	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)	Grondopbouw is nog onbekend, dient nader onderzocht te worden.	Erg 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 0.6Sa. (Commentary: Sec. A.6.2.1. Tier 2: Sec. 5.4.3.3)	In langrichting voldoet dit niet: De breedte / hoogte $6,75 / 12,50 = 0,54 > 0,6 \times (1,4^{0,40}) = 0,34$ ;	Minder belangrijk
16.1.2L_S_n	NVT	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)		

Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	26-05-15
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: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: green; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: blue; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>

### 16.10 LIFE SAFETY STRUCTURAL CHECKLIST FOR BUILDING TYPES C2: BETONNEN STABILITEITSWANDEN MET STUJVEN VLOERSCHIJVEN EN C2A: BETONNEN STABILITEITSWANDEN MET FLEXIBELE VLOERSCHIJVEN

#### Low and Moderate Seismicity

##### Seismic-Force-Resisting System

16.10LS\_a NVT  
 COMPLETE FRAMES: Steel or concrete frames classified as secondary components form a complete vertical-load-carrying system. (Commentary: Sec. A.3.1.6.1. Tier 2; Sec. 5.5.2.5.1)

16.10LS\_b V  
 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)

16.10LS\_c VN  
 SHEAR STRESS CHECK: The shear stress in the concrete shear walls, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.3, is less than the greater of  $0.8 \text{ N/mm}^2$  or  $2\sqrt{f_c}$ . (Commentary: Sec. A.3.2.2.1. Tier 2; Sec. 5.5.3.1.1)

16.10LS\_d O  
 REINFORCING STEEL: The ratio of reinforcing steel area to gross concrete area is not less than 0.0012 in the vertical direction and 0.0020 in the horizontal direction. (Commentary: Sec. A.3.2.2.2. Tier 2; Sec. 5.5.3.1.3)

##### Connections

16.10LS\_e VN  
 WALL ANCHORAGE AT FLEXIBLE DIAPHRAGMS: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on flexible diaphragms 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 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)

16.10LS\_f V  
 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)

16.10LS\_g V  
 FOUNDATION DOWELS: Wall reinforcement is doweled into the foundation with vertical bars equal in size and spacing to the vertical wall reinforcing immediately above the foundation. (Commentary: Sec. A.5.3.5. Tier 2; Sec. 5.7.3.4)

Het aantal gemetselde wanden in beide richtingen is groter dan 2 van alle vier de bouwonderdelen. Belangrijk

In de langs- en dwarsrichting wordt de maximaal gestelde afschuifspanning overschreden, zie berekening. Erg belangrijk

Wapeningsgegevens zijn niet bekend. Wel kan geconstateerd worden dat de eis van 0,12 % lager ligt dan gangbaar toegepast wordt (=0,3 %). Minder belangrijk

De metselwerk buitenwanden zijn doorgemetseld over de volledige hoogte en direct op de funderingsbalken. Dit buitenspouwblad is niet verankerd aan de betonnen verdiepingvloeren. Ook het metselwerk binnenspouwblad staat overankerd op de beton elke verdiepingvloer. Belangrijk

De betonvloeren zijn verbonden met de betonnen penanten en wanden door middel van wapening. Noodzakelijk

Er wordt vanuit gegaan dat de wapeningsformatie voldoet aan de detailleringseisen. Daarmee wordt voldaan aan de eis dat de horizontale- en verticale wandwapening is doorgezet tot in de funderingsbalk. Minder belangrijk

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

##### Seismic-Force-Resisting System

16.10LS\_h NVT  
 DEFLECTION COMPATIBILITY: Secondary components have the shear capacity to develop the flexural strength of the components. (Commentary: Sec. A.3.1.6.2. Tier 2; Sec. 5.5.2.5.2)

16.10LS\_i NVT  
 FLAT SLABS: Flat slabs or plates not part of the seismic-force-resisting system have continuous bottom steel through the column joints. (Commentary: Sec. A.3.1.6.3. Tier 2; Sec. 5.5.2.5.3)

16.10LS\_j VN  
 COUPLING BEAMS: The stirrups in coupling beams over means of egress are spaced at or less than  $d/2$  and are anchored into the confined core of the beam with hooks of 135 degrees or more. The ends of both walls to which the coupling beam is attached are supported at each end to resist vertical loads caused by overturning. (Commentary: Sec. A.3.2.2.3. Tier 2; Sec. 5.5.3.2.1)

Er zijn geen wapeningsgegevens bekend van de betonnen penanten tussen de begane grond en 1e verdiepingvloer. Toch kan geconcludeerd worden dat de HWA ingestort in de kolom en stalen profielen die in de vloer gestort zijn, een inleiding van de schuifkracht ernstig belemmert. Belangrijk

##### Connections

16.10LS\_k V  
 UPLIFT AT PILE CAPS: Pile caps have top reinforcement, and piles are anchored to the pile caps. (Commentary: Sec. A.5.3.8. Tier 2; Sec. 5.7.3.5)

Voor beide paaltypes is een wapeningskorf ingestort en is d.m.v. stekken verankerd in de funderingsbalken. Belangrijk

##### Diaphragms (Flexible or Stiff)

16.10LS\_l V  
 DIAPHRAGM CONTINUITY: The diaphragms are not composed of split-level floors and do not have expansion joints. (Commentary: Sec. A.4.1.1. Tier 2; Sec. 5.6.1.1)

Binnen het bouwwerk zijn in de vloerschuifwiel gedilateerd, maar de individuele bouwdeelen zijn opzichzelf gestabiliseerd. Minder belangrijk

16.10LS\_m V  
 OPENINGS AT SHEAR WALLS: Diaphragm openings immediately adjacent to the shear walls are less than 25% of the wall length. (Commentary: Sec. A.4.1.4. Tier 2; Sec. 5.6.1.3)

Er zijn alleen vloersparingen t.p.v. de liftschachten en het trappenhuis aanwezig die aangrenzend van het stabiliteitswanden geplaatst zijn. Dit valt in het niet, afgezet tegen het totaal aantal stabiliteitswanden. Belangrijk

##### Flexible Diaphragms

16.10LS\_n NVT  
 CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2. Tier 2; Sec. 5.6.1.2)

16.10LS\_o NVT  
 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)

16.10LS\_p 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)

16.10LS\_q NVT  
 DIAGONALLY SHEATHED AND UNBLOCKED DIAPHRAGMS: All diagonally sheathed or unblocked wood structural panel diaphragms have horizontal spans less than 8 m and aspect ratios less than or equal to 4-to-1. (Commentary: Sec. A.4.2.3. Tier 2; Sec. 5.6.2)

16.10LS\_r 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)

Voor de horizontale krachtsafdracht wordt alleen betonnen vloeren aangesproken. Minder belangrijk



Project	Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Werkcode	13663-SA006D
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	26-05-15
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			Erg belangrijk Belangrijk Minder belangrijk Niet belangrijk

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

**Low and Moderate Seismicity**

Seismic-Force-Resisting System

16.16L_S_a	V			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)	Het aantal wanden in beide richtingen is groter dan 2	Belangrijk	
16.16L_S_b	VN			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)	In de langs- en dwarsrichting wordt de maximaal gestelde afschuifspanning overschreden, zie berekening	Erg belangrijk	
Connections							
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)	De metselwerk buitenwanden zijn doorgemetseld over de volledige hoogte en direct op de funderingsbalken. Dit buitenspouwblad is niet verankerd aan de betonnen verdiepvloeren. Ook het metselwerk binnenspouwblad staat onverankerd op de beton elke verdiepvloer.	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)	Er is geen verbinding in de vorm van deuken of wapening om de kracht van de betonnen vloeren af te dragen op de metselwerk wanden.	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)			

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

Seismic-Force-Resisting System

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 binnenspouwbladen (h/w = 3000 / 150 = 20) voldoet op geen enkel verdiepniveau. De middenwanden (h/w = 3000 / 300 = 10) voldoet alleen niet op de bovenste verdieping.	Belangrijk	
16.16L_S_h	NVT			MASONRY LAYOUT: 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)			
Diaphragms (Stiff or Flexible)							
16.16L_S_i	V			OPENINGS AT SHEAR WALLS: Diaphragm openings immediately adjacent to the shear walls are less than 25% of the wall length. (Commentary: Sec. A.4.1.4, Tier 2: Sec. 5.6.1.3)	Er zijn alleen voersparingen t.p.v. de liftschachten en het trappenhuis aanwezig die aangrenzend van het stabiliteitswanden geplaatst zijn. Dit valt in het niet, afgezet tegen het totaal aantal stabiliteitswanden.	Belangrijk	
16.16L_S_j	V			OPENINGS AT EXTERIOR MASONRY SHEAR WALLS: Diaphragm openings immediately adjacent to exterior masonry shear walls are not greater than 2,5 m long. (Commentary: Sec. A.4.1.6, Tier 2: Sec. 5.6.1.3)	Geen voersparingen aanwezig t.p.v. buitenwanden	Minder belangrijk	
Flexible Diaphragms							
16.16L_S_k	NVT			CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2, Tier 2: Sec. 5.6.1.2)			
16.16L_S_l	NVT			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)			
16.16L_S_m	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)			
16.16L_S_n	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)			
16.16L_S_o	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)	Voor de horizontale krachtsafdracht wordt alleen betonnen vloeren aangesproken.	Minder belangrijk	
Connections							
16.16L_S_p	NVT			STIFFNESS OF WALL ANCHORS: Anchors of concrete or masonry walls to wood structural elements are installed taut and are stiff enough to limit the relative movement between the wall and the diaphragm to no greater than 3 mm, before engagement of the anchors. (Commentary: Sec. A.5.1.4, Tier 2: Sec. 5.7.1.2)			
16.16L_S_q	NVT			BEAM, GIRDER, AND TRUSS SUPPORTS: Beams, girders, and trusses supported by unreinforced masonry walls or plasters have independent secondary columns for support of vertical loads. (Commentary: Sec. A.5.4.5, Tier 2: Sec. 5.7.4.4)			



Bijlage 2

**Constructieve berekening bouwdeel A**

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-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, bouwdeel A**

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	9,00	2.783	2.783	0
2	6,00	3.681	3.522	160
onderste niveau	3,00	3.681	3.522	160

**Belastingen**

Niveau		Geïgen gewicht [kN/m <sup>2</sup> ]	G <sub>perm</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	permanente belasting, totaal ΣG <sub>perm</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	opgelegde belasting Q [kN/m <sup>2</sup> ]	φ	Combinatie coefficient ψ <sub>2</sub>	Seismische combinatie coefficient ψ <sub>EI</sub>	x aantal	lengte [m]	b breedte [m]	oppervlak [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Vloer	5,76	0,35	6,1				1,0	355,0	1,0	1,0	355	2.169	
	Metselwerk		20,00	20,0				1,0	6,6	1,0	1,0	7	133	
	Kalkzandsteen		17,50	17,5				1,0	27,5	1,0	1,0	28	481	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	355,0	1,0	1,0	355		0
												Sub	2.783	0
2	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	355,0	1,0	1,0	355	2.293	
	Metselwerk		20,00	20,0				1,0	13,3	1,0	1,0	13	266	
	Kalkzandsteen		17,50	17,5				1,0	55,0	1,0	1,0	55	963	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	355,0	1,0	1,0	355		160
												Sub	3.522	160
onderste niveau	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	355,0	1,0	1,0	355	2.293	
	Metselwerk		20,00	20,0				1,0	13,3	1,0	1,0	13	266	
	Kalkzandsteen		17,50	17,5				1,0	55,0	1,0	1,0	55	963	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	355,0	1,0	1,0	355		160
												Sub	3.522	160
												Totaal	9.826	320

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel A**

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q = 1,50	
Type stabiliteitstelsysteem	Beton / metselwerk stabiliteitswanden	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	9,0 m	
Verdiepingen	3	
Wanden		
NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)		

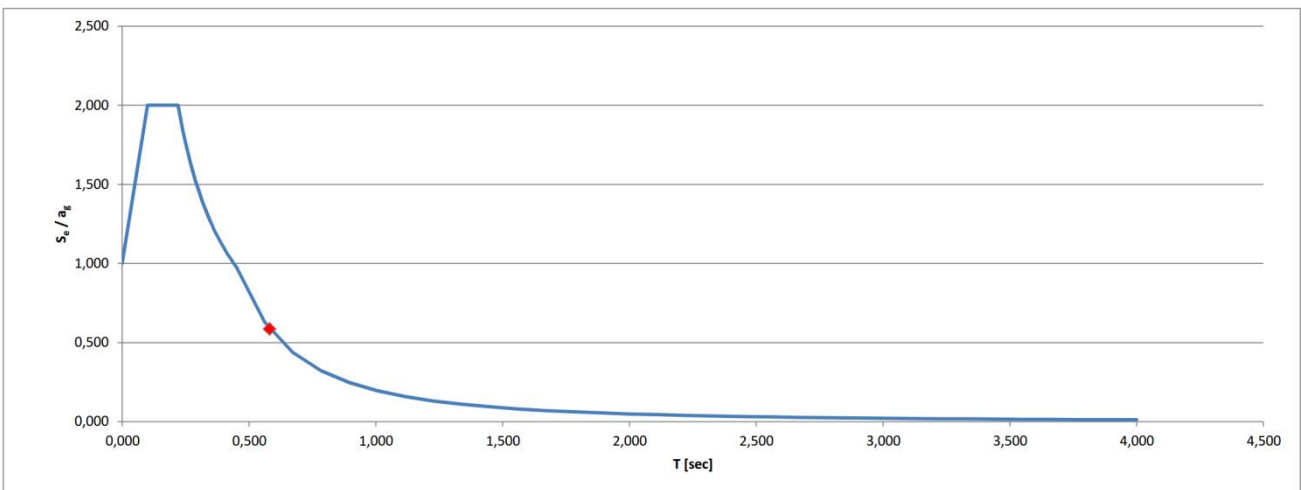
wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	1,20	0,15	2	0,4	0,0	✓ 0,13
2	1,70	0,15	10	2,6	0,4	✓ 0,19
3	0,90	0,15	2	0,3	0,0	✓ 0,10
4				0,0	0,0	0,00
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
$\Sigma$	3,8	-	14	3,2	0,4	- -

$C_1$  0,112

		$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 =$	0,58 sec	0,587	* 0,64 =	0,375 g *	1,00	100
Base Shear Force						SRSS:	3.809 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 4.960 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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**

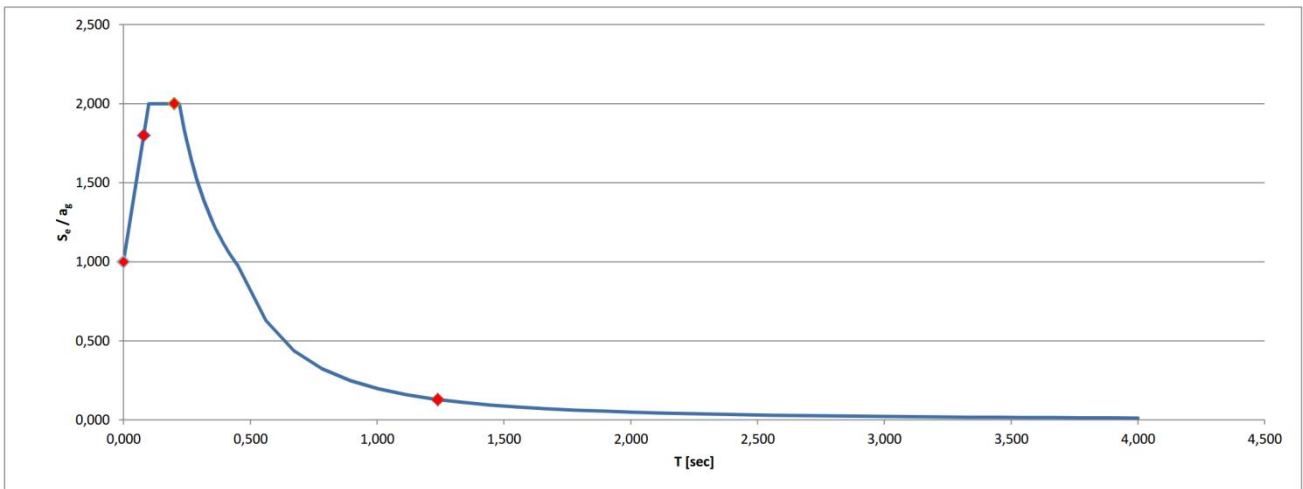
**Spectrale modale responsieberekening (x-richting), bouwdeel A**

Representatieve gedragsfactor **1,5**  
 Regelmaat in verticale doorsnede **ja** NPR 9998 (4.2.3.3)  
 Gedragsfactor  $q =$  **1,50**

Trillingstijd	$T_i$	$S_d(T_i)/a_{gd}$	$* a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	$* \%$	$= F_{bk}$	
$T_1 = $	<b>1,24</b> sec	0,129	$* 0,64 = $	<b>0,082 g*</b>	<b>71,7</b>	$=$	<b>600</b> kN
$T_2 = $	<b>0,20</b> sec	2,000	$* 0,64 = $	<b>1,280 g*</b>	<b>22,4</b>	$=$	<b>2.909</b> kN
$T_3 = $	<b>0,08</b> sec	1,800	$* 0,64 = $	<b>1,152 g*</b>	<b>5,9</b>	$=$	<b>690</b> kN
$T_4 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_5 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_6 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_7 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_8 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_9 = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
$T_{10} = $	<b>0,00</b> nvt	0,000	$* 0,64 = $	<b>0,000 g*</b>	<b>0,0</b>	$=$	<b>0</b> kN
Base Shear Force						SRSS:	<b>3.049</b> 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 **3.970** kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel A**

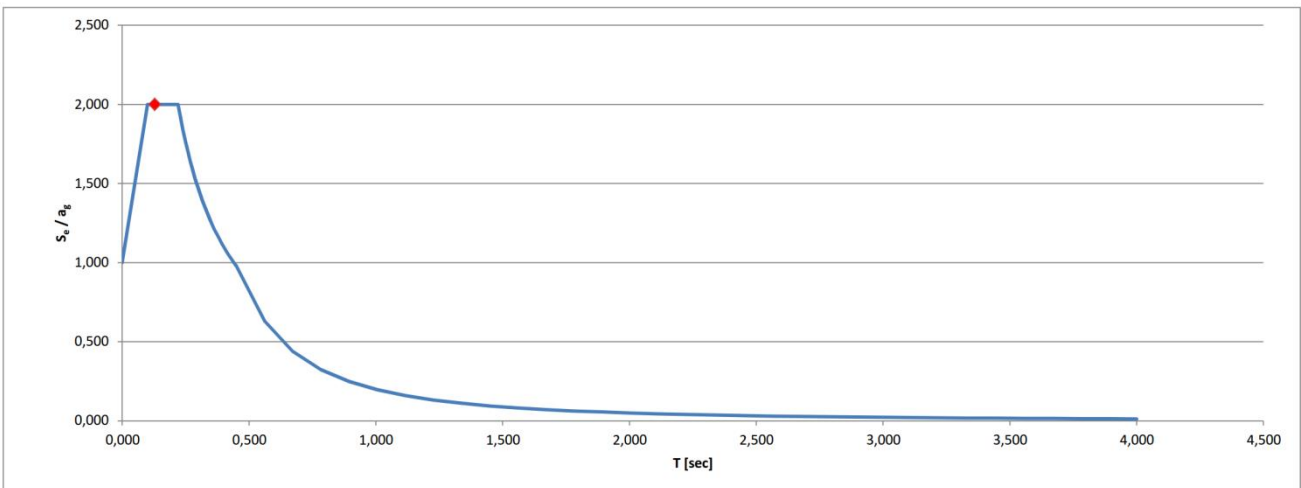
Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q = 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitswanden	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	9,0 m	
Verdiepingen	3	
Wanden		
NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)		

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	1,00	0,21	1	0,2	0,0	✓ 0,11
2	1,40	0,21	1	0,3	0,0	✓ 0,16
3	2,50	0,15	1	0,4	0,1	✓ 0,28
4	4,50	0,21	1	0,9	0,5	✓ 0,50
5	5,00	0,21	1	1,1	0,6	✓ 0,56
6	6,00	0,30	6	10,8	8,1	✓ 0,67
$\Sigma$	20,4	-	11	13,7	9,3	- -

$C_1$  = 0,025

		$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$			
Trillingstijd	$T_1 =$	0,13	sec	2,000	* 0,64 =	1,280 g *	0,85	100	11.039	kN
Base Shear Force								SRSS:	11.039	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		14.360 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-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**

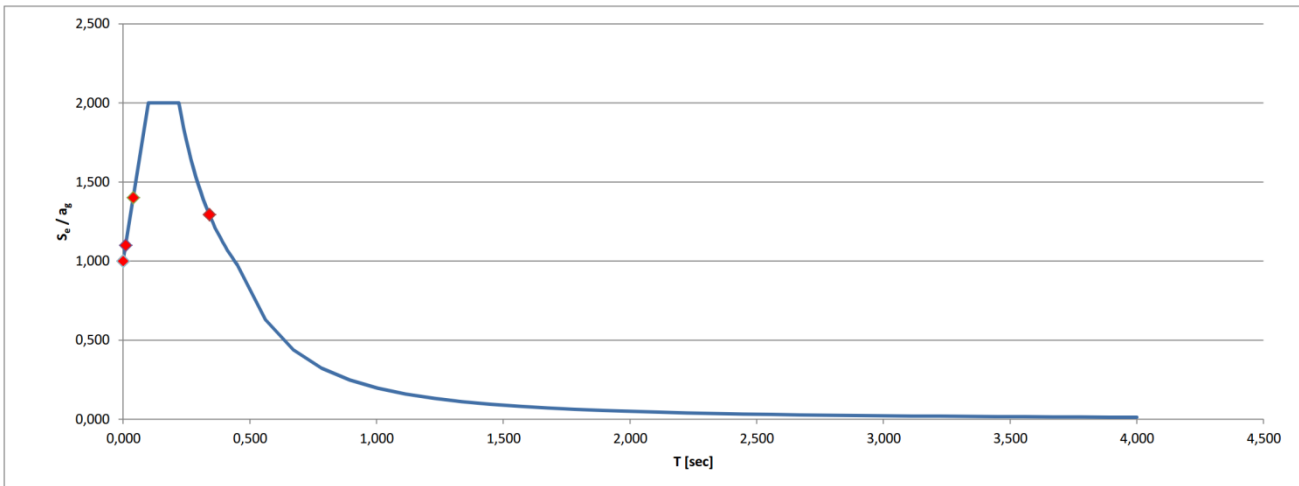
**Spectrale modale responsberekening (y-richting), bouwdeel A**

Representatieve gedragsfactor **1,5**  
 Regelmaat in verticale doorsnede **ja** NPR 9998 (4.2.3.3)  
 Gedragsfactor  $q =$  **1,50**

Trillingstijd	$T_i$	$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	= $F_{bk}$	
$T_1 =$	0,34 sec	1,294	* 0,64 =	0,828 g *	72,3	=	6.075 kN
$T_2 =$	0,04 sec	1,400	* 0,64 =	0,896 g *	22,2	=	2.018 kN
$T_3 =$	0,01 sec	1,100	* 0,64 =	0,704 g *	5,5	=	393 kN
$T_4 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_5 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_6 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_7 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_8 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_9 =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
$T_{10} =$	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
Base Shear Force						SRSS:	<b>6.414</b> 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 **8.340** kN



## Bouwdeel A

### Langsrichting (X-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand W1	0,90	0,15	2	1,8	0,02	0,15	175	2,15	0,40	>0,07	5,69
wand W2	1,20	0,15	2	2,4	0,04	0,15	414	2,87	0,71	>0,07	10,11
wand W3	1,70	0,15	10	17	0,61	0,15	5882	0,81	1,42	>0,07	20,29
wand W4				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W5				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W6				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W7				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W8				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W9				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W10				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W11				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,15	14	21,2	0,68		6470	kNm	3.970	kN	12,03

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,082 l > 0.6Sa\*h = 0,45 m Voldoet !

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 2,0 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 2,128E+05 kNm/rad

### Dwarsrichting (Y-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand Wa	1,00	0,21	1	1	0,02	0,21	20	0,55	0,02	<=0,07	0,27
wand Wb	1,40	0,21	1	1,4	0,05	0,21	54	0,77	0,04	<=0,07	0,53
wand Wc	2,50	0,15	1	2,5	0,20	0,15	215	1,38	0,12	>0,07	1,71
wand Wd	4,50	0,21	1	4,5	1,63	0,21	1789	2,48	0,39	>0,07	5,52
wand We	5,00	0,21	1	5	2,23	0,21	2454	2,75	0,48	>0,07	6,82
wand Wf	6,00	0,30	6	36	32,40	0,30	35674	0,55	0,69	>0,07	9,82
wand Wg				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wh				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wi				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,22	11	50,4	36,52		40206	kNm	8.340	kN	4,11

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,828 l > 0.6Sa\*h = 4,47 m Voldoet niet!

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 109,5 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 1,150E+07 kNm/rad

### Steensterkte (hardgraauw) gemiddeld 10-17,5 N/mm2:

fb = 14 N/mm2 (steensterkte)	hardgraauw
fm = 4 N/mm2 (mortelsterkte)	kalkmortel
fk = 4,66 N/mm2 (druksterkte)	NEN-EN 1996-1-1 (3.1)
fvko = 0,10 N/mm2 (schuifsterkte)	onbekend voor kalkmortel NEN-EN 1996-1-1 3.6.3
fmm = 6,99 N/mm2 (gemiddelde druksterkte)	NPR 9998 9.1.3
Emm = 7342 N/mm2 (Emodulus verhoogd)	NEN-EN 1998-3 C.3.1
Emm = 3671 N/mm2 (Emodulus gereduceerd)	NPR 9998 9.1.4
γM = 1,5 [-]	NPR 9998 9.6 (3)
γR = 1,3 [-]	NPR 9998 4.4.2.2
fRd = 2,39 N/mm2	NPR 9998 4.4.2.2
σEd = 0,09 N/mm2 (normaalspanning op toetsniveau)	NEN-EN 1996-1-1 (3.5)
fVrd = 0,07 N/mm2 (rekenwaarde schuifsterkte)	NPR 9998 4.4.2.2

ter vergelijking de waarde volgens ASCE

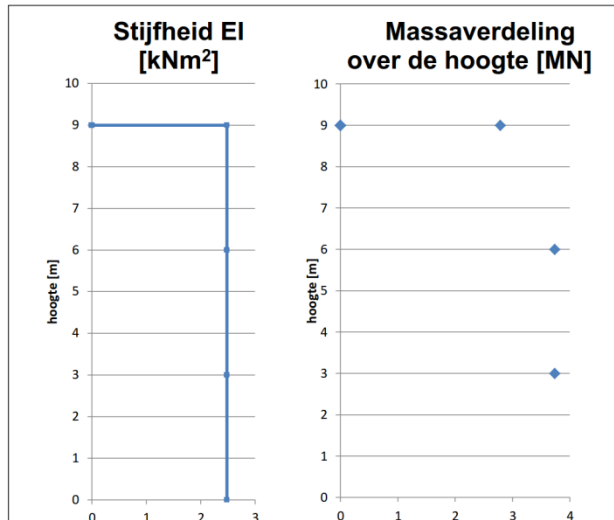
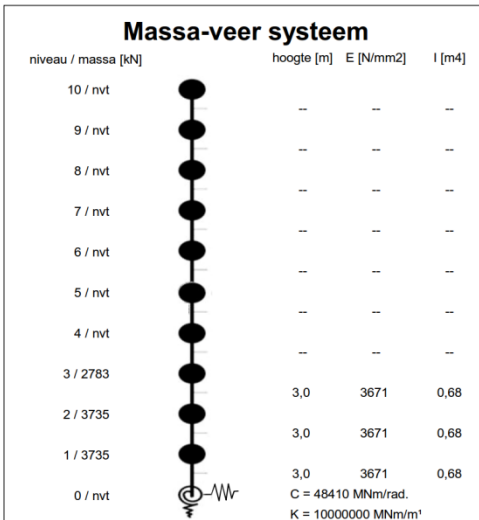
fvko = 0,21 N/mm2 (schuifsterkte)

checklist A.3.2.5.1



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel A, X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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	$a_{g,ref}$ :	0,40 [m/s <sup>2</sup> ]	reductiefactor :	v:	0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	$\gamma_I$ : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} * \gamma_I * v$ :	0,22 g [m/s <sup>2</sup> ]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} * \gamma_I$ :	0,56 g [m/s <sup>2</sup> ]			

**Resultaten dynamische berekening:**

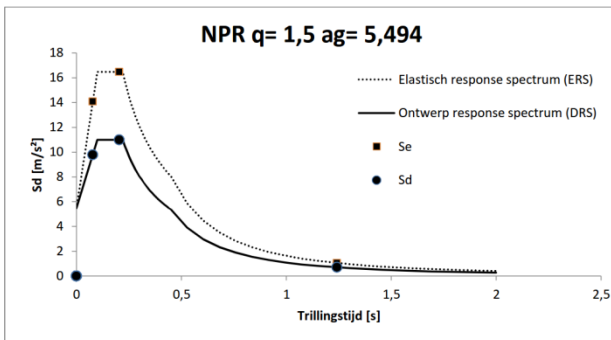
Aantal modeshapes (berekend): 3  
Aantal modeshapes (benodigd): 2

Trillingsvorm	T (s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s <sup>2</sup> ]	Se [m/s <sup>2</sup> ]
1	1,242	0,81	735	71,7%	71,7%	0,71	1,06
2	0,204	4,89	230	22,4%	94,1%	10,99	16,48
3	0,078	12,80	61	5,9%	100,0%	9,79	14,08
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 overeen- komend 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.

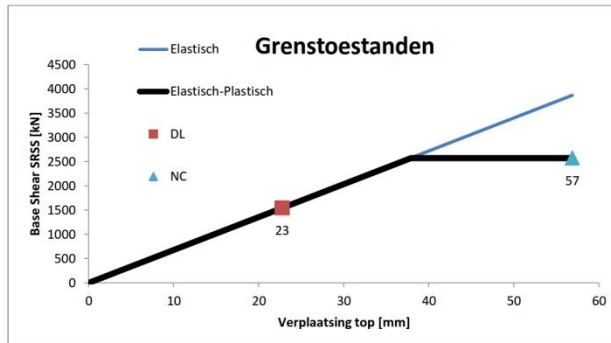
De constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand **NC**.

**Elastisch respons spectrum (ERS):**

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

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel A, X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwxx
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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**

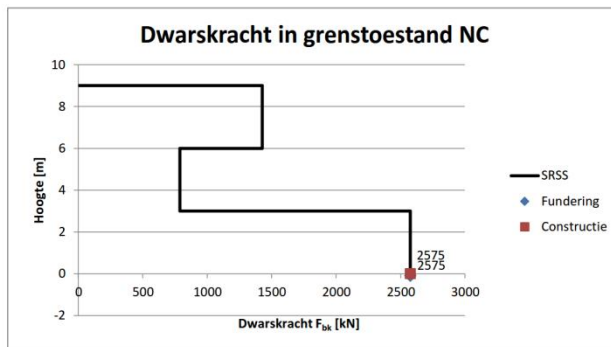


**Grenstoestanden:**

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):**

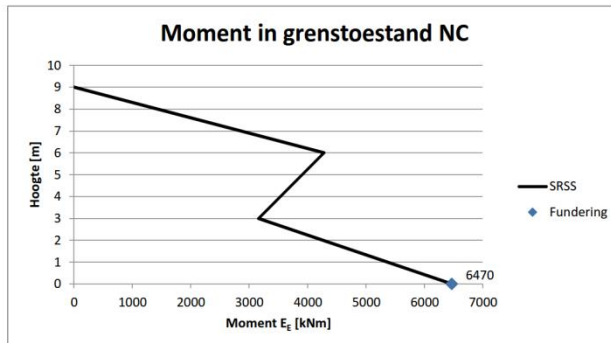
In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS". De algemene formule uit de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

$$E_E = \sqrt{\sum (E_{E_k})^2}$$

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

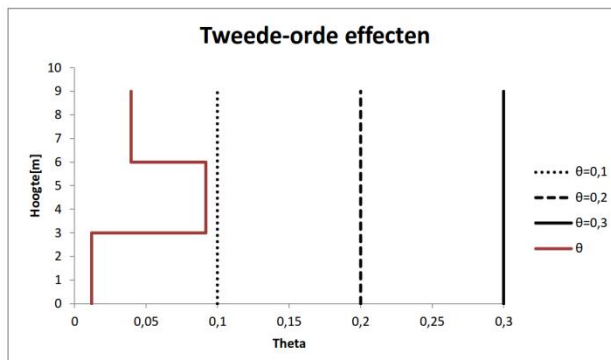
Alle trilvormen die significant bijdragen aan de globale respons worden in rekening gebracht. De totale effectieve geactiveerde massa  $m_k$ , behorende bij trilvorm  $k$ , is zodanig bepaald dat de totale dwarskracht ter plaatse van de fundering  $F_{bk}$  werkend in de richting van de seismische belasting, 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  $\theta < 0,10$ .

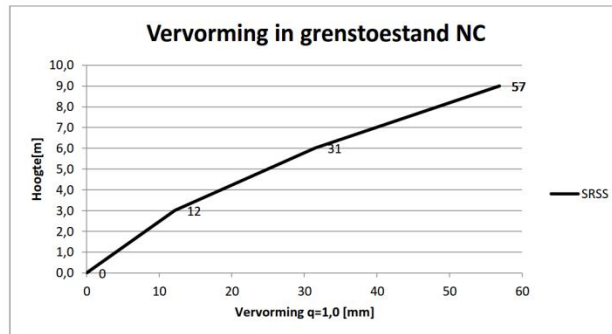
Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,1 < \theta < 0,2$  dan kunnen de tweede-orde-effecten worden benaderd door de relevante seismische belastingeffecten te vermenigvuldigen met een factor gelijk aan  $1/(1 - \theta)$ .

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	Bloemhof, bouwdeel A, X-richting	Projectcode	13663-SAxxxX
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-mei-15

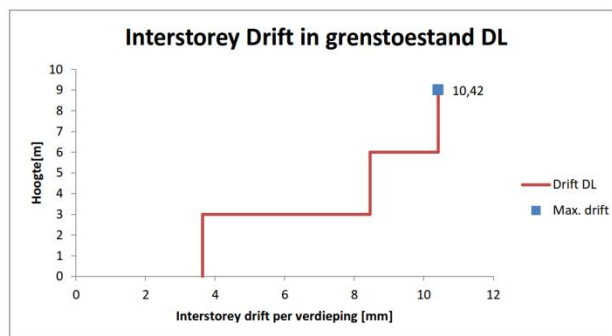
**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**



**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 maatgevende waarde is in de grafiek aangegeven.



Bijlage 3

**Constructieve berekening bouwdeel B**

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-mei-15

**Quicksan 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, bouwdeel B**

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	9,00	3.673	3.673	0
2	6,00	4.840	4.628	212
onderste niveau	3,00	4.840	4.628	212

**Belastingen**

Niveau		$C_{eq}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Sigma C_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$	Combinatie coefficient $\psi_2$	Seismische combinatie coefficient $\psi_{EI}$	x aantal	l lengte [m]	b breedte [m]	oppervlakt [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Vloer	5,76	0,35	6,1				1,0	472,0	1,0	1,0	472	2.884	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	8,2	1,0	1,0	8	164	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	35,7	1,0	1,0	36	625	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	472,0	1,0	1,0	472		0
												Sub	3.673	0
2	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	472,0	1,0	1,0	472	3.049	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	16,4	1,0	1,0	16	329	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	71,4	1,0	1,0	71	1.250	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	472,0	1,0	1,0	472		212
												Sub	4.628	212
onderste niveau	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	472,0	1,0	1,0	472	3.049	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	16,4	1,0	1,0	16	329	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	71,4	1,0	1,0	71	1.250	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	472,0	1,0	1,0	472		212
												Sub	4.628	212
												Totaal	12.929	425

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel B**

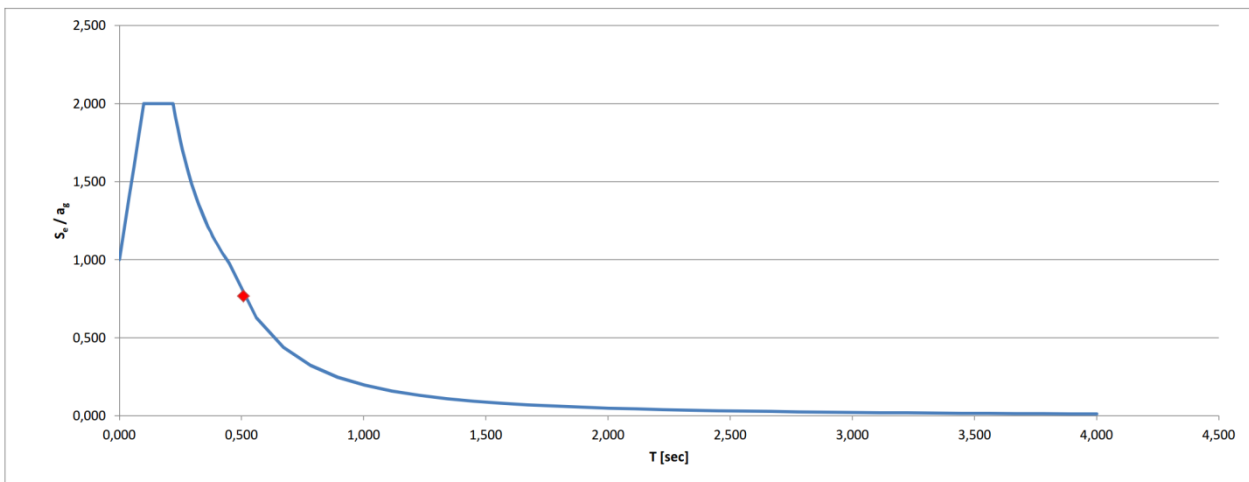
Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q = 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitssystemen	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	9,0 m	
Verdiepingen	3	

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	1,00	0,15	2	0,3	0,0	✓ 0,11
2	1,70	0,15	14	3,6	0,5	✓ 0,19
3	0,80	0,15	2	0,2	0,0	✓ 0,09
4				0,0	0,0	0,00
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
$\Sigma$	3,5	-	18	4,1	0,6	-

$C_i$  0,098

	$T_1$	$S_d(T_1)/a_{gd}$	$* a_{gd} =$	$S_d(T_1)$	$* \lambda *$	%	$= F_{bk}$
Trillingstijd	0,51 sec	0,768	* 0,64 =	0,491 g *	1,00	100	6.562 kN
Base Shear Force						SRSS:	6.562 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							8.540 kN

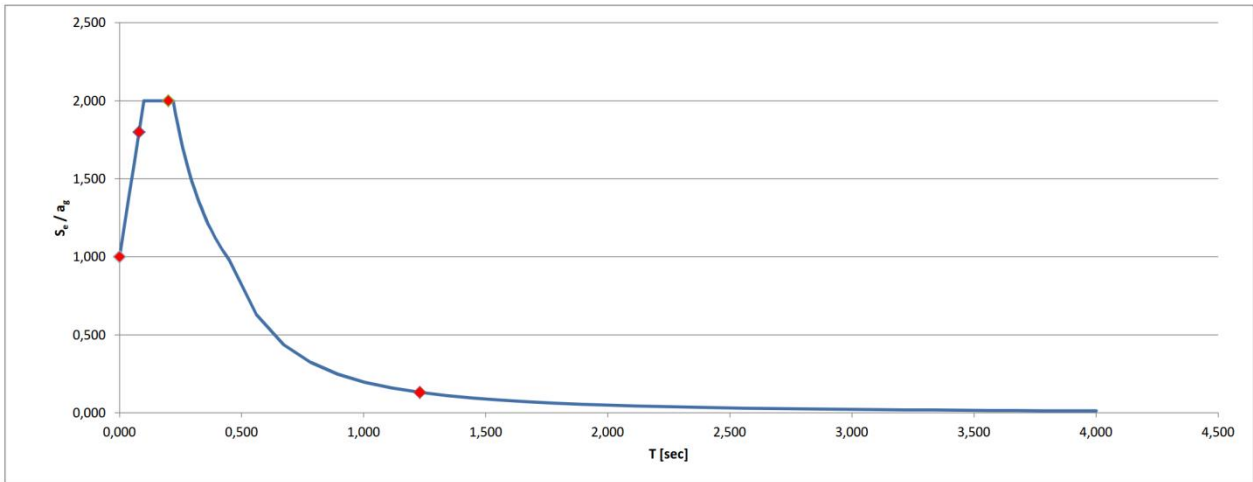


Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-mei-15

**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), bouwdeel B**

Representatieve gedragsfactor	1,5						
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)					
Gedragsfactor	q= 1,50						
		$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	=	$F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 1,23$ sec	0,131	* 0,64 =	0,084 g *	71,7	=	802 kN
	$T_2 = 0,20$ sec	2,000	* 0,64 =	1,280 g *	22,4	=	3.829 kN
	$T_3 = 0,08$ sec	1,800	* 0,64 =	1,152 g *	5,9	=	908 kN
	$T_4 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_5 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_6 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_7 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_8 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_9 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_{10} = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
Base Shear Force						SRSS:	4.016 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							5.230 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel B**

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q = 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitswanden	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	9,0 m	
Verdiepingen	3	

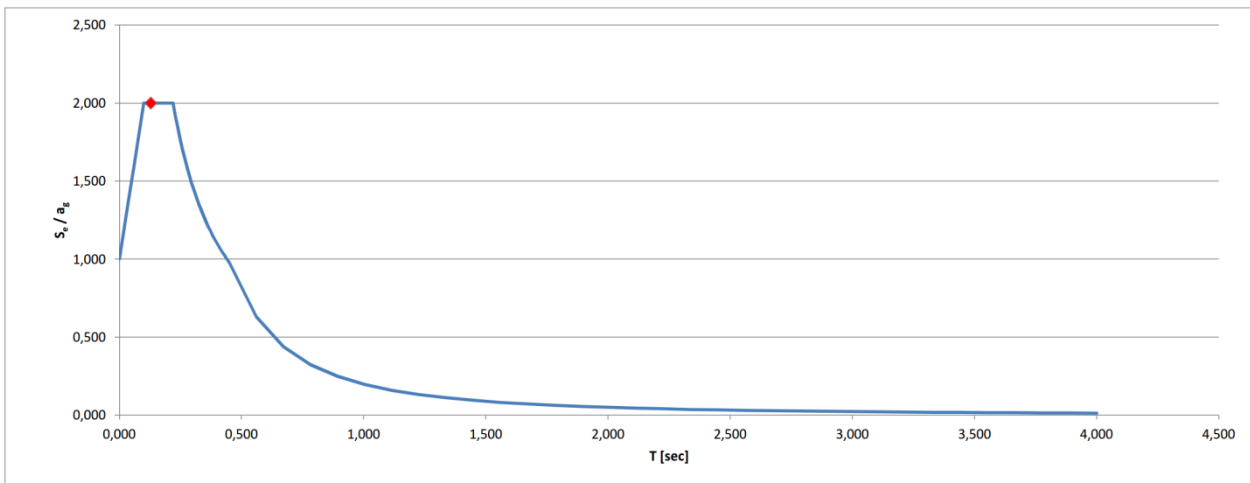
wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	1,00	0,21	1	0,2	0,0	✓ 0,11
2	1,90	0,21	1	0,4	0,1	✓ 0,21
3	4,00	0,21	1	0,9	0,4	✓ 0,44
4	5,00	0,21	1	1,1	0,6	✓ 0,56
5	6,00	0,30	6	10,8	8,1	✓ 0,67
6				0,0	0,0	0,00
Σ	17,9	-	10	13,3	9,2	- -

$C_t$  0,025

	$T_1$	$S_d(T_1)/a_{gd}$	* $a_{gd}$ =	$S_d(T_1)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$	
Trillingstijd	0,13 sec	2,000	* 0,64 =	1,280 g *	0,85	100	14.529	kN
Base Shear Force						SRSS:	14.529	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 18.890 kN



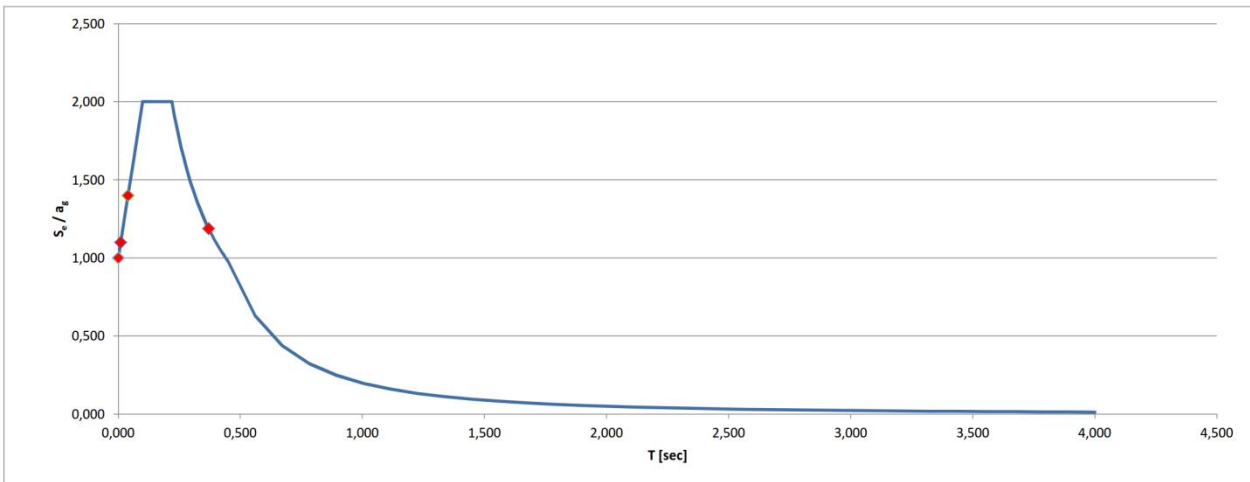


Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-mei-15

**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 (y-richting), bouwdeel B**

Representatieve gedragsfactor	1,5							
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)						
Gedragsfactor	q= 1,50							
		$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	=	$F_{lk}$	
Trillingstijd	$T_1 = 0,37$ sec	1,189	* 0,64 =	0,761 g *	82,0	=	8.334	kN
	$T_2 = 0,04$ sec	1,400	* 0,64 =	0,896 g *	15,9	=	1.902	kN
	$T_3 = 0,01$ sec	1,100	* 0,64 =	0,704 g *	2,1	=	197	kN
	$T_4 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_5 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_6 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_7 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_8 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_9 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
	$T_{10} = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0	kN
Base Shear Force						SRSS:	8.550	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							11.120	kN



## Bouwdeel B

### Langsrichting (X-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand W1	1,00	0,15	2	2	0,03	0,15	236	2,36	0,49	>0,07	6,96
wand W2	1,70	0,15	14	23,8	0,86	0,15	8133	0,57	1,40	>0,07	20,11
wand W3	0,80	0,15	2	1,6	0,01	0,15	121	1,89	0,31	>0,07	4,45
wand W4				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W5				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W6				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W7				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W8				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W9				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W10				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W11				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,15	18	27,4	0,90		8491	kNm	5.230	kN	10,51

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,082 l > 0.6Sa\*h = 0,45 m Voldoet !

Stijfheid fundering op staal bij  $b_{fund} = 3xb$  2,7 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 2,827E+05 kNm/rad

### Dwarsrichting (Y-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand Wa	1,00	0,21	1	1	0,02	0,21	24	0,68	0,03	<=0,07	0,37
wand Wb	1,90	0,21	1	1,9	0,12	0,21	168	1,30	0,09	>0,07	1,34
wand Wc	4,00	0,21	1	4	1,14	0,21	1563	2,74	0,41	>0,07	5,92
wand Wd	5,00	0,21	1	5	2,23	0,21	3054	3,42	0,65	>0,07	9,25
wand We	6,00	0,30	6	36	32,40	0,30	44384	0,68	0,93	>0,07	13,32
wand Wf				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wg				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wh				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wi				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,23	10	47,9	35,91		49193	kNm	11.120	kN	6,04

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,828 l > 0.6Sa\*h = 4,47 m Voldoet niet!

Stijfheid fundering op staal bij  $b_{fund} = 3xb$  107,7 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 1,131E+07 kNm/rad

### Steensterkte (hardgrauw) gemiddeld 10-17,5 N/mm2:

fb =	14 N/mm2	(steensterkte)	hardgrauw
fm =	4 N/mm2	(mortelsterkte)	kalkmortel
fk =	4,66 N/mm2	(druksterkte)	NEN-EN 1996-1-1 (3.1)
fvko =	0,10 N/mm2	(schuifsterkte)	onbekend voor kalkmortel NEN-EN 1996-1-1 3.6.3
fmm =	6,99 N/mm2	(gemiddelde druksterkte)	NPR 9998 9.1.3
Emm =	7342 N/mm2	(E modulus verhoogd)	NEN-EN 1998-3 C.3.1
Emm =	3671 N/mm2	(E modulus gereduceerd)	NPR 9998 9.1.4
γM =	1,5 [-]		NPR 9998 9.6 (3)
γR =	1,3 [-]		NPR 9998 4.4.2.2
fRd =	2,39 N/mm2		NPR 9998 4.4.2.2
σEd =	0,09 N/mm2	(normaalspanning op toetsniveau)	NEN-EN 1996-1-1 (3.5)
fvRd =	0,07 N/mm2	(rekenwaarde schuifsterkte)	NPR 9998 4.4.2.2

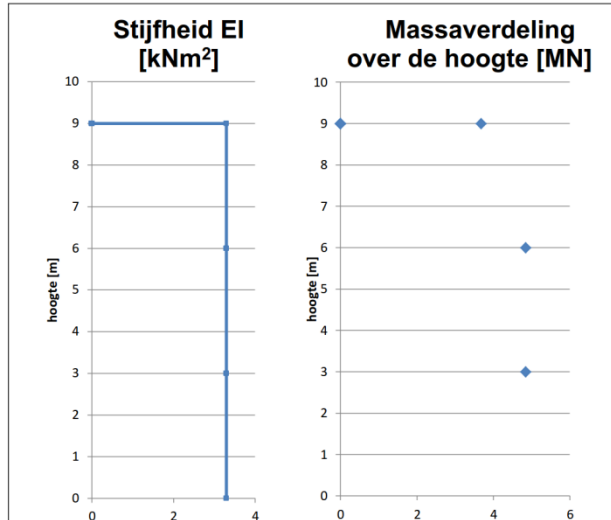
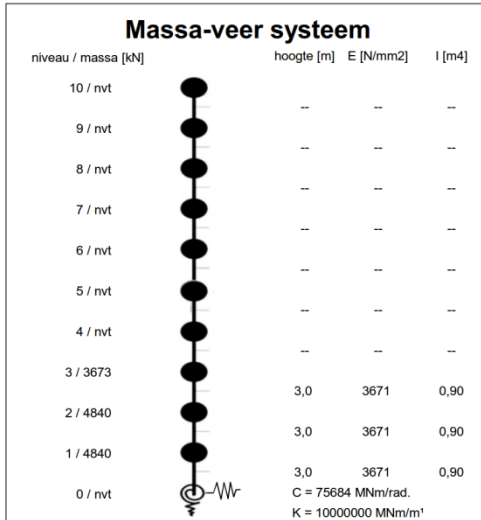
ter vergelijking de waarde volgens ASCE

fvko = 0,21 N/mm2 (schuifsterkte)

checklist A.3.2.5.1

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel B X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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	$a_{g,ref}$ :	0,40 [m/s <sup>2</sup> ]	reductiefactor	v:	0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	$\gamma_1$ : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} * \gamma_1 * v$ :	0,22 g [m/s <sup>2</sup> ]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} * \gamma_1$ :	0,56 g [m/s <sup>2</sup> ]			

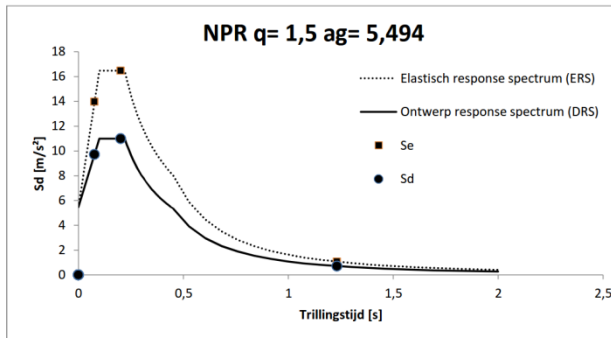
**Resultaten dynamische berekening:**

Trillingsvorm	T(s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s <sup>2</sup> ]	Se [m/s <sup>2</sup> ]
1	1,233	0,81	957	71,7%	71,7%	0,72	1,07
2	0,202	4,95	299	22,4%	94,1%	10,99	16,48
3	0,077	12,97	79	5,9%	100,0%	9,73	13,96
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.

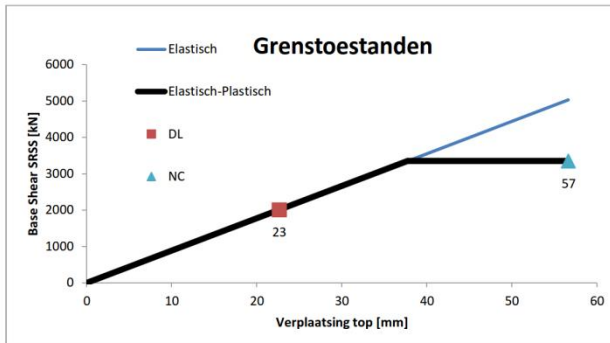
De constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand **NC**.

**Elastisch respons spectrum (ERS):**

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

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel B X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-mei-15

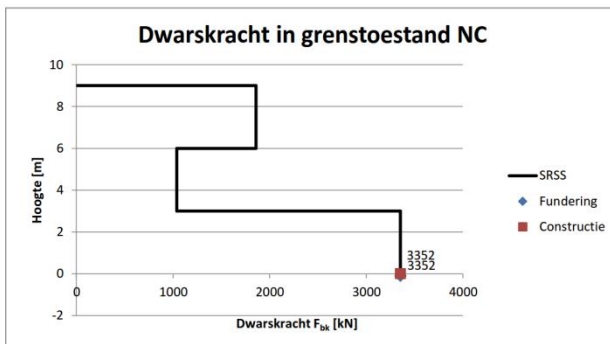
**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**



**Grenstoelstanden:**  
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.



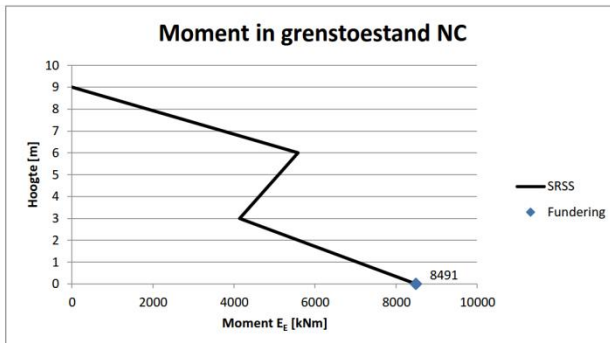
**Resultaat van het ontwerp respons spectrum (DRS):**

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:

$$E_{EK} = \sqrt{\sum (E_{E_k})^2}$$

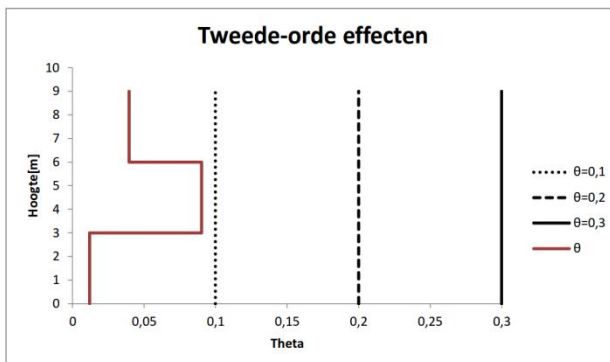
$E_{E_k}$  is de waarde van dit seismische belastingeffect ten gevolge van trilvorm  $k$ .

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  $\theta < 0,10$ .

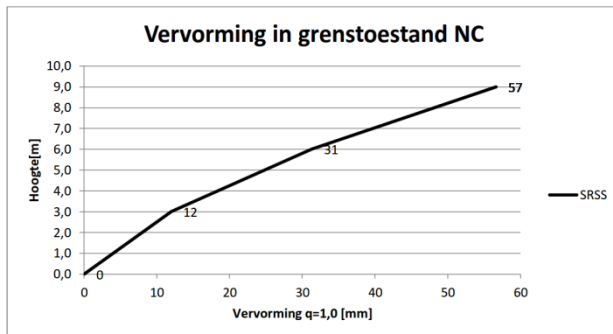
Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,1 < \theta < 0,2$  dan kunnen de tweede-orde-effecten worden benaderd door de relevante seismische belastingeffecten te vermenigvuldigen met een factor gelijk aan  $1/(1 - \theta)$ .

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.

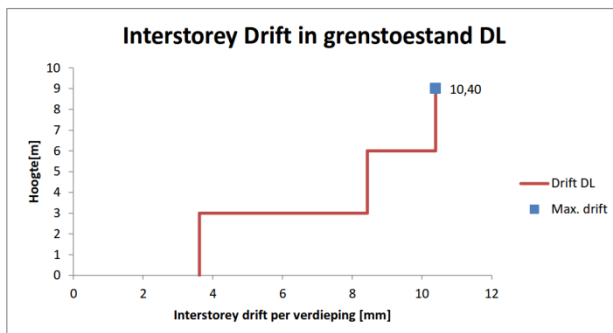
Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel B X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-mei-15

**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 "interstory-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 maatgevende waarde is in de grafiek aangegeven.



Bijlage 4

**Constructieve berekening bouwdeel C**

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-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, bouwdeel C**

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	12,00	2.940	2.940	0
3	9,00	3.830	3.656	174
2	6,00	3.830	3.656	174
onderste niveau	3,00	3.830	3.656	174

**Belastingen**

Niveau		Geigen gewicht [kN/m <sup>2</sup> ]	G <sub>perm</sub> permanente belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	permanente belasting, totaal [kN/m <sup>2</sup> ]	opgelegde Q belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	φ	Combinatie coefficient ψ <sub>2</sub>	Seismische combinatie coefficient ψ <sub>EI</sub>	x aantal	lengte [m]	breedte [m]	oppervlak [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Vloer	5,76	0,35	6,1				1,0	386,0	1,0	1,0	386	2.358	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	3,7	1,0	1,0	4	74	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	29,0	1,0	1,0	29	507	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	386,0	1,0	1,0	386		0
	Sub											386	2.940	0
3	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	386,0	1,0	1,0	386	2.494	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	7,4	1,0	1,0	7	149	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	57,9	1,0	1,0	58	1.014	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	386,0	1,0	1,0	386		174
	Sub											386	3.656	174
2	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	386,0	1,0	1,0	386	2.494	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	7,4	1,0	1,0	7	149	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	57,9	1,0	1,0	58	1.014	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	386,0	1,0	1,0	386		174
	Sub											386	3.656	174
onderste niveau	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	386,0	1,0	1,0	386	2.494	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	7,4	1,0	1,0	7	149	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	57,9	1,0	1,0	58	1.014	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	386,0	1,0	1,0	386		174
	Sub											386	3.656	174
	Totaal												13.908	521

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode	13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date	29-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), bouwdeel C**

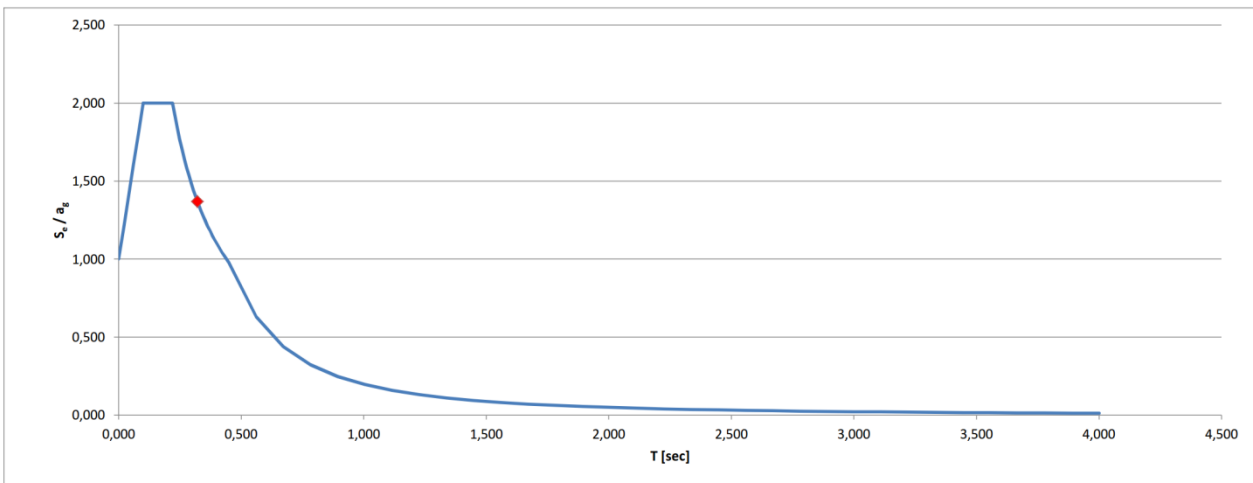
Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q = 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitswanden	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	12,0 m	
Verdiepingen	3	

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	0,80	0,15	6	0,7	0,1	✓ 0,07
2	1,75	0,15	6	1,6	0,2	✓ 0,15
3	3,00	0,21	2	1,3	0,3	✓ 0,25
4	6,00	0,30	2	3,6	1,8	✓ 0,50
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
Σ	11,6	-	16	7,2	2,3	- -

$C_1$  = 0,050

	$T_1$	$S_d(T_1)/a_{gd}$	$* a_{gd} =$	$S_d(T_1)$	$* \lambda *$	%	$= F_{bk}$
Trillingstijd	0,32 sec	1,369	* 0,64 =	0,876 g	* 0,85	100	10.746 kN
Base Shear Force						SRSS:	10.746 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		13.970 kN





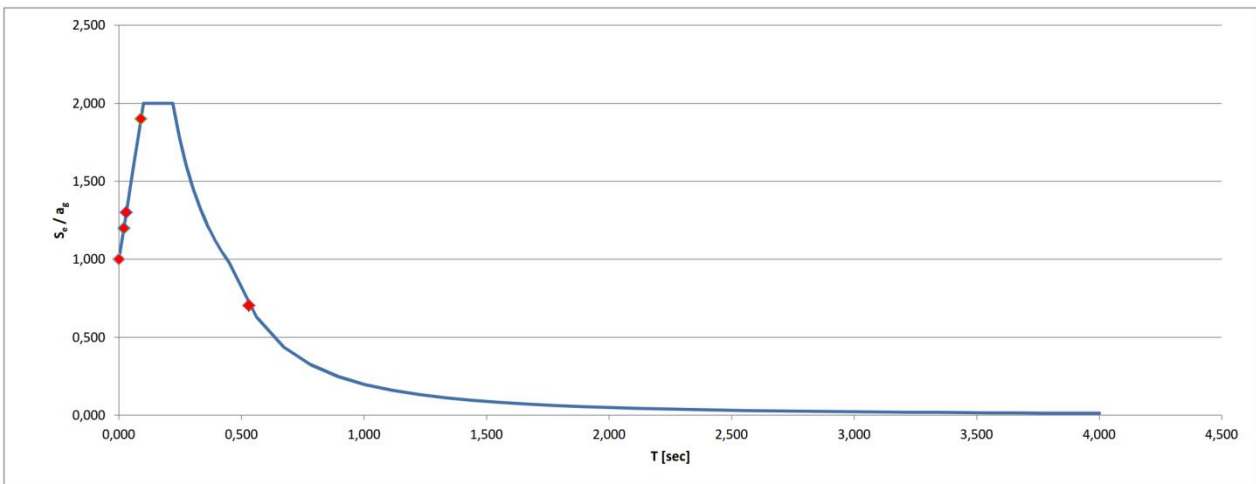
Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-mei-15

**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), bouwdeel C**

Representatieve gedragsfactor	1,5						
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)					
Gedragsfactor	q= 1,50						
		$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	=	$F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 0,53$ sec	0,705	* 0,64 =	0,451 g *	70,8	=	4.608 kN
	$T_2 = 0,09$ sec	1,900	* 0,64 =	1,216 g *	21,2	=	3.720 kN
	$T_3 = 0,03$ sec	1,300	* 0,64 =	0,832 g *	6,3	=	756 kN
	$T_4 = 0,02$ sec	1,200	* 0,64 =	0,768 g *	1,7	=	188 kN
	$T_5 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_6 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_7 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_8 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_9 = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
	$T_{10} = 0,00$ nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	=	0 kN
Base Shear Force						SRSS:	5.973 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			7.770 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel C**

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q= 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitssystemen	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	12,0 m	
Verdiepingen	3	

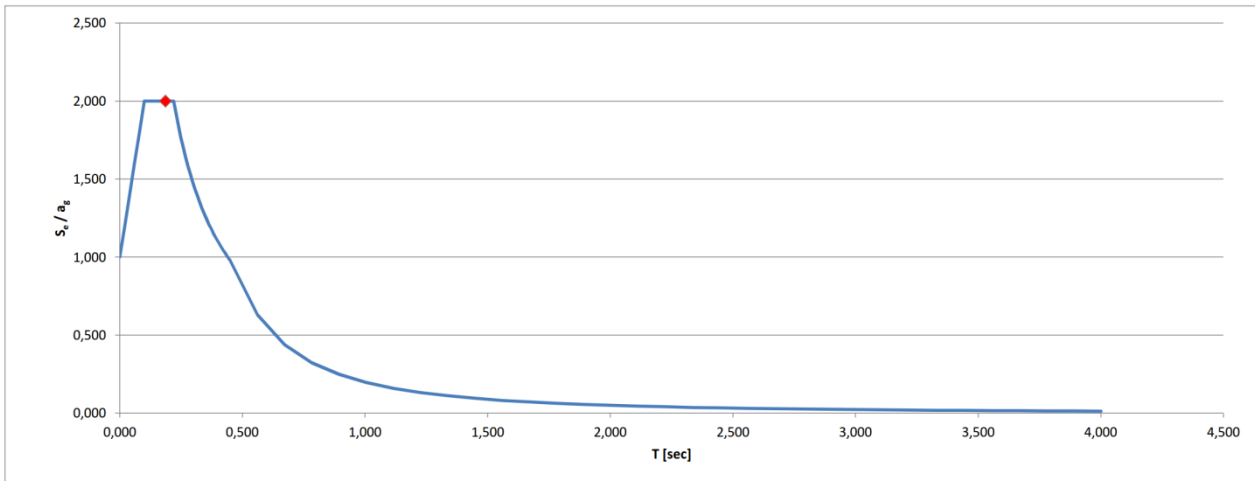
wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	1,80	0,30	2	1,1	0,1	✓ 0,15
2	2,70	0,30	1	0,8	0,1	✓ 0,23
3	6,00	0,30	6	10,8	5,3	✓ 0,50
4	6,80	0,30	1	2,0	1,2	✓ 0,57
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
$\Sigma$	17,3	-	10	14,7	6,8	-

$C_i$  0,029

	$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd}$ =	$S_d(T_i)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 0,19$ sec	2,000	* 0,64 = 1,280 g *	0,85	100	15.698 kN
Base Shear Force					SRSS:	15.698 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 20.410 kN

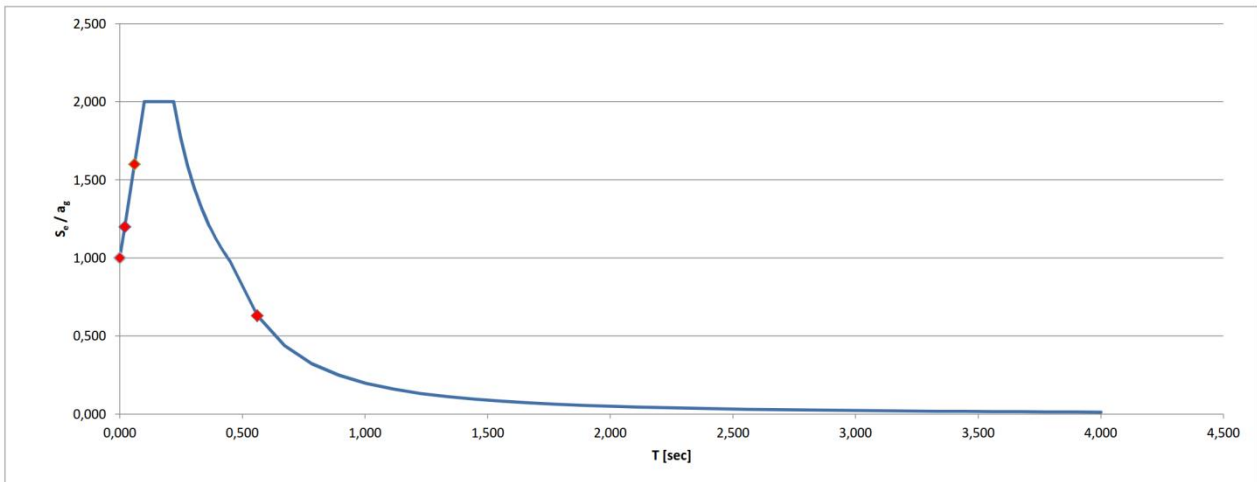


Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-mei-15

**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 (y-richting), bouwdeel C**

Representatieve gedragsfactor	1,5						
Regelmaat in verticale doorsnede	ja		NPR 9998 (4.2.3.3)				
Gedragsfactor	q= 1,50						
			$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* %	= $F_{Bk}$
Trillingstijd	$T_1 = 0,56$ sec		0,631	* 0,64 =	0,404 g *	80,1	= 4,670 kN
	$T_2 = 0,06$ sec		1,600	* 0,64 =	1,024 g *	16,1	= 2,379 kN
	$T_3 = 0,02$ sec		1,200	* 0,64 =	0,768 g *	3,3	= 366 kN
	$T_4 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_5 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_6 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_7 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_8 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_9 = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
	$T_{10} = 0,00$ nvt		0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
Base Shear Force							SRSS: 5,254 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							6,830 kN



## Bouwdeel C

### Langsrichting (X-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand W1	0,80	0,15	6	4,8	0,04	0,15	116	0,20	0,03	<=0,07	0,49
wand W2	1,75	0,15	6	10,5	0,40	0,15	1219	0,44	0,16	>0,07	2,33
wand W3	3,00	0,21	2	6	0,96	0,21	2921	2,28	0,48	>0,07	6,84
wand W4	6,00	0,30	2	12	10,80	0,30	32761	4,55	1,91	>0,07	27,38
wand W5				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W6				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W7				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W8				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W9				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W10				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W11				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,20	16	33,3	12,20		37018	kNm	7.770	kN	9,26

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,082 l > 0.6Sa\*h = 0,45 m Voldoet !

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 36,6 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 3,844E+06 kNm/rad

### Dwarsrichting (Y-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand Wa	1,80	0,30	2	3,6	0,29	0,30	256	0,40	0,04	<=0,07	0,64
wand Wb	2,70	0,30	1	2,7	0,49	0,30	433	1,19	0,10	>0,07	1,45
wand Wc	6,00	0,30	6	36	32,40	0,30	28479	0,44	0,50	>0,07	7,16
wand Wd	6,80	0,30	1	6,8	7,86	0,30	6909	2,99	0,64	>0,07	9,19
wand We				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wf				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wg				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wh				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wi				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,30	10	49,1	41,04		36077	kNm	6.830	kN	4,61

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,828 l > 0.6Sa\*h = 4,47 m Voldoet niet!

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 123,1 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 1,293E+07 kNm/rad

### Steensterkte (hardgrauw) gemiddeld 10-17,5 N/mm2:

fb =	14 N/mm2	(steensterkte)	hardgrauw
fm =	4 N/mm2	(mortelsterkte)	kalkmortel
fk =	4,66 N/mm2	(druksterkte)	NEN-EN 1996-1-1 (3.1)
fvko =	0,10 N/mm2	(schuifsterkte)	onbekend voor kalkmortel NEN-EN 1996-1-1 3.6.3
fmm =	6,99 N/mm2	(gemiddelde druksterkte)	NPR 9998 9.1.3
Emm =	7342 N/mm2	(E modulus verhoogd)	NEN-EN 1998-3 C.3.1
Emm =	3671 N/mm2	(E modulus gereduceerd)	NPR 9998 9.1.4
γM =	1,5 [-]		NPR 9998 9.6 (3)
γR =	1,3 [-]		NPR 9998 4.4.2.2
fRd =	2,39 N/mm2		NPR 9998 4.4.2.2
σEd =	0,09 N/mm2	(normaalspanning op toetsniveau)	NEN-EN 1996-1-1 (3.5)
fvRd =	0,07 N/mm2	(rekenwaarde schuifsterkte)	NPR 9998 4.4.2.2

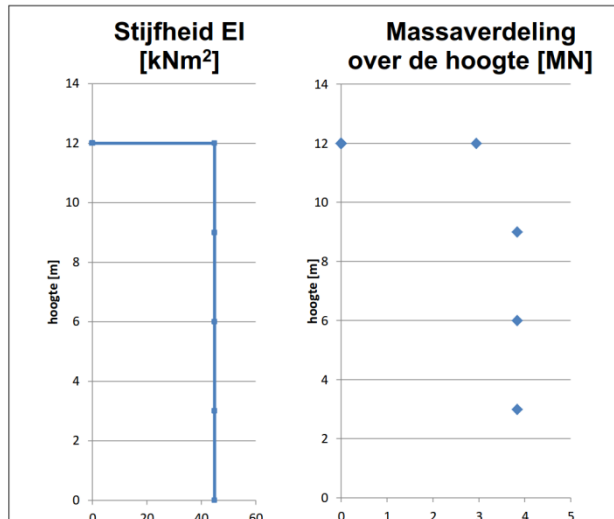
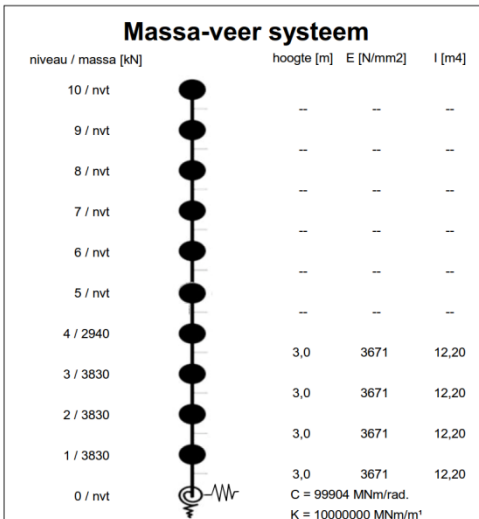
ter vergelijking de waarde volgens ASCE

fvko = 0,21 N/mm2 (schuifsterkte)

checklist A.3.2.5.1

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel C X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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	$a_{g,ref}$ :	0,40 [m/s <sup>2</sup> ]	reductiefactor :	v:	0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkefactorfactor:	$\gamma_1$ : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} * \gamma_1 * v$ :	0,22 g [m/s <sup>2</sup> ]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} * \gamma_1$ :	0,56 g [m/s <sup>2</sup> ]			

**Resultaten dynamische berekening:**

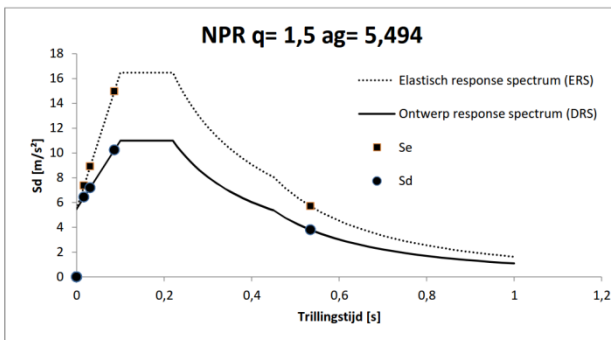
Aantal modeshapes (berekend): 4  
Aantal modeshapes (benodigd): 2

Trillingsvorm	T (s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s <sup>2</sup> ]	Se [m/s <sup>2</sup> ]
1	0,534	1,87	1022	70,8%	70,8%	3,81	5,71
2	0,086	11,59	307	21,2%	92,1%	10,23	14,97
3	0,031	32,13	90	6,3%	98,3%	7,20	8,91
4	0,017	58,50	24	1,7%	100,0%	6,43	7,37
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



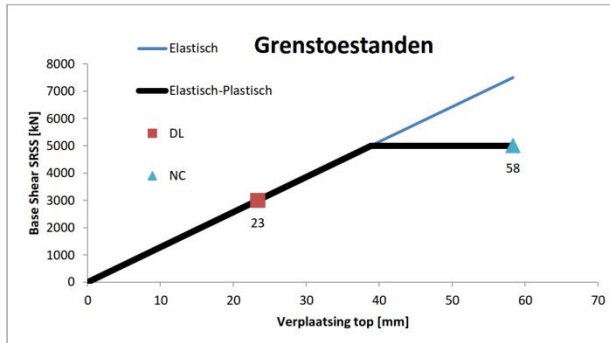
**Ontwerp respons spectrum (DRS):**

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.

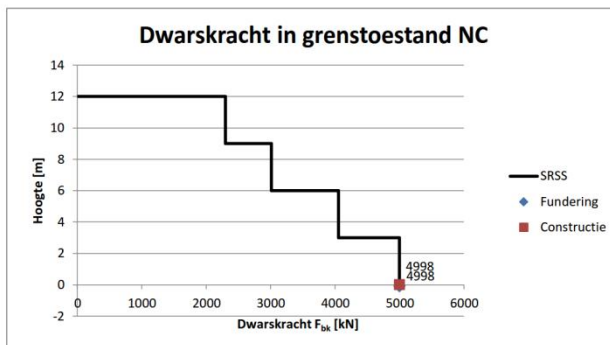
**Elastisch respons spectrum (ERS):**

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

**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.

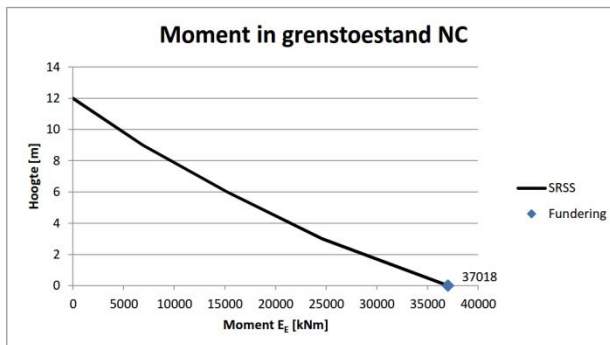
 De niet constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand **DL** volgens NEN-EN 1998-1 4.4.3.2.

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

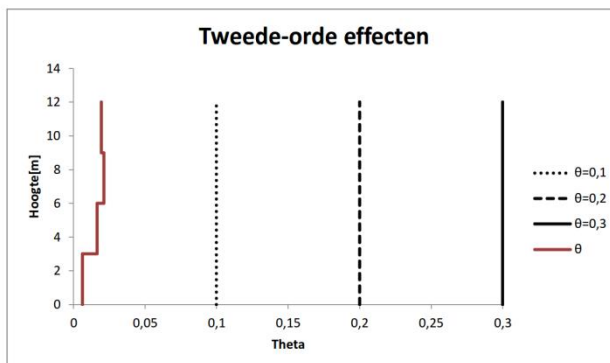
 In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS". De algemene formule uit de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

$$E_E = \sqrt{\sum (E_{E_k})^2}$$

 $E_{E_k}$  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  $\theta < 0,10$ .

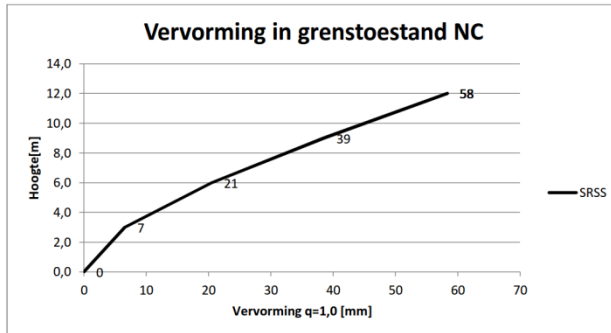
 Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,1 < \theta < 0,2$  dan kunnen de tweede-orde-effecten worden benaderd door de relevante seismische belastingeffecten te verminderen met een factor gelijk aan  $1/(1 - \theta)$ .

 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.

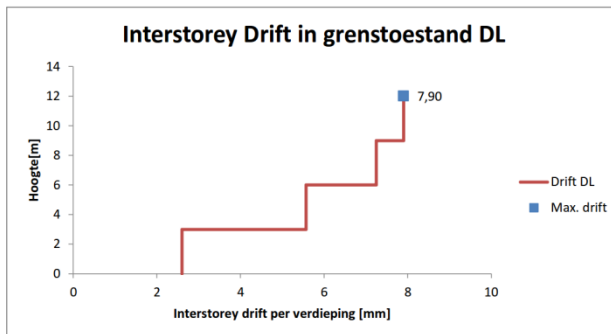
Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel C X-richting	Projectcode	13663-SAxxxX
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-mei-15

**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 maatgevende waarde is in de grafiek aangegeven.



Bijlage 5

**Constructieve berekening bouwdeel D**



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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, bouwdeel D**

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	12,00	6.954	6.954	0
3	9,00	9.045	8.633	412
2	6,00	9.045	8.633	412
onderste niveau	3,00	8.630	8.218	412

**Belastingen**

Niveau		Geïg. gewicht [kN/m <sup>2</sup> ]	Permanente belasting C <sub>perm</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Permanente belasting, totaal xG <sub>perm</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	opgelegde Q belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	φ	Combinatie coefficient ψ <sub>2</sub>	Seismische combinatie coefficient Ψ <sub>E1</sub>	x aantal	lengte l [m]	breedte b [m]	oppervl. [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Vloer	5,76	0,35	6,1				1,0	916,0	1,0	1,0	916	5.597	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	11,9	1,0	1,0	12	239	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	47,2	1,0	1,0	47	825	
	Beton	24,00		24,0				1,0	12,2	1,0	1,0	12	294	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	916,0	1,0	1,0	916		0
												Sub	6.954	0
3	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	916,0	1,0	1,0	916	5.917	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	23,9	1,0	1,0	24	477	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	94,3	1,0	1,0	94	1.650	
	Beton	24,00		24,0				1,0	24,5	1,0	1,0	24	588	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	916,0	1,0	1,0	916		412
												Sub	8.633	412
2	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	916,0	1,0	1,0	916	5.917	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	23,9	1,0	1,0	24	477	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	94,3	1,0	1,0	94	1.650	
	Beton	24,00		24,0				1,0	24,5	1,0	1,0	24	588	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	916,0	1,0	1,0	916		412
												Sub	8.633	412
onderste niveau	Vloer	5,76	0,70	6,5				1,0	916,0	1,0	1,0	916	5.917	
	Metselwerk	20,00		20,0				1,0	23,9	1,0	1,0	24	477	
	Kalkzandsteen	17,50		17,5				1,0	94,3	1,0	1,0	94	1.650	
	Beton	24,00		24,0				1,0	7,2	1,0	1,0	7	173	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimtes				2,5	0,6	0,3	0,2	916,0	1,0	1,0	916		412
												Sub	8.218	412
												Totaal	32.438	1.237

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel D**

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Regelmaat in verticale doorsnede	ja	NPR 9998 (4.2.3.3)
Gedragsfactor	q= 1,50	
Type stabiliteitssysteem	Beton / metselwerk stabiliteitswanden	NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))
Gebouwhoogte	12,0 m	
Verdiepingen	3	
Wanden		
NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)		

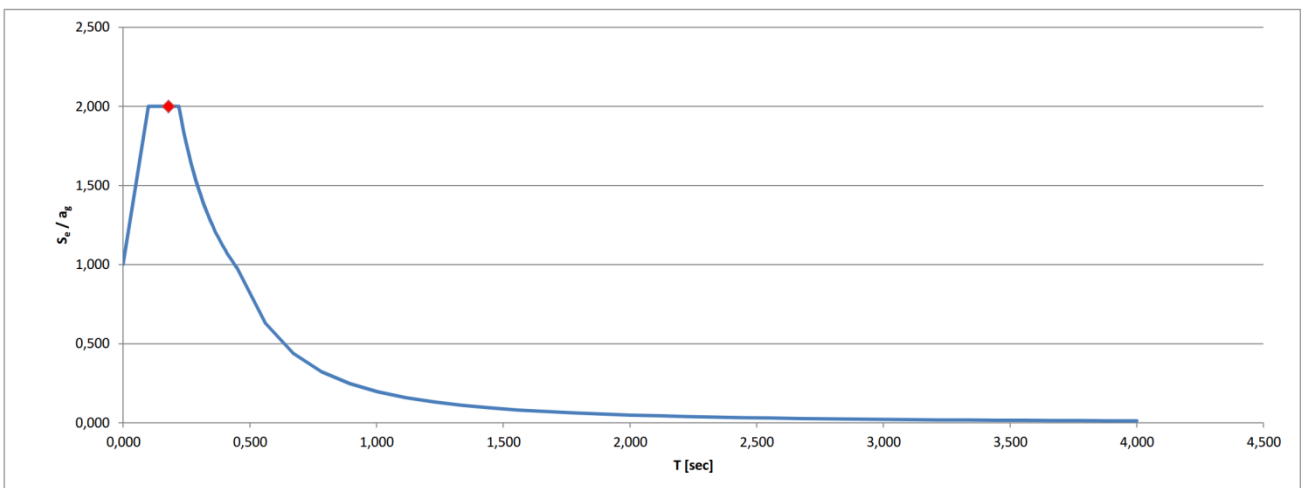
wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	0,80	0,15	2	0,2	0,0	✓ 0,07
2	1,75	0,15	5	1,3	0,2	✓ 0,15
3	10,00	0,21	1	2,1	2,3	✓ 0,83
4	1,00	0,30	3	0,9	0,1	✓ 0,08
5	4,50	0,30	1	1,4	0,4	✓ 0,38
6	3,50	0,21	2	1,5	0,4	✓ 0,29
7	2,40	0,30	2	1,4	0,2	✓ 0,20
8	12,00	0,21	1	2,6	3,7	✗ 1,00
Σ	36,0	-	17	11,4	7,3	- -

$C_t$  0,028

	$T_1$	$S_d(T_1)/a_{gd}$	* $a_{gd}$ =	$S_d(T_1)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$	
Trillingstijd	$T_1 = 0,18$ sec	2,000	* 0,64 =	1,280 g *	0,85	100	36.638	kN
Base Shear Force						SRSS:	36.638	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 47.630 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode 13663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel D**

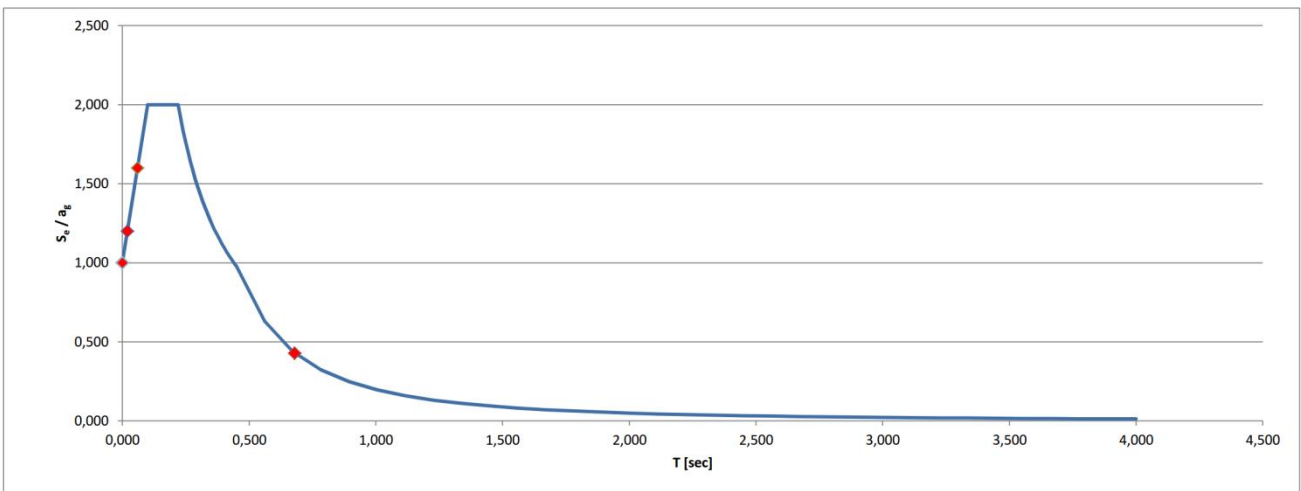
Representatieve gedragsfactor **1,5**  
 Regelmaat in verticale doorsnede **ja** NPR 9998 (4.2.3.3)  
 Gedragsfactor  $q =$  **1,50**

Trillingstijd	$T_i$	$S_d(T_i)/a_{gd}$	$* a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	$* \%$	$= F_{bk}$
$T_1 =$	0,68 sec	0,428	$* 0,64 =$	0,274 g *	81,2	7.494 kN
$T_2 =$	0,06 sec	1,600	$* 0,64 =$	1,024 g *	16,0	5.517 kN
$T_3 =$	0,02 sec	1,200	$* 0,64 =$	0,768 g *	2,6	672 kN
$T_4 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_5 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_6 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_7 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_8 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_9 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_{10} =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,64 =$	0,000 g *	0,0	0 kN

Base Shear Force SRSS: **9.330** 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 **12.130** kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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), bouwdeel D**

Representatieve gedragsfactor 1,5  
 Regelmaat in verticale doorsnede ja NPR 9998 (4.2.3.3)  
 Gedragsfactor  $q =$  1,50  
 Type stabiliteitssysteem Beton / metselwerk stabiliteitswanden NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))  
 Gebouwhoogte 12,0 m  
 Verdiepingen 3

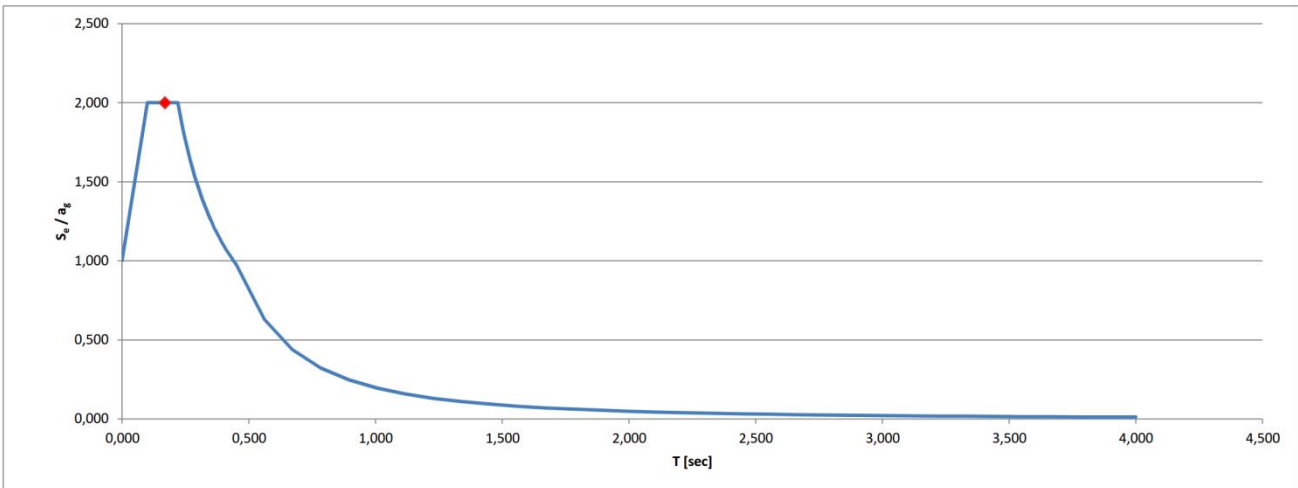
wand	$l_{wi}$ [m]	$b_i$ [m]	#	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$(l_{wi} / H) \leq 0,9$
1	6,00	0,30	9	15,3	7,5	✓ 0,50
2	3,50	0,21	2	1,5	0,4	✓ 0,29
3	2,90	0,21	2	1,2	0,2	✓ 0,24
4	1,70	0,15	1	0,3	0,0	✓ 0,14
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
$\Sigma$	14,1	-	14	18,3	8,1	- -

$C_t$  0,026

	$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gd} =$	$S_d(T_i)$	* $\lambda$ *	%	= $F_{bk}$
Trillingstijd $T_1 =$ <span style="float: right;">0,17</span> sec	2,000	* 0,64 =	1,280 g *	0,85	100	36.638 kN
Base Shear Force						SRSS: <span style="float: right;">36.638</span> 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 47.630 kN



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof	Projectcode I3663-SA006D
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie con/bwk
Adviesgroep	: SA	versie 3.4	Print date 29-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 (y-richting), bouwdeel D**

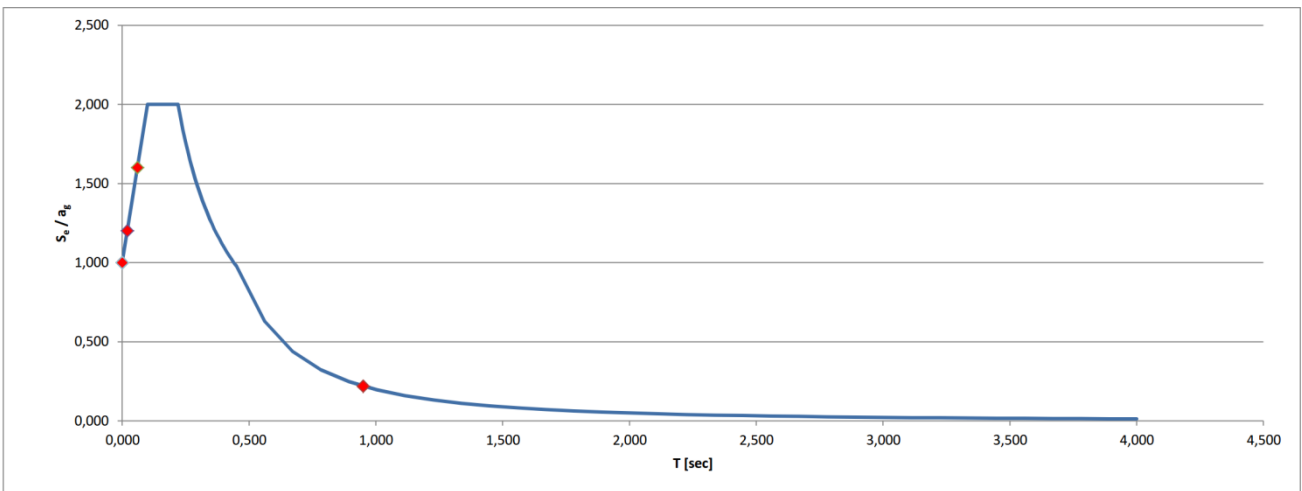
Representatieve gedragsfactor **1,5**  
 Regelmaat in verticale doorsnede **ja** NPR 9998 (4.2.3.3)  
 Gedragsfactor  $q =$  **1,50**

Trillingstijd	$T_i$	$S_d(T_i)/a_{gd}$	* $a_{gr} =$	$S_d(T_i)$	* %	= $F_{bk}$
$T_1 = $	0,95 sec	0,219	* 0,64 =	0,140 g *	81,9	= 3.872 kN
$T_2 = $	0,06 sec	1,600	* 0,64 =	1,024 g *	16,6	= 5.724 kN
$T_3 = $	0,02 sec	1,200	* 0,64 =	0,768 g *	1,5	= 388 kN
$T_4 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_5 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_6 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_7 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_8 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_9 = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
$T_{10} = $	0,00 nvt	0,000	* 0,64 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN

Base Shear Force SRSS: **6.922** 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 **9.000** kN



## Bouwdeel D

### Langsrichting (X-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand W1	0,80	0,15	2	1,6	0,01	0,15	13	0,21	0,01	<=0,07	0,17
wand W2	1,75	0,15	5	8,75	0,33	0,15	352	0,18	0,06	<=0,07	0,83
wand W3	10,00	0,21	1	10	17,83	0,21	18766	5,26	1,89	>0,07	27,05
wand W4	1,00	0,30	3	3	0,08	0,30	79	0,18	0,02	<=0,07	0,27
wand W5	4,50	0,30	1	4,5	2,28	0,30	2397	2,37	0,38	>0,07	5,48
wand W6	3,50	0,21	2	7	1,53	0,21	1609	0,92	0,23	>0,07	3,31
wand W7	2,40	0,30	2	4,8	0,69	0,30	727	0,63	0,11	>0,07	1,56
wand W8	12,00	0,21	1	12	30,82	0,21	32427	6,31	2,72	>0,07	38,95
wand W9				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W10				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand W11				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,23	17	51,65	53,57		56372	kNm	12.130	kN	9,70

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,082 l > 0.6Sa\*h = 0,45 m Voldoet !

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 160,7 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 1,687E+07 kNm/rad

### Dwarsrichting (Y-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σlengte [m]	I [m4]	b_afschuif [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm2]	Afschuif [N/mm2]	NPR / γR	u.c.
wand Wa	6,00	0,30	8,5	51	45,90	0,30	27941	0,21	0,56	>0,07	8,00
wand Wb	3,50	0,21	2	7	1,53	0,21	931	0,53	0,19	>0,07	2,72
wand Wc	2,90	0,21	2	5,8	0,87	0,21	530	0,44	0,13	>0,07	1,87
wand Wd	1,70	0,15	1	1,7	0,06	0,15	37	0,52	0,04	<=0,07	0,64
wand We				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wf				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wg				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wh				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
wand Wi				0	0,00		0	--	--	>0,07	--
Totaal		0,22	13,5	65,5	48,36		29439	kNm	9.000	kN	3,31

h = 9,0 m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)

Sa = 0,828 l > 0.6Sa\*h = 4,47 m Voldoet niet!

Stijfheid fundering op staal bij b<sub>fund</sub> = 3xb 145,1 m4

Rotatiestijfheid C = I x K 1,523E+07 kNm/rad

### Steensterkte (hardgrauw) gemiddeld 10-17,5 N/mm2:

fb =	14 N/mm2	(steensterkte)	hardgrauw
fm =	4 N/mm2	(mortelsterkte)	kalkmortel
fk =	4,66 N/mm2	(druksterkte)	NEN-EN 1996-1-1 (3.1)
fvko =	0,10 N/mm2	(schuifsterkte)	NEN-EN 1996-1-1 3.6.3
fmm =	6,99 N/mm2	(gemiddelde druksterkte)	NPR 9998 9.1.3
Emm =	7342 N/mm2	(E modulus verhoogd)	NEN-EN 1998-3 C.3.1
Emm =	3671 N/mm2	(E modulus gereduceerd)	NPR 9998 9.1.4
γM =	1,5 [-]		NPR 9998 9.6 (3)
γR =	1,3 [-]		NPR 9998 4.4.2.2
fRd =	2,39 N/mm2		NPR 9998 4.4.2.2
σEd =	0,09 N/mm2	(normaalspanning op toetsniveau)	NEN-EN 1996-1-1 (3.5)
fvRd =	0,07 N/mm2	(rekenwaarde schuifsterkte)	NPR 9998 4.4.2.2

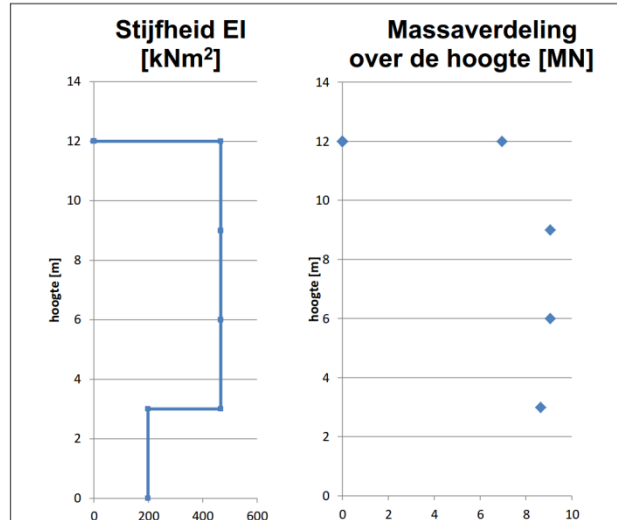
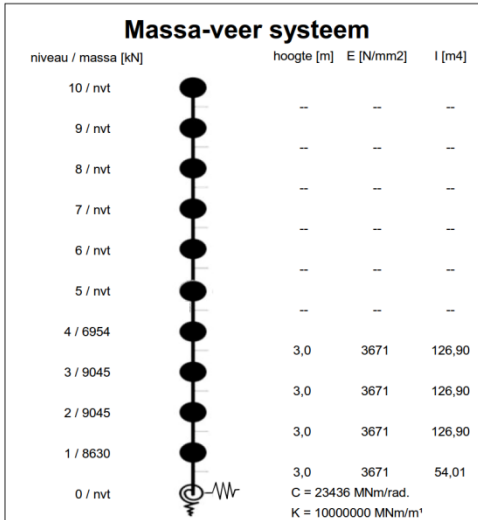
ter vergelijking de waarde volgens ASCE

fvko = 0,21 N/mm2 (schuifsterkte)

checklist A.3.2.5.1

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel D X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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	$a_{g,ref}$ :	0,40 [m/s <sup>2</sup> ]	reductiefactor :	v: 0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	$\gamma_1$ : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} * \gamma_1 * v$ : 0,22 g [m/s <sup>2</sup> ]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} * \gamma_1$ :	0,56 g [m/s <sup>2</sup> ]		

**Resultaten dynamische berekening:**

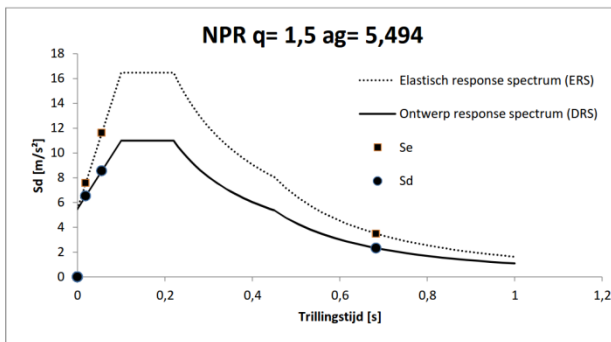
Aantal modeshapes (berekend): 3  
Aantal modeshapes (benodigd): 2

Trillingsvorm	T(s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s <sup>2</sup> ]	Se [m/s <sup>2</sup> ]
1	0,683	1,46	2735	81,2%	81,2%	2,33	3,50
2	0,056	17,91	538	16,0%	97,2%	8,56	11,63
3	0,019	52,91	86	2,6%	99,8%	6,53	7,57
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.

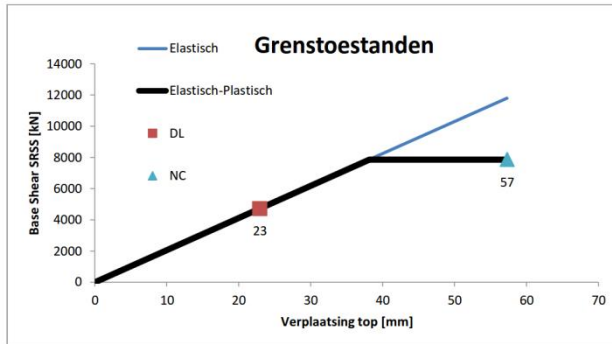
De constructieve elementen worden getoetst aan de grenstoestand **NC**.

**Elastisch respons spectrum (ERS):**

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

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel D X-richting	Projectcode	13663-SAxvxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-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**

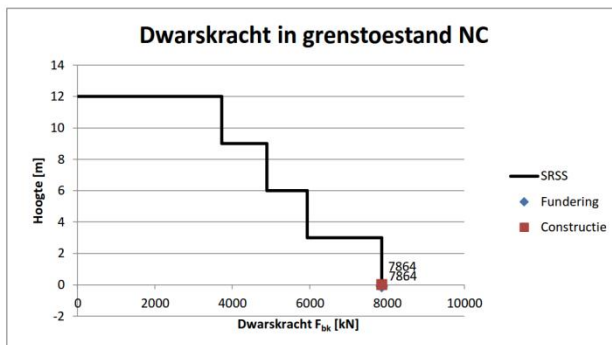


**Grenstoestanden:**

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):**

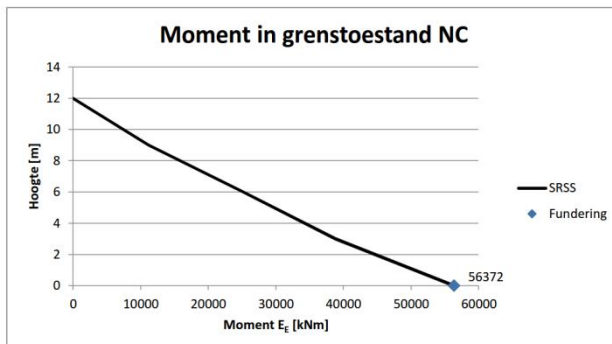
In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS". De algemene formule uit de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

$$E_{\bar{F}} = \sqrt{\sum (E_{Fk})^2}$$

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

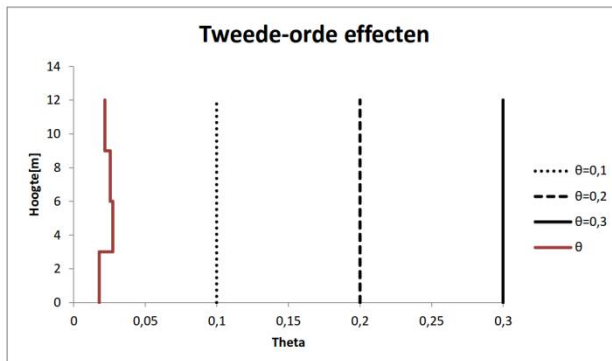
Alle trilvormen die significant bijdragen aan de globale respons worden in rekening gebracht. De totale effectieve geactiveerde massa  $m_k$ , behorende bij trilvorm  $k$ , is zodanig bepaald dat de totale dwarskracht ter plaatse van de fundering  $F_{bk}$  werkend in de richting van de seismische belasting, 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  $1/(1 - \theta)$ .

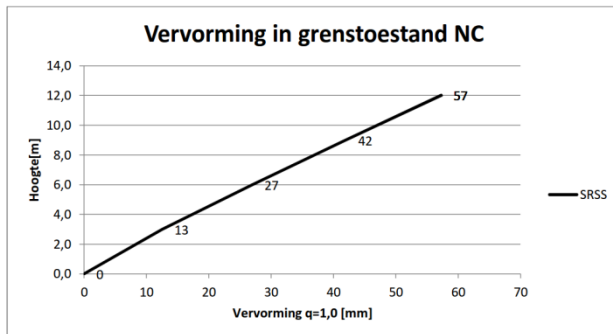
Indien voor één van de verdiepingen geldt  $0,2 < \theta < 0,3$  dan moeten de tweede-orde-effecten worden bepaald door een exacte tweede-orde analyse.

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



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Bloemhof, bouwdeel D X-richting	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	29-mei-15

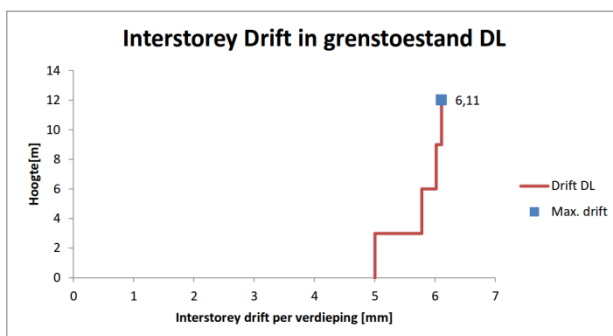
**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015**



**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 "interstory-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  $v$  conform NEN-EN 1998-1 4.4.3.2. De waarde van  $v$  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.

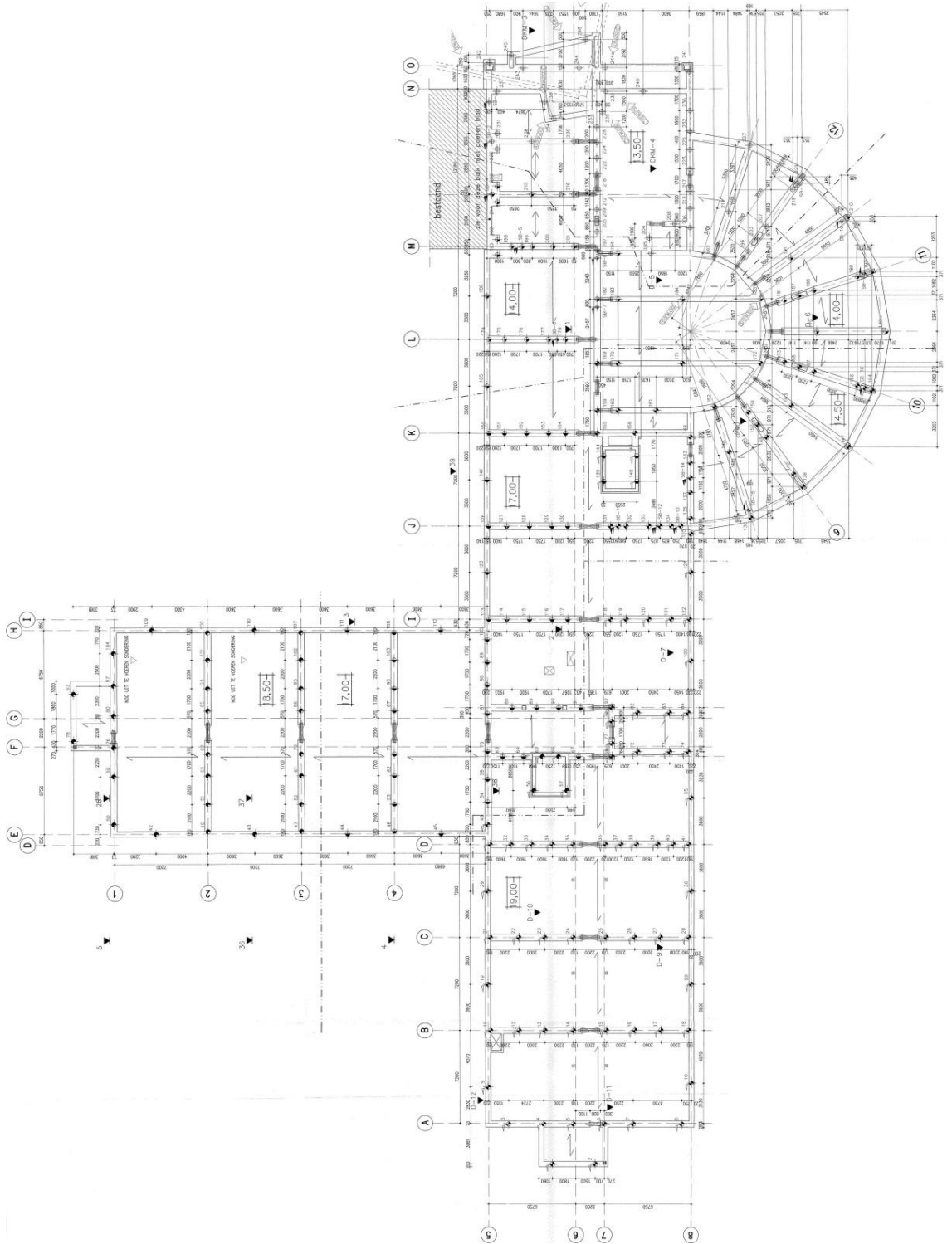


Bijlage 6

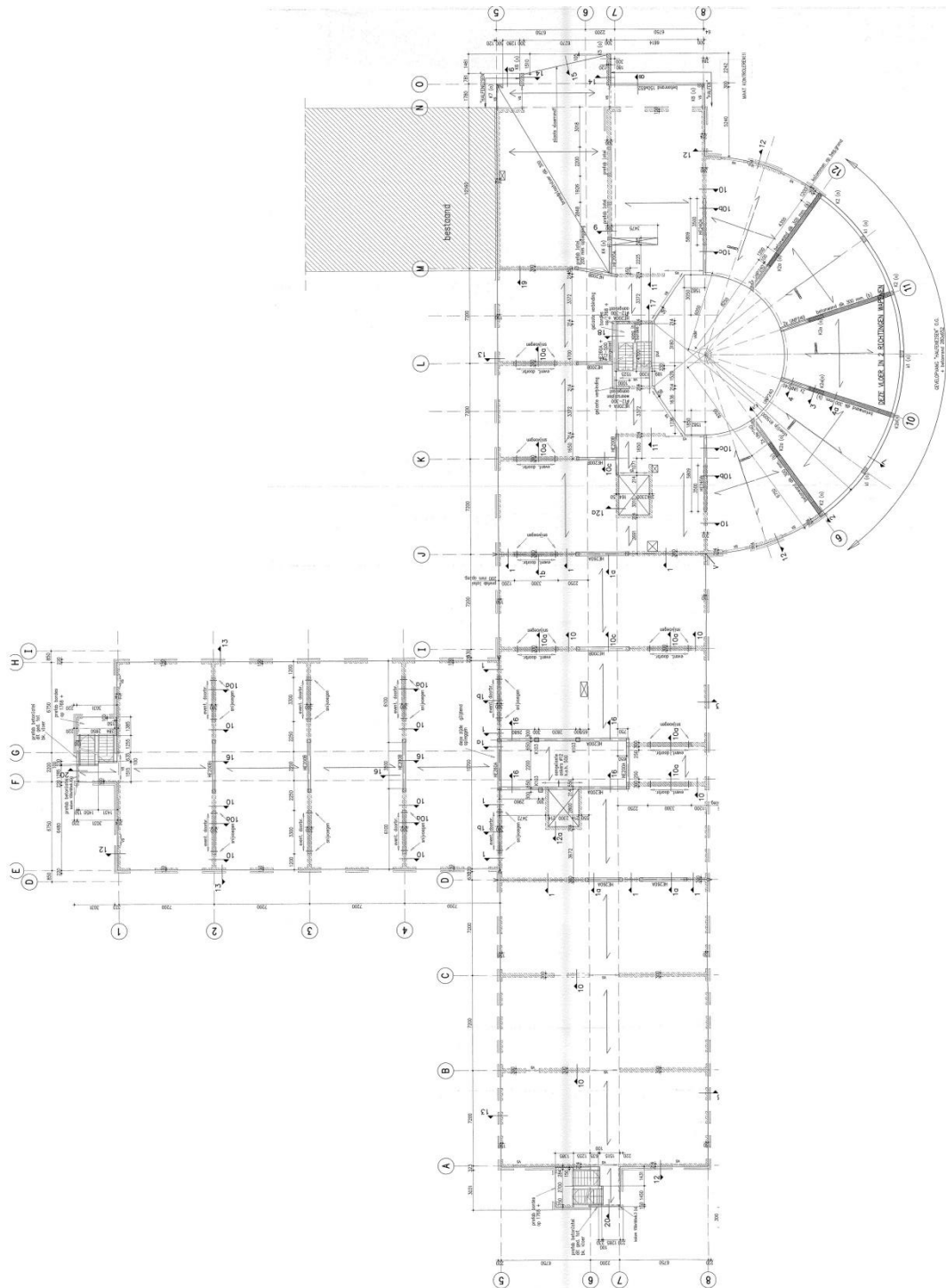
**Tekeningen**

- Constructief
- Bouwkundig

## Constructief

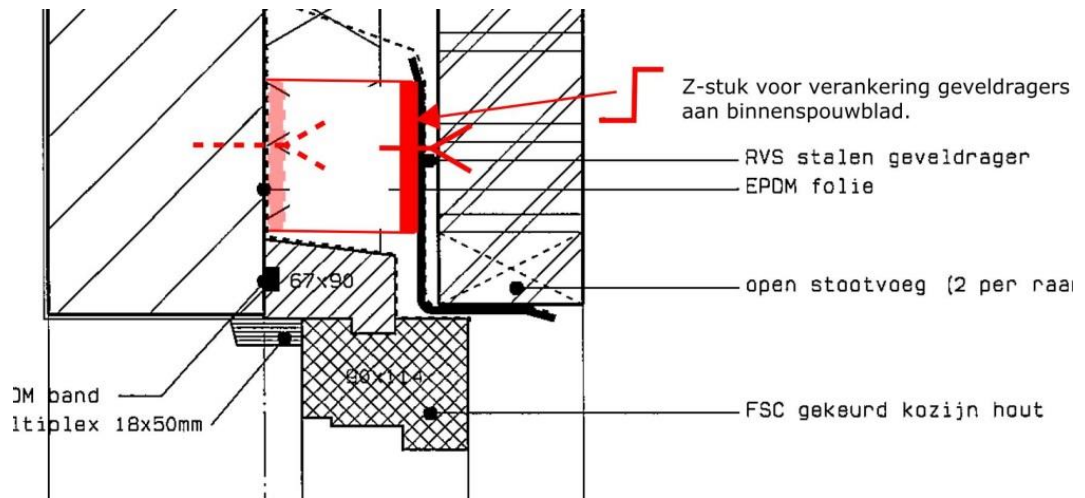


Figuur 11: Palenplan beschouwde bouwdelen

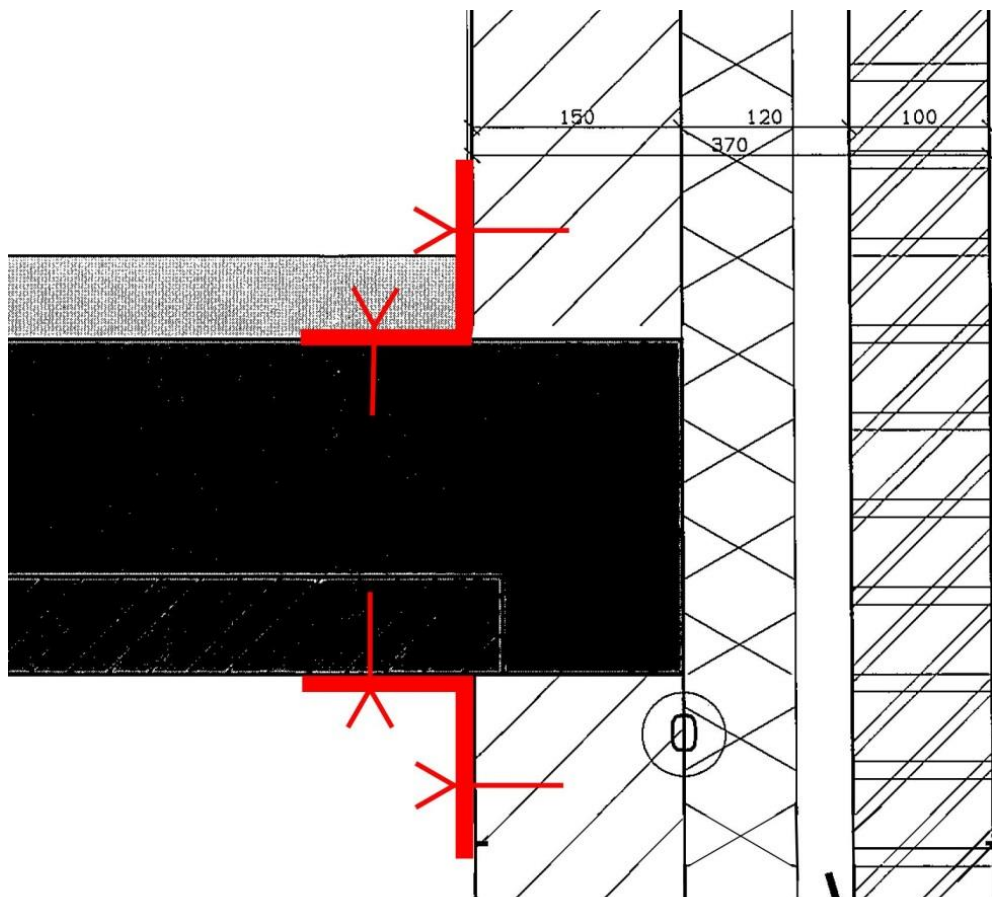


Figuur 12: Plattegrond eerste verdiepingvloer

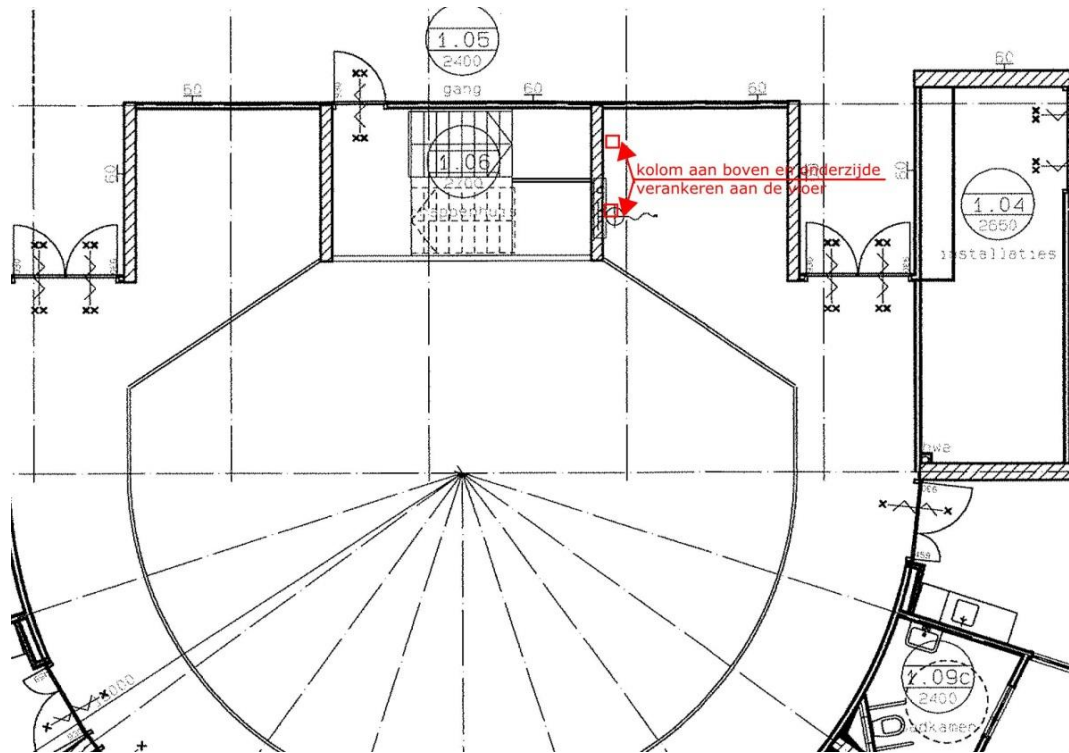
## Bouwkundig



Figuur 13: Oplossingsrichting verankering metselwerkondersteuning



Figuur 14: Oplossingsrichting verankering binnenspouwblad



Figuur 15: Oplossingsrichting uitknikken wand trappenhuis





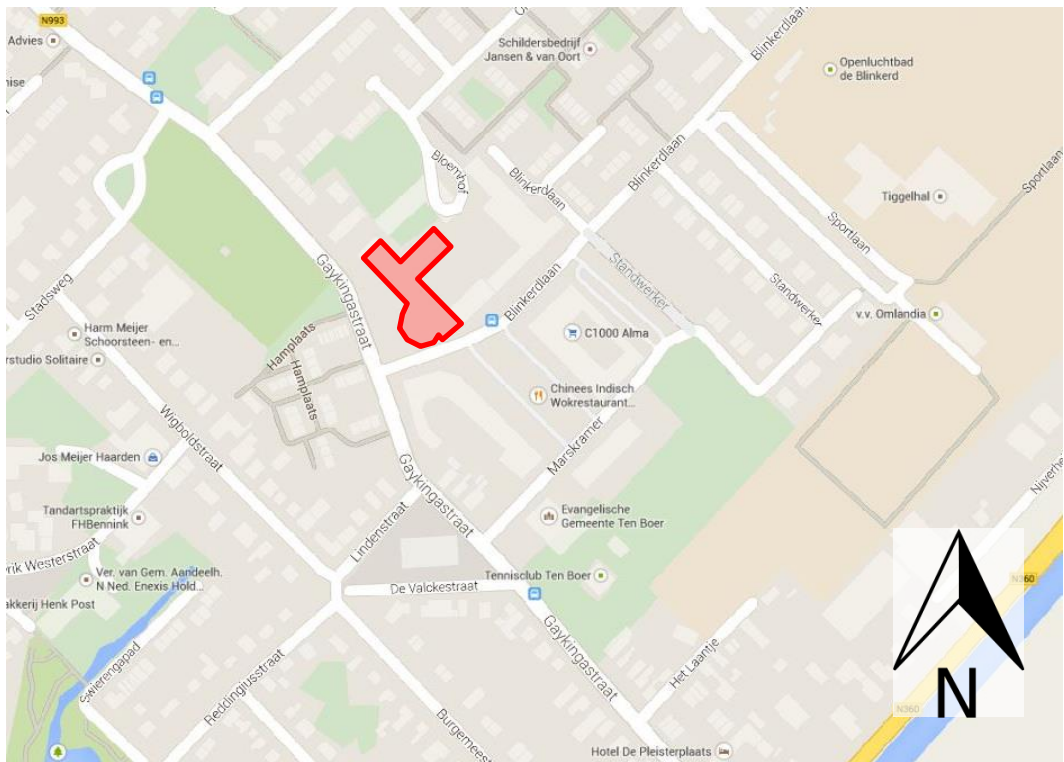
Bijlage 7

**Foto's**

- Situatie
- Constructief
- Bouwkundig

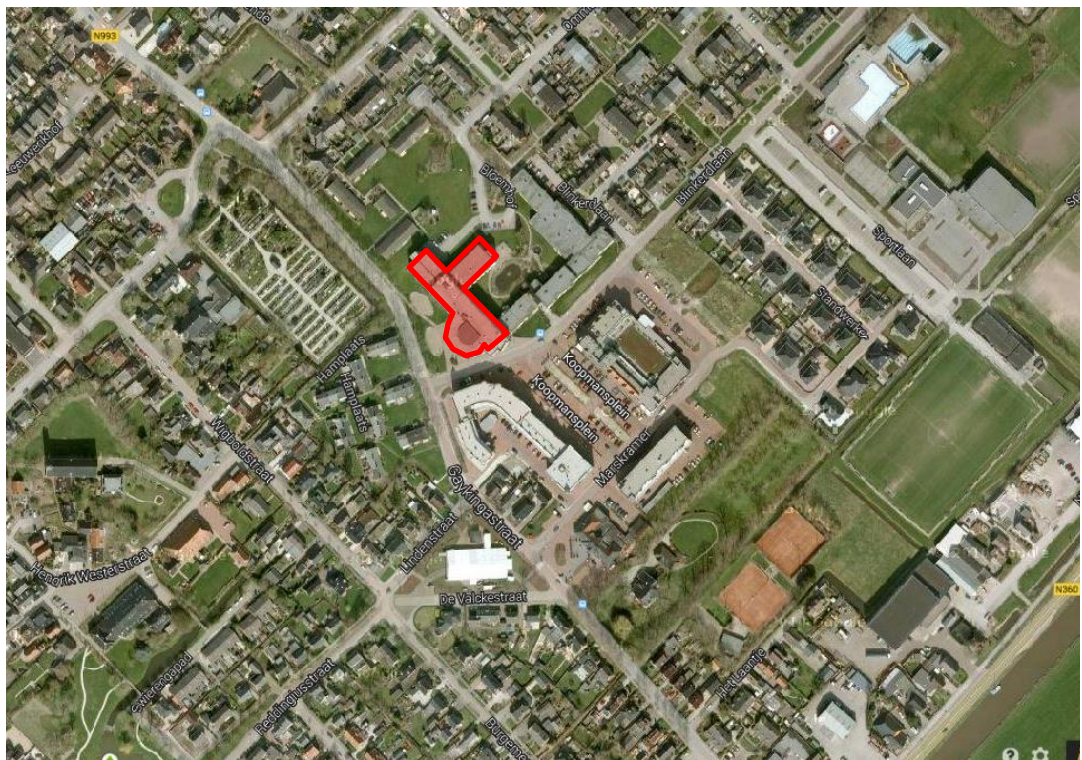


## Situatie



Kaart

Bron: Google maps



Luchtfoto

Bron: Google maps

## Constructief



*Figuur 16: Stalen dakopbouw boven vide bouwdeel D*



*Figuur 17: Aansluiting bouwdeel D op ouder bouwdeel, ter plaatse van entree*

## Bouwkundig



*Figuur 18: Westgevel*



*Figuur 19: Noordgevel*



*Figuur 20: Zuidgevel*



*Figuur 21: Oostgevel*



*Figuur 22: Stalen lateien boven kozijnen*



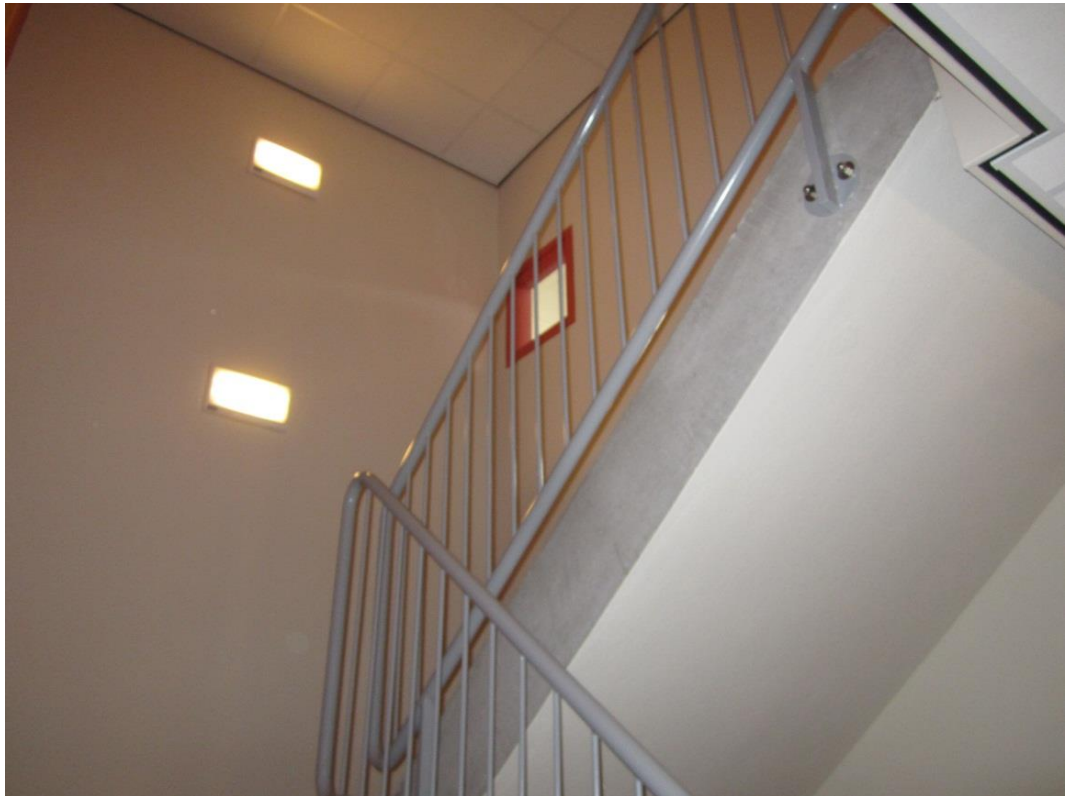
*Figuur 23: Lichtstrook bovendak recreatiezaal*



*Figuur 24: Beplating dakrand recreatieruimte*



*Figuur 25: Balustrade glas en RVS*



*Figuur 26: Stalen spijlen hekwerk langs de trap bevestigd*



*Figuur 27: Dakrand metselwerk met lichte achterconstructie*



*Figuur 28: Tussenbordes centraal trappenhuis opgelegd in wand*



*Figuur 29: Stalen noodtrap niet verankerd aan dak*





*Figuur 30: Lichte scheidingswanden gangen en systeemplafond*



*Figuur 31: Verlaagd systeemplafond*



*Figuur 32: Losse inventaris speelkeuken*



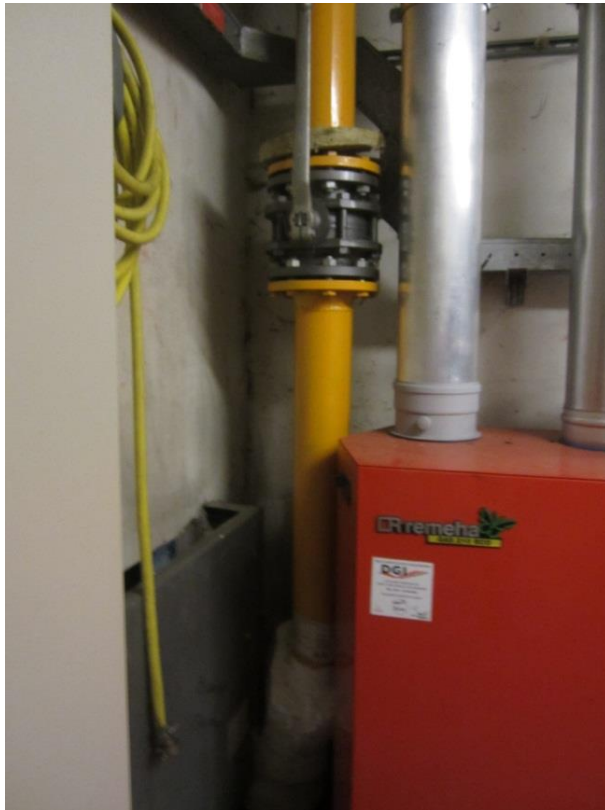
*Figuur 33: Droge blusleiding*



*Figuur 34: Brandblusapparatuur opgehangen*



*Figuur 35: Aansluiting gasgestookte wasdroger*



*Figuur 36: Gasleiding vloerdoorvoer*





Bijlage 8

**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.

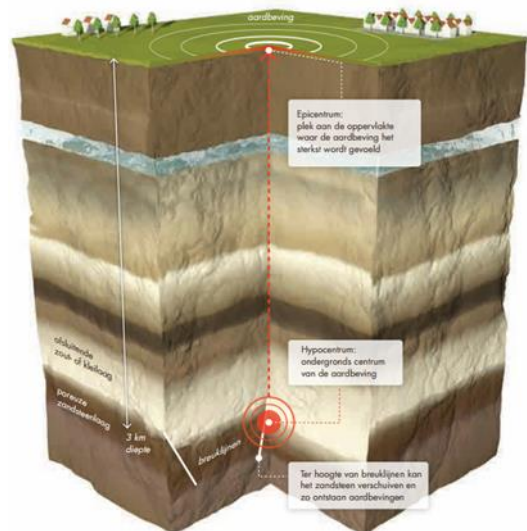
De NAM heeft een internationaal ingenieursbureau opdracht gegeven om de gevolgen van de aardbevingen op bestaande panden te onderzoeken en het ontwikkelen van nieuwe regelgeving voor "Groninger aardbevingen". In deze notitie wordt de relatie tussen aardbevingen en schade aan bebouwing uitgelegd aan de 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.



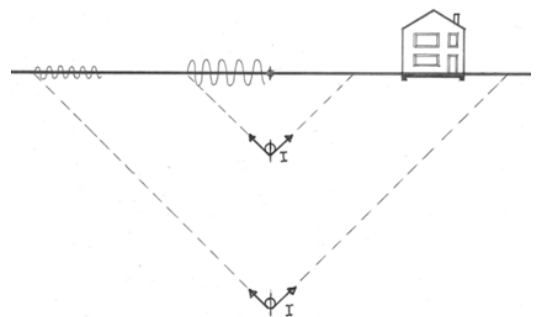
Bijgaande kaart toont de aardbevingen in en rond Nederland. In Groningen is sprake van geïnduceerde bevingen door gaswinning. De geïnduceerde aardbevingen zijn aangeduid met gele stippen. De relatieve grootte van de stip geeft de orde van grootte van de gemeten magnitude aan.

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.

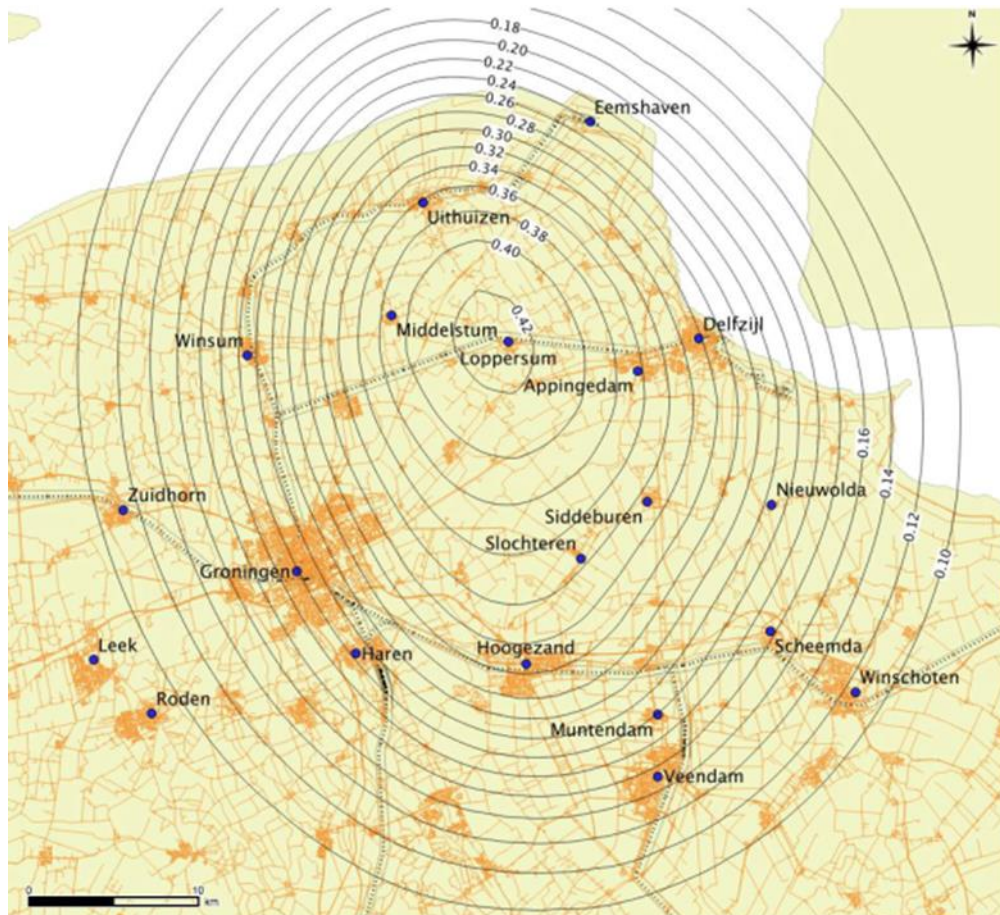
### 2.3. *Toetsing conform de voorlopige NPR 9998 d.d. februari 2015*

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 ('No 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

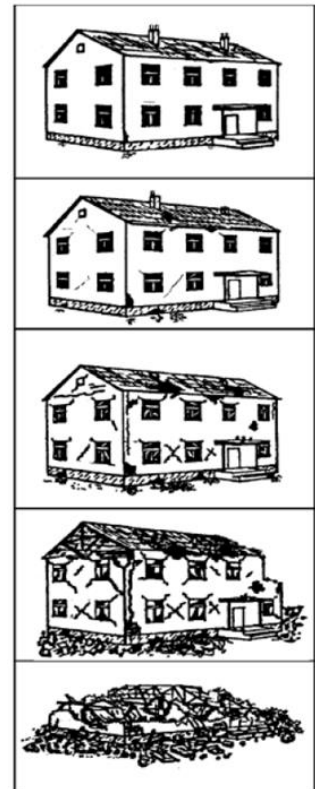
#### 3.1. Algemene risico's bij aardbevingen

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 (No 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.

