



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
Zorgcentrum Amkemaheerd Groningen

1 september 2015



seismisch advies

Seismische scan Zorgcentrum Amkemaheerd Groningen

Project: **Seismische scan Exemplarische gebouwen**

Betreft: Zorgcentrum Amkemaheerd aan de Amkemaheerd in Groningen

Datum: 1 september 2015

Code: 13663-006-C

Opdrachtgever: Gemeente Groningen



Contactpersoon: ir. E. van Deelen

Opgesteld door: ir. G. Voorhoeve (constructief)
A. Hartman (bouwkundig)

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	



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1.	Vraagstelling / Doelstelling	5
1.2.	Achtergrond	5
1.3.	Aanpak	5
2.	Inventarisatie	7
2.1.	Algemeen	7
2.2.	Constructieve elementen	10
2.3.	Niet-constructieve elementen	12
3.	Analyse en oplossingsrichtingen	13
3.1.	Toetsingskader	13
3.2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	13
3.3.	Analyse seismisch gedrag	17
3.4.	Analyse constructieve elementen	19
3.5.	Analyse niet constructieve elementen	23
4.	Conclusies en aanbevelingen	26
4.1.	Conclusies	26
4.2.	Aanbevelingen	28
4.3.	Nader onderzoek	28
Bijlagen		29
Bijlage 1	Checklist constructieve en niet-constructieve elementen	29
Bijlage 2	Constructieve berekening	35
Bijlage 3	Tekeningen	49
Bijlage 4	Foto's	57
Bijlage 5	Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen	81

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 zorgcentrum Amkemaheerd, aan de Amkemaheerd in Groningen waarvan de rapportage voor u ligt.

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

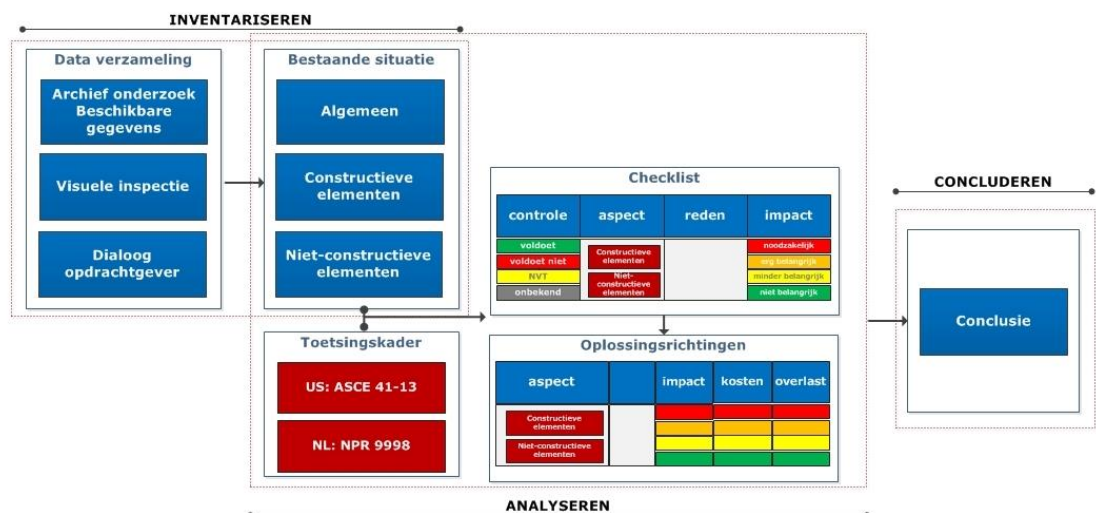
Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de laatste kennis betreffende de seismische activiteit in de regio. Voortschrijdend inzicht in de verwachte aardbevingen en grondversnellingen, gekoppeld aan de voorziene gasproductie, kan in de (nabije) toekomst tot andere conclusies en aanbevelingen leiden.

1.2. Achtergrond

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

1.3. Aanpak

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



Figuur 1.1: Relatie van ontwerpstappen

Hieronder wordt per stap aangegeven welke activiteiten zijn uitgevoerd:

Inventariseren

Het inventariseren bestaat uit:

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

Analyseren

Bij het analyseren:

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

Concluderen

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

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

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



2. Inventarisatie

2.1. Algemeen

2.1.1. Beschikbare gebouwdocumenten

De volgende beschikbare documenten zijn gebruikt:

1. Bureau voor Architectuur & Ruimtelijke Ordening Martini bv:

tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ 85_58 blad 1	18-05-1987	Bestek	Situatie
▪ 85_58 blad 6	18-05-1987		Begane grond
▪ 85_58 blad 7	18-05-1987		1 ^e verdieping
▪ 85_58 blad 8	18-05-1987		2 ^e verdieping
▪ 85_58 blad 10	30-07-1987		4 ^e verdieping
▪ 85_58 blad 11	30-07-1987		Gevels + doorsn.
▪ 85_58 blad 12	18-05-1987		Techn. gedeelte
▪ 85_558 blad 1.1	13-07-1988		Situatie recreatie ruimte
▪ 85_558 blad 1	24-06-1988		Recreatie ruimte

2. Constructieve tekeningen ingenieursbureau Dijkhuis bv:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ 8904 blad 1	24-06-1987	Voor uitvoering	Gew.Betonconstr.Fundering, palenplan as 1-10.
▪ 8904 blad 2	24-06-1987		Gew.Betonconstr.Fundering, palenplan as 10-24.
▪ 8904 blad 3	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 4	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 5	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 6	09-07-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 7	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 8	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 9	30-06-1987		Gewapend betonconstructie funderingsbalken.
▪ 8904 blad 11	26-08-1987		Gew. beton en staalconst. ged. As 12 t/m 24.
▪ 8904 blad 12	14-09-1987		Gewapend betonconstructie balk in as 13.
▪ 8904 blad 13	14-09-1987		Staalconstructies noodtrappenhuis.

3. Constructieve berekeningen ingenieursbureau Dijkhuis bv:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ 8904-1	05-06-1987	Voor uitvoering	Stabiliteitsberekening.
▪ 8904-2	05-06-1987		Gewichtsberekening.

4. Vloeren VBI:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ P 13425-02	17-07-1987	Voor uitvoering	1 ^e verd. + 2 ^e + 3 ^e + 4 ^e str. 2 12+19 23.
▪ P 13425-03	24-07-1987		1 ^e verd. str. 14 16.
▪ P 13425-04	24-07-1987		1 ^e verd. str. 16 17.
▪ P 13425-05	24-07-1987		1 ^e verd. str. 19 23.
▪ P 13425-06	17-07-1987		2 ^e verd. +3 ^e + 4 ^e str. 15 16.
▪ P 13425-07	17-07-1987		2 ^e verd. +3 ^e + 4 ^e str. 16 17.
▪ P 13425-08	23-11-1987		4 ^e + 5 ^e verd. (dakterras) str. 1 2 + 23-24.
▪ P 13425-09	23-11-1987		4 ^e + 5 ^e verd. (dakterras) str. 2-8+8-12+19-23.
▪ P 13425-11	23-11-1987		5 ^e verd. (dakvloer) str. 14-16.
▪ P 13425-12	24-11-1987		5 ^e verd. (dakvloer) str. 16 17.
▪ P 13425-13	07-07-1987		Begane grondvloer Berging str. 14-16.
▪ P 13425-14	07-07-1987		Begane grondvloer Berging str. 16-17.
▪ P 13425-15	06-07-1987		Begane grondvloer Berging str. 19-23.
▪ L13425-01	07-07-1987		Begane grondvloer type trappenhuis.
▪ L13425-02	10-07-1987		Begane grondvloer type woningen.
▪ L13425-03	07-07-1987	Begane grondvloer Hoofdentree.	

5. Constructieve berekeningen De Bondt:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
8736909	07-07-1987	Voor uitvoering	Statische berekening prefab.

6. Vloeren Omnia:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
07.266 GB 1	30-09-1987	Voor uitvoering	Galerijplaten 1 ^e verd.vl.
07.266 GB 3	09-10-1987		Galerijplaten 4 ^e verd.vl.
07.266 GB 2	09-10-1987		Galerijplaten 2 ^e + 3 ^e verd.vl.
07.266 GB 4	09-10-1987		Galerijplaten dakvloer.
07.266 GB 11	15-10-1987		2 ^e + 3 ^e + 4 ^e verdvl. En dakvloer.

7. Trappen Hollander Beton bv:

rapportnr.	Datum	Status	Omschrijving
5123 W01	31-07-1987	Voor uitvoering	Balkonplaten B1.
5123 W02	27-08-1987		Trappen T1.
5123 W04	28-08-1987		Trappen en bordessen.

2.1.2.

Beschrijving van het gebouw

Het appartementengebouw is gebouwd in een L-vorm en bestaat deels uit vier en deels uit vijf bouwlagen. Het gebouw is niet gedilateerd maar wel per maximaal 4 appartementen voorzien van een vloeronderbreking en een ankerloze spouwmuur. Daardoor ontstaat een opdeling in kleinere delen die akoestisch gedilateerd zijn (zie figuur 2.1). De woningscheidende kalkzandsteen wanden in de appartementen verzorgen de dwarsstabiliteit verder heeft ieder appartement een eigen kalkzandsteen dwarswand voor de bouwstabiliteit in langsrichting.

- Bouwjaar: 1988/1989
- In het gebouw zijn appartementen ondergebracht.
- Het totale bruto vloeroppervlak bedraagt ca. 7.050 m² (exclusief recreatieruimte).
- De hoofdafmetingen van het gebouw, zijn vastgelegd op de plattegronden (per verdieping) en in de gevelaanzichten in de bijlagen.
- Het gebouw is gefundeerd op prefab heipalen vierkant 250 (draagkracht ca. 180 kN) respectievelijk 320 mm (draagkracht ca. 520 kN). Het inheinniveau bedraagt 10,0 m-NAP.

2.1.3.

Geldigheid van de beschikbare stukken

Tijdens de visuele inspectie ter plaatse op 6 november 2014, waarbij alleen de algemene ruimtes zijn bezocht en geen bezoek aan de appartementen zelf heeft plaatsgevonden, is geconstateerd dat het gebouw globaal overeenkomt met de situatie zoals deze op de genoemde tekeningen is weergegeven.

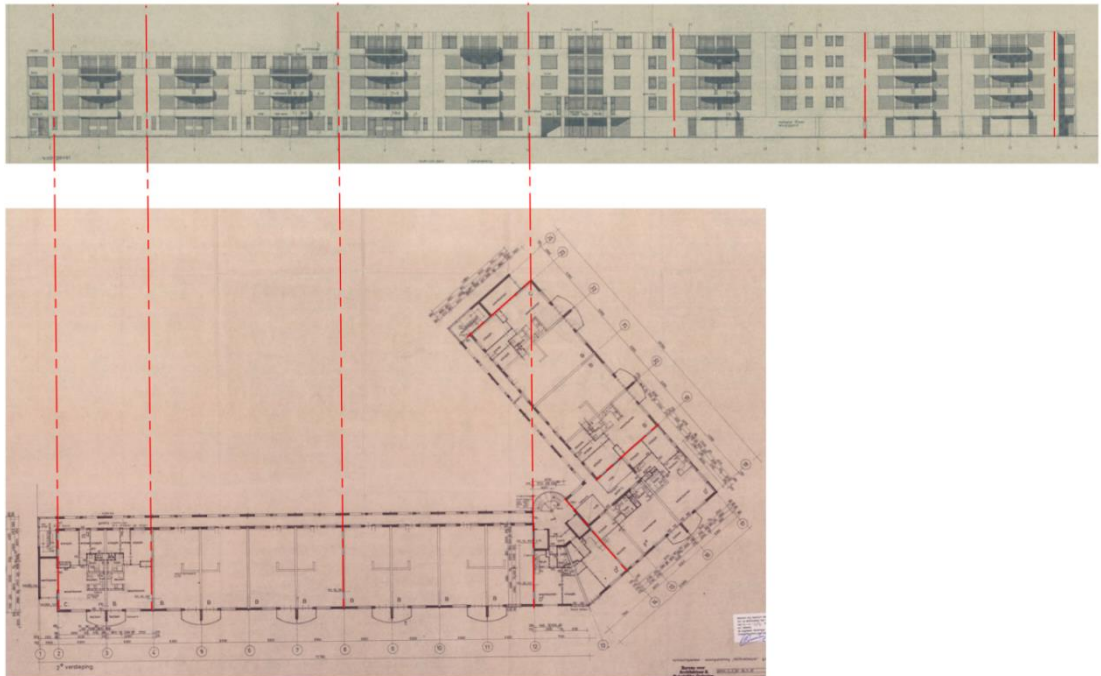
2.1.4.

Algemene conditie

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

- Aantasting van de materialen en/of de interne verbindingen
Er is geen aantasting geconstateerd van de constructieve elementen.
- Scheurvorming
Er is een geringe scheurvorming geconstateerd. Dit betreft krimp en temperatuur scheuren.
- Verplaatsingen
Er zijn geen verplaatsingen van onderdelen t.o.v. elkaar geconstateerd.
- Uitgevoerde herstelwerkzaamheden
Er zijn geen ingrijpende herstelwerkzaamheden waargenomen.

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



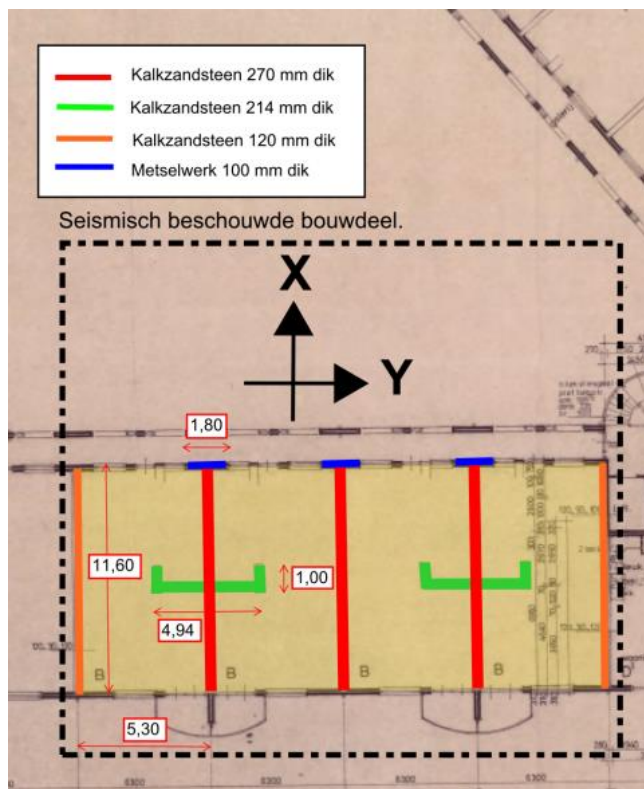
Figuur 2.1: Plattegrond en aanzicht en opdeling.

2.2. Constructieve elementen

2.2.1. Algemeen

Het appartementengebouw is gebouwd in een L-vorm en bestaat deels uit vier en deels uit vijf bouwlagen. De vloerbelasting wordt door middel van dragend metselwerk afgedragen naar de fundering. De stabiliteit in x-richting wordt verzorgd door de woningscheidende wanden. In y-richting is er een dwarswand in de appartementen aanwezig en zullen verder de gevelpananten die over de gehele bouwhoogte aanwezig zijn meewerken. Dit zijn de penanten aan de woningachterzijde.

Deze stabiliteitselementen zijn middels een funderingsbalk gefundeerd op prefab funderingspalen.



Figuur 2.2.:Detailplattegrond met voor de stabiliteit aanwezige elementen.

2.2.2. Vloerconstructie verdieping en begane grond

De begane grondvloer bestaat t.p.v. de bergingen (as 14-23) uit een geïsoleerde kanaalplaatvloer zonder druklaag (180 mm dik) en t.p.v. de entreehal, trappenhuis en woningen uit een geïsoleerde combinatievloer. Deze vloeren zijn opgelegd op enkele lagen metselwerk die vervolgens ondersteund worden door de in-het-werk-gestorte funderingsbalken.

De verdiepingvloeren van de appartementen bestaan uit massieve kanaalplaatvloeren (dik 180 mm) zonder druklaag. De kelkvoegen zijn gevuld en over de gesloten bouwmuren gekoppeld met een wapeningsstaaf rond 8 mm per voeg. De openingen tussen de platen is daar met beton gevuld en voorzien van 4 wapeningsstaven rond 12 mm.

In de driehoekige vloerpunten, bij de galerijen en trappenhuis, is gebruik gemaakt van een bekistingplaatvloer. Deze is deels 180 mm en deels (bij de galerijen) 120 mm dik. Bij de oplegging van deze bekistingplaatvloer is lokaal in de hal oplegvilt aangetroffen (zie foto 40). Dit is niet op de constructietekeningen weergegeven, maar waarschijnlijk heeft dit te maken met de vloerdilatatie naar de galerijen. De balkons aan de voorzijde van het gebouw zijn uitgevoerd in prefabbeton en opgelegd op metselwerk.



- 2.2.3. *Dragend metselwerk, woningscheidende wanden*
De vloerbelasting wordt door middel van dragend kalkzandsteen metselwerk (binnenwanden en binnenspouwbladen) afgedragen naar de funderingsbalken.
- 2.2.4. *Gevelconstructie, binnenspouwblad*
De dragende binnenspouwbladen zijn opgebouwd uit 120 mm kalkzandsteen en boven de raamsparingen zijn betonlateien aangebracht die in het metselwerk zijn opgelegd.
- 2.2.5. *Kolommen en penanten*
De entreehal van het gebouw is een ruimte die is gevormd door een dragende wand op de begane grond te vervangen door een portaalconstructie (zie foto 8 en 9). Deze bestaat uit kolommen van prefabbeton in en gemetselde kolommen buiten het gebouw. Op deze kolommen is een betonbalk aangebracht die het bovenliggende dragende metselwerk opvangt.
Op de verdiepingen wordt het wigvormige vloerdeel tussen de liftschachten per bouwlaag opgevangen met een betonbalk die aan één zijde opgelegd is op een betonkolom en aan de andere zijde op het dragende metselwerk (as 13).
- 2.2.6. *Stalen draagstructuur*
De trappenhuizen zijn opgebouwd uit een stalen draagstructuur waarop prefab trappen zijn opgelegd (foto 20). De stalen draagstructuur wordt zowel horizontaal als verticaal afgesteund aan de hoofdstructuur van metselwerk met kanaalplaatvloeren (niet verankerd). De stalen draagstructuur van het hoofdtrappenhuis wordt horizontaal gesteund door betonkolommen en kanaalplaatvloeren (foto 10).
- 2.2.7. *Dilataties*
Het gebouw is niet voorzien van gebouwdilatatie maar wel per maximaal 4 appartementen voorzien van een vloeronderbreking en een ankerloze spouwmuur. Er is geen direct aansluitende aangrenzende bebouwing.
- 2.2.8. *Stabiliteit*
De stabiliteit in dwarsrichting van het gebouw wordt verzorgd door de woningscheidende kalkzandsteen wanden van 270 mm respectievelijk ankerloze spouwmuren met een dikte van 120-30-120 mm. De gebouw stabiliteit in langsrichting wordt per appartement verzorgd door een dwarswand van 214 mm kalkzandsteen met in de woning een haaks omgezette penant met een lengte van 1,0 meter in de woning. Tevens zullen de gevelpenanten die over de gehele bouwhoogte aanwezig zijn meewerken. Dit zijn de penanten aan de woningachterzijde.

2.3. *Niet-constructieve elementen*

2.3.1. *Gebouwschil*

De gebouwschil bestaat voor het merendeel uit een spouwmuur met een metselwerk buitenspouwblad en een kalkzandsteen binnenblad (zie ook paragraaf 2.2).

Horizontale dilataties in het metselwerk zijn niet zichtbaar. Bij de bovenste bouwlaag is aan de voorgevel de buitenschil voor een groot deel uitgevoerd met een Trespa bekledingsplaat (foto 1).

De trappenhuizen aan de twee gebouweinden zijn voorzien van aluminium vliesgevels over meerdere verdiepingen. De kozijnen zijn bevestigd aan een staalconstructie (foto 19).

Het ronde trappenhuis aan de achterzijde in de oksel van het gebouw is voorzien van een aluminium vliesgevel gehele gebouwhoogte, bevestigd aan een staalconstructie.

De kozijnen zijn voorzien van draadglas (foto 17).

De kozijnen ter plaatse van de woningen zijn van hout en voorzien van dubbele beglazing.

De dakterrassen (4^e verdieping) ter hoogte van de gebouweinden zijn voorzien van een gemetselde borstwering (foto 22).

Aan de galerijzijde (achtergevel) zijn ter hoogte van de toegangsdeuren van de woningen houten kozijnen aangebracht met draadglas (foto 29).

Naast het ronde trappenhuis is een vide aanwezig (foto 34). De gevels bestaan uit enkelglas. Ter plaatse van het dak is een plexiglas dakkoepel aangebracht (foto 35).

2.3.2. *Inbouw*

Het gehele gebouw (entreegebied, trappenhuizen, vide, bergingen, enz.) is voorzien van houtwolcementplaten. Deze zijn mechanisch aan de betonvloeren bevestigd (foto 14).

Langs vloerranden (trappenhuizen, vide) zijn RVS balustrades aangebracht (foto 25). Deze zijn aan de betonnen vloerranden bevestigd.

De scheidingswanden in de woningen bestaan uit lichte steenachtige wanden tussen vloer en plafond.

2.3.3. *Toegangen*

De hoofdtoegang bevindt zich aan in de knik van het gebouw en is voorzien van twee deuren (foto 8). Aan de gebouweinden zijn (nood) trappenhuizen aanwezig.

De trappen zijn uitgevoerd in prefabbeton en opgelegd op een staalconstructie (zie hoofdstuk 2.2).

Aan de achterzijde (foto 6, 36) bevindt zich een stalen noodtrap die de 4^e verdieping met de 3^e verdieping verbindt. Deze stalen trap is met boutverbindingen bevestigd aan het beton en metselwerk (foto 37).

2.3.4. *Installaties*

E- en W-installaties

De W-installaties bestaan uit een liftmachinekamer (2 hydraulische liftinstallaties, foto 41, 42) en een meterkast (foto 43, 44). Beide op de begane grondvloer nabij de entree.

Overige installaties

Ter plaatse van het ronde trappenhuis aan de achterzijde in de oksel van het gebouw en nabij de noodtrappenhuizen zijn droge blusleidingen aanwezig (foto 11, 13, 28).

Verlichting

Verlichting wordt gerealiseerd door diverse soorten armaturen gemonteerd aan plafonds en wanden.

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 ¹
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.

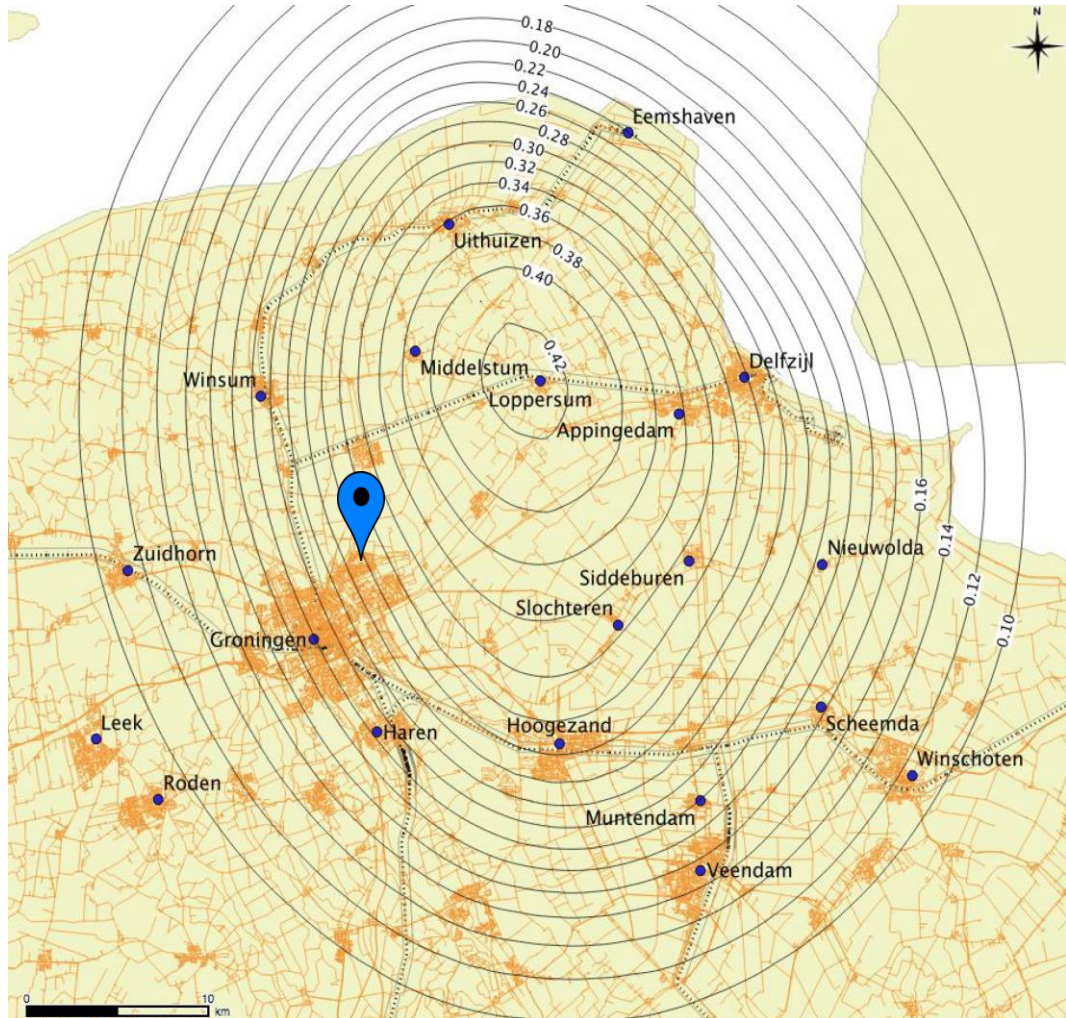
Uitgangspunt	Invoer	Bron
Piekgrondversnelling $a_{q,ref}$	0,30 g	NPR 9998 (3.2.1)
Gevolgklasse (Consequence Class)	CC2	NEN-EN 1990 (2.3)
Belangklasse (Importance Class)	III	NEN-EN 1998-1 (4.2.5)

Tabel 2: Uitgangspunten seismische scan

¹ 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

Piekgrondversnelling²

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



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

Gevolgklasse

Gevolgklasse CC2 is aangehouden zoals minimaal vereist is voor woongebouwen met 4 of meer bouwlagen.

Belangklasse

Belangklasse III is gehanteerd voor dit gebouw conform de eis voor huizen > 10 personen.

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

3.2.2.

Grenstoestanden

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

Toets van de constructieve elementen:

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

Toets van de bouwkundige elementen:

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

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

		Grenstoestand	Waarde
Constructieve toets			
Berekening	NPR 9998	Near Collapse	
Herhalingstijd			1500 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,30 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			high
Bouwkundige toets			
Berekening	VU-NEN	Damage Limitation	
Herhalingstijd			100 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,16 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			moderate

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
Constructieve elementen	
Basic checklist	16.1
Life safety basic configuration checklist	16.1.2 LS
Life safety structural checklist for building types URM: 'Unreinforced masonry bearing walls with stiff/flexible diaphragms'	16.16 LS
Niet-constructieve elementen	
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:

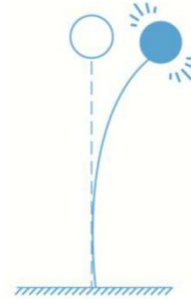
- a) Zijdelingse Belasting Methode met een eenvoudige benadering van de trillingstijd conform de NPR 9998
- b) Spectrale Modale Responsieberekening met een exacte berekening van de trillingstijden, gebaseerd op aannames naar de stijfheden van de constructie.

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

3.3.1. Zijdelingse Belasting Methode

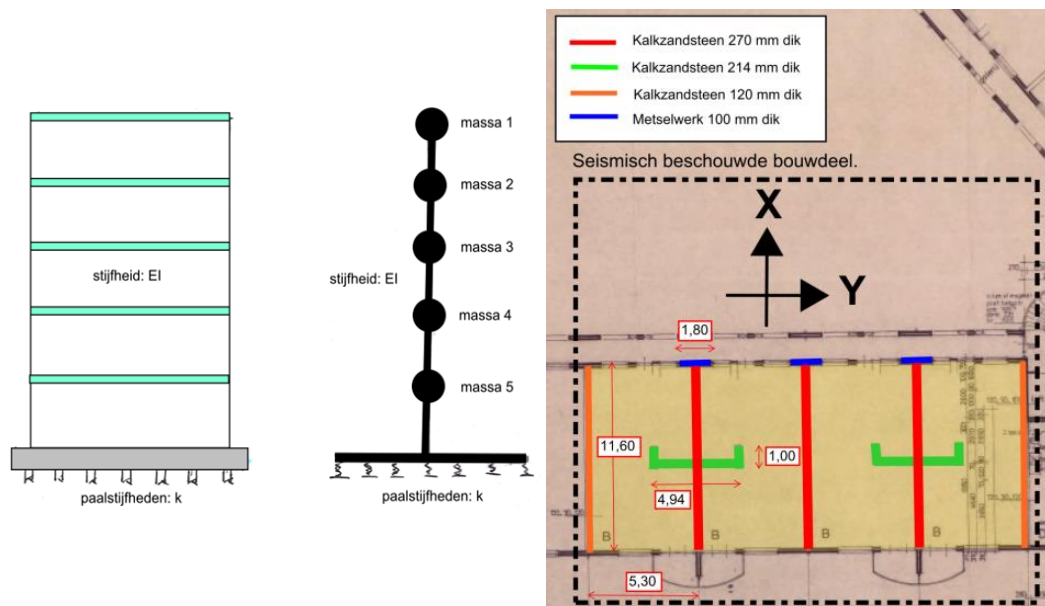
Bij de Zijdelingse Belasting Methode wordt enkel gekeken naar de eerste eigenfrequentie van de structuur. Deze wordt geschat met eenvoudige formules uit de NPR. De schatting houdt geen rekening met specifieke stijfheden van onderdelen van de structuur, maar met generieke eigenschappen van het betreffende 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^e 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 3.2: Gebouw schematisering en stabiliteitssystemen in twee hoofdrichtingen

De massa's van de bouwlagen worden bepaald aan de hand van een eenvoudige gewichtsberekening, welke is opgenomen in bijlage 2. Voor de bepaling van de stijfheid van de rotatieveer is gebruik gemaakt van het palenplan, zie bijlage 3. De stabiliteitselementen die zijn meegenomen voor de bepaling van de buigstijfheid in de twee hoofdrichtingen zijn aangegeven in figuur 3.2.

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

3.3.3.

Uitvoer model

De meest belangrijke uitvoer van de analyse is de maximaal optredende horizontale seismische belasting. Deze belasting grijpt aan in de massazwaartepunten van de verdiepingsvloeren, en dient via het stabiliteitssysteem te worden overgebracht naar de fundering. In de constructieve toetsing wordt beoordeeld of verschillende elementen in het stabiliteitssysteem voldoende capaciteit hebben om deze belasting af te dragen.

Horizontale belasting op funderingsniveau	Optredende belastingen		Capaciteit van de wanden
	Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
x-richting	13120 kN	11800 kN	1629 kN
y-richting	4080 kN	3320 kN	453 kN

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

3.4.1. *Funderingsconstructie*

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

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

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

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

3.4.2. *Vloerconstructie verdieping en begane grond*

De stabiliteit van de constructie bij aardbeving is mede afhankelijk van de schijfwerking uit de vloeren. De kanaalplaatvloeren bestaan uit losse elementen, zijn niet voorzien van een gewapende druklaag en de onderlinge koppeling is zeer beperkt.

Oplossingsrichting

De kanaalplaatvloeren kunnen voorzien worden van een gewapende druklaag die eveneens met de stabiliteitswanden moet worden verbonden. Indien deze tevens ter vervanging van de afwerkvloer kan dienen, zal de belastingtoename slechts gering zijn. De prefabbalkons kunnen daarmee tevens aan de woningvloeren worden gekoppeld.

3.4.3. *Dragend metselwerk / stabiliteit*

De horizontale seismische belasting, als gegeven in tabel 5, moet via het dragende metselwerk worden afgedragen naar de fundering. Uit de verkennende toetsing van hierbij optredende afschuifspanningen blijkt echter dat er onvoldoende capaciteit is voor de afdracht van de lasten in beide hoofdrichtingen. De resultaten van de toetsing zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Schuifspanning [N/mm ²]	Optredende spanningen		Capaciteit van de wanden
	Zijdelingse Belasting Methode	Spectrale Modale Responsie Berekening	
x-richting	1,08	0,97	0,17
y-richting	1,93	1,57	0,17

Tabel 6: Toetsing van stabiliteitssysteem op afschuiving

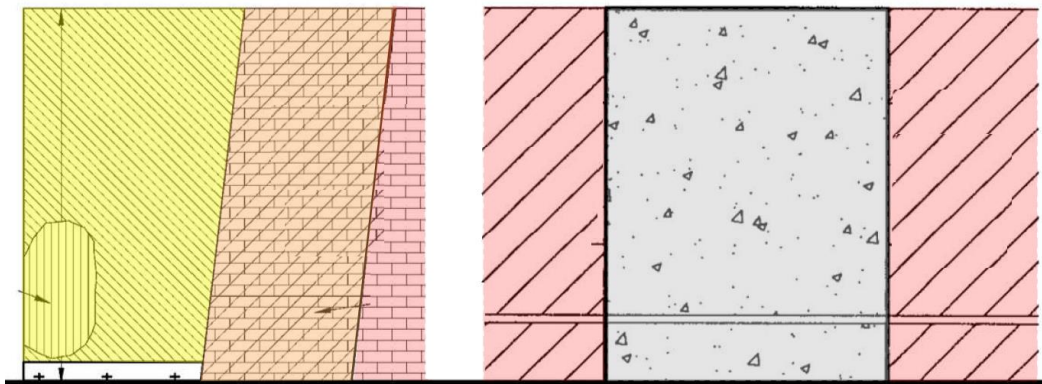
In beide hoofdrichtingen volgt voor beide rekenmethoden een overschrijding van de gestelde eis voor de afschuifkracht in het vlak van de wanden. Deze resultaten kunnen verbeterd worden door een verfijndere rekenmethodiek.

De metselwerk wanden zijn bovendien niet uit het vlak gesteund.

Voor het buitenspouwblad wordt verwezen naar paragraaf 3.5.1.

Oplossingsrichting

De relatief lange woningscheidende wanden trekken door hun hoge stijfheid veel seismische last aan. Door het verticaal zagen van de wanden kan deze stijfheid worden verlaagd. Dit inzagen heeft wel een negatieve uitwerking op de geluidsisolatie, hetgeen een nadere detaillering vereist. Alternatieven bestaan uit het versterken van wanden met vezelversterkt spuitbeton of een structurele versterking met CFRP lamellen en doek (figuur 3.3). De keuze van de juiste versterkingsmaatregel (of combinatie van maatregelen) zal vastgesteld moeten worden met een verfijndere rekenmethodiek.



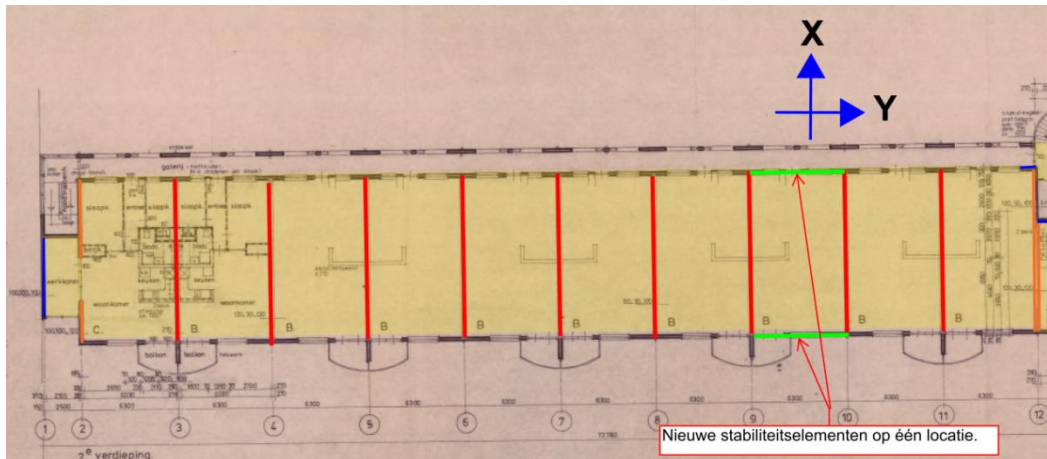
Bestaande metselwerk wand versterken op basis van CRFP (carbon fibre reinforced polymer) lamellen.

Bestaande metselwerk wand versterken op basis van een vezelversterkte overlay van spuitbeton.

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

De wanden dienen uit het vlak gesteund te worden tegen de vloeren (zie oplossingsdetail in bijlage 3) ter voorkoming van omvallen bij een beving. Dragende wanden van 120 mm kalkzandsteen dienen uit het vlak gesteund te worden. Dit kan bij de ankerloze spouwmuren gerealiseerd worden door een onderlinge (druk/trek)koppeling naar elkaar en het vullen van de spouw. Dit in combinatie met het doorkoppelen van de vloeren (zie hoofdstuk 3.4.2).

De dwarsstabiliteitswanden in de woningen hebben, volgend uit de verkennende berekening, een dusdanige overschrijding in sterkte dat een oplossingsrichting hiervoor kan bestaan uit het vervangen door stalen bokken voorzien van een lichte aftimmering. Er kan ook gekozen worden om deze te centraliseren op één locatie per vleugel zodat de invloed op het gebouwgebruik gering is (figuur 3.4). Deze voorzieningen dienen wel van een nieuwe fundering voorzien te worden.



Figuur 3.4: Geconcentreerde nieuw stabiliteitsvoorziening in Y-richting.

Torsie

De torsiestijfheid van het bouwdeel lijkt ontoereikend. Met name in de y-richting van de plattegrond ligt stijfheidscentrum van de betonwanden excentrische ten opzichte van het massazwaartepunt. Dit maakt het bouwdeel gevoelig voor torsie.

Oplossingsrichting

Het ontbreken van voldoende afschuifcapaciteit in de stabiliteitselementen en de gevoeligheid voor torsie kan door één ingreep verbeterd worden. Het toevoegen van stabiliteitsvoorzieningen in de gevelzones kan een mogelijkheid zijn; (zie groene lijnen in figuur 3.4). Hierbij kan gedacht worden aan een stalen windverband over de breedte van een stramien en de volle hoogte van het gebouw. Onder deze extra stabiliteitselementen dient een extra paalfundering aangebracht te worden.

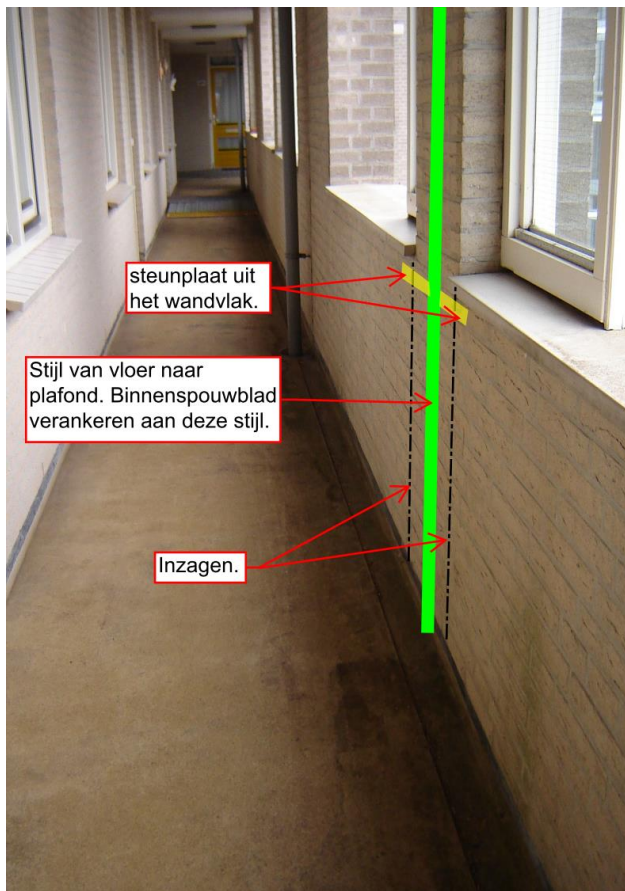
3.4.4.

Dragend metselwerk gevel / binnenspouwblad

De dragende binnenspouwbladen in de kopgevels dienen te voldoen aan de zelfde eisen als vermeld in hoofdstuk 3.4.3. De dragende binnenspouwbladen op de galerijen verstijven de dragende penanten, waardoor deze veel seismische last zullen opnemen dat kan leiden tot scheurvorming en bezwijken.

Oplossingsrichting

De wanden dienen uit het vlak gesteund te worden tegen de vloeren (zie oplossingsdetail in bijlage 3) ter voorkoming van omvallen bij een beving. Bij de eindwanden zal de wand moeten worden gesteund met verticale stijlen die opgenomen kunnen worden in een voorzetwand. De binnenspouwbladen op de galerijen kunnen langs de penanten ingezaagd worden. Verder moeten de borstweringen dan wel weer voorzien worden van een steun uit het vlak (zie figuur 3.5).



Figuur 3.5: Inzagen en steunen borstwering.

3.4.5.

Kolommen en penanten

Balken opgelegd op metselwerk kunnen bij een seismische belasting leiden tot lokaal bezwijken van metselwerk. Daarvoor is het noodzakelijk dat er een tweede draagweg aanwezig is.

De betonbalk in de entreehal en op de verdiepingen daarboven zijn opgelegd op metselwerk en penanten.

Het binnenspouwblad van de kopgevels is vloerdragend. In de gevel zijn boven de kozijnen stalen balken opgenomen opgelegd op metselwerk penanten.

Oplossingsrichting

Ter plaatse van de opleggingen van de beton- en stalen balken in het metselwerk kunnen stalen kolommen aangebracht worden ten behoeve van het creëren van een tweede draagweg.

3.4.6.

Dilataties

De breedte van de vloeronderbreking en een ankerloze spouwmuren is 30 mm. Om "aanstoten" te voorkomen moet een minimale tussenruimte van circa 45 mm (NC) worden aangehouden ($=0,7 \cdot \sqrt{(45^2 + 45^2)}$ volgens de vervormingsberekening (zoals weergegeven in de in bijlage 2 gepresenteerde berekening) en NEN EN 1998-1: Artikel 4.4.2.7).

Oplossingsrichting

Het realiseren van een dilatatie van 45 mm breed is niet uitvoerbaar. Een oplossingsrichting kan bestaan uit het doorkoppelen van de vloeren in combinatie met het vullen van de spouwen (zie oplossingsdetail in bijlage 3). Door het dichtmaken van de dilataties zal het gebouw anders gaan werken. Gezien de leeftijd van het gebouw zal er geen sprake meer zijn van optredende krimp en kruip en zal er alleen nog temperatuurswerking optreden. Dit is het geval bij de galerijen, waarin dus wel een dilatatie nodig blijft.

3.5. Analyse niet constructieve elementen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit de analyse voor niet-constructieve elementen toegelicht, waarbij een oplossingsrichting wordt aangedragen voor elementen die naar alle waarschijnlijkheid niet voldoen aan de uitgangspunten in paragraaf 3.2. De volledige analyse is bijgevoegd in bijlage 1.

Maximale vervorming	Damage Limitation
Per verdieping	4,3 mm
Over totale gebouw	18 mm

Tabel 7, vervormingen in the Damage Limitation grenstoestand

3.5.1. Gebouwschil

Buitenwanden, buitenspouwblad

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

De gevel is niet horizontaal per verdieping gedilateerd.

Van de gemetselde borstwering bij de dakterrassen is niet bekend of deze gesteund worden met een hulpconstructie.

Oplossingsrichting

De gemetselde gebouwschil is in zijn huidige vorm niet aardbevingsbestendig en heeft een aantal problemen die moeilijk in de bestaande structuur opgelost kunnen worden. Om te voorkomen dat letsel ontstaat door uitval van delen van de gevel zouden de volgende maatregelen kunnen worden genomen:

- Het binnenspouwblad verankeren aan de hoofddragconstructie zodat de gevel loodrecht op het vlak geborgd is.
- Indien uit onderzoek blijkt dat onvoldoende verankering aanwezig is kan de standzekerheid van het buitenspouwblad worden gewaarborgd met extra verankeringen aan het binnenspouwblad. Hierbij dient het binnenspouwblad nog wel te worden gecontroleerd op deze 'extra' aandrijvende seismische last.
- Het buitenblad van de gevel kan horizontaal gedilateerd worden per verdieping door middel van een geveldrager.
- Het gevelmetselwerk kan voldoende verticaal gedilateerd worden.

Het eerste punt is ook noodzakelijk voor de constructieve veiligheid.

Het uitvoeren van de laatste drie punten gaat om verregaande ingrepen, waarvan nog onderzocht moet worden wat de impact is op het aanzicht van de gevel. Een alternatieve oplossingsrichting bestaat uit het vervangen van het bestaande buitenblad door bijvoorbeeld een relatief lichte buitenschil bestaande uit hout, isolatie en een afwerkingsmateriaal. Bij voldoende verankering van het binnenblad, maar handhaving van het bestaande buitenblad met voldoende verankering kan uitval van delen worden voorkomen, maar scheurvorming zal wel optreden. Nader onderzoek naar de bevestiging van de gemetselde borstwering op de dakterrassen is dan nodig.

Buitenwandopeningen

De buitenwandopeningen bestaan uit buitenkozijnen waarin isolatieglas is opgenomen. Aan de galerijzijde op de balustraden zijn houten kozijnen met draadglas aangebracht. In het dak bevindt zich een plexiglas lichtkoepel.

Ter hoogte van de trappenhuizen zijn vliesgevels aangebracht, voorzien van draadglas.

Oplossingsrichting

Het glas in de buitenwandopeningen is niet gelaagd of gehard. Indien het glasoppervlak groter is dan 1,6 m² dan stelt de richtlijn dat hier veiligheidsglas dient te zijn toegepast en zijn er voorzieningen aanwezig om te voorkomen dat glas uit de sponning valt. Dit is met name van toepassing voor buitenwandopeningen in de voorgevels.

3.5.2.

Inbouw

Metselwerk binnenwanden

De gemetselde scheidingswanden en lichte steenachtige wanden in de woningen zijn naar verwachting onvoldoende verankerd tegen omvallen. Door scheurvorming in de wand gaat de samenhang verloren. Uitval van delen van de wand kan persoonlijk letsel veroorzaken.

Oplossingsrichting

De metselwerk binnenwanden en lichte steenachtige scheidingswanden dienen (in hun vlak) los gehouden te worden van de constructie. Bovendien kunnen de binnenwanden aan de boven- en onderzijde in dwarsrichting gesteund worden tegen omvallen.

Binnenwandopeningen

Het glas in binnenwandopeningen bestaat uit draadglas. De glasoppervlakten zijn kleiner 1,6 m². Maatregelen voor uitval zijn niet nodig.

Oplossingsrichting

Het draadglas in de houten kozijnen vervangen voor gelaagd glas.

Inrichting

Losse inventaris zoals magazijnrekken of andere valgevoelige zwaardere (10 kg) apparatuur met een zwaartepunt boven de 1,2 m dienen te worden verankerd aan de draagconstructie. Feitelijk is het treffen van voorzieningen volgens de richtlijn niet noodzakelijk.

Advies

In het gebouw zijn bij de bewoners wellicht kasten aanwezig die hieraan voldoen. Het is wenselijk deze te verankeren aan de achterliggende constructie. (Uiteraard daarbij controleren of deze achterliggende constructie ook voldoende gesteund wordt).

3.5.3.

Toegangen

Prefab betonnen trappen

De prefab trappen in de verschillende trappenhuizen zijn glijdend opgelegd. Gezien de beperkte vorming is er geen kans op afschuiving.

Stalen noodtrap

De stalen noodtrap ter plaatse van de 3^e en 4^e verdieping aan de achtergevel is met boutverbindingen bevestigd aan het beton en metselwerk.

Oplossingsrichting

De metselwerk wanden rondom het trappenhuis steunen om te zorgen voor voldoende stijfheid. Controleren en verbeteren van de verankeringen van de stalen trap aan de omliggende constructies.

3.5.4.

Installaties

E- & W- installaties

Met de gehanteerde uitgangspunten is geen eis gesteld aan de uitvoering van E- en W-installaties (liftinstallaties en meterkasten).

Overige installaties

Ter plaatse van het ronde trappenhuis aan de achterzijde in de oksel van het gebouw en nabij de noodtrappenhuizen zijn droge blusleidingen aanwezig alsmede gasleidingen in de centrale meterkast en woningen.

Op het dak staat een GSM-antenne opgesteld die om kan vallen.

Oplossingsrichting

Het verdient aanbeveling valgevoelige zwaardere (>10 kg) apparatuur met een zwaartepunt boven 1,2 m te verankeren aan de draagconstructie.

De GSM-antenne op het dak kan worden geborgd tegen seismische lasten.

Advies

Voor leidingwerk dat van belang is voor de gebruiksveiligheid is het raadzaam om voor een blijvende werking het leidingenverloop te voorzien van flexibele koppelingen ter plaatse van aftakkingen en bij dilataties. Rondom ruimte maken bij doorvoeringen om de minimale vervorming van 4,3 mm te kunnen ondergaan. Dit heeft betrekking op de droge blusleidingen, alsmede gasleidingen in de centrale meterkast op de begane grond en in de woningen. De hoofdgasleiding bij de toegang tot het gebouw kan tevens voorzien worden van een automatische afsluiter die lekken voorkomt/ beperkt.

Verlichting

Verlichting wordt gerealiseerd door diverse soorten armaturen gemonteerd aan plafonds en wanden.

Oplossingsrichting

Controleren en eventueel verbeteren van de bevestiging van armaturen.

Aandachtspunt

In de woningen in het gebouw zijn wellicht allerlei typen armaturen aanwezig.

Vrij hangende armaturen kunnen, indien deze letsel kunnen veroorzaken, worden gezekeerd en/of geschoord.

Controleren en eventueel verbeteren van de bevestiging van armaturen die zijn bevestigd tegen wanden of plafonds.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1. *Conclusies*

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

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

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

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

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

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

4.1.1. *Constructieve berekening*

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

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

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

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

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

4.1.2. *Checklists*

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

4.1.3.

Indicatieve oplossingsrichtingen

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

Oplossingsrichting	impact		
	veiligheid	kosten	overlast
Constructieve elementen			
<i>Hoofddraagconstructie</i>			
Inzagen/versterken van dragende wanden en deze verankeren	hoog-veel	beperkt	hoog-veel
Stabiliteitswanden vervangen door stalen bokken	hoog-veel	aanzienlijk	hoog-veel
Aanbrengen gewapende druklagen op de kanaalplaatvloeren en op afschuiving verankeren aan dragende metselwerk wanden	hoog-veel	hoog-veel	hoog-veel
Binnenspouwbladen 120 mm uit het vlak steunen	hoog-veel	aanzienlijk	hoog-veel
Doorkoppelen vloeren t.p.v. dilataties en ankerloze spouwmuren vullen	hoog-veel	aanzienlijk	hoog-veel
Aanbrengen stalen kolommen bij opleggingen van liggers op metselwerk	aanzienlijk	beperkt	aanzienlijk
Niet-Constructieve elementen			
<i>Gebouwschil</i>			
Maatregelen buitenwanden / buitenspouwblad	aanzienlijk	aanzienlijk	beperkt
Glasvervanging buitenkozijnen	beperkt	beperkt	beperkt
<i>Toegangen</i>			
Controle/verankeren trappen en bordessen	aanzienlijk	beperkt	beperkt
<i>Inbouw</i>			
Metselwerk binnenwanden verankeren	aanzienlijk	beperkt	aanzienlijk
Glasvervanging binnenkozijnen	beperkt	beperkt	beperkt
Verankeren losse inventaris	hoog-veel	laag-weinig	laag-weinig
<i>Installaties</i>			
Verankering leidingsystemen en voorzien van flexibele koppelingen	beperkt	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.

4.3. *Nader onderzoek*

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

- Het vaststellen van de grondsamenstelling door het uitvoeren van een nader bodemonderzoek;
- Nadere informatie over de rekenwijze van en de mogelijke schadebeelden bij liquefactie;
- De verankering van het gemetselde buitenspouwblad aan het binnenspouwblad.



Bijlagen

Bijlage 1

Checklist constructieve en niet-constructieve elementen

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Zorgcentrum Amkemaheerd	Werkcode	13663-06-C
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Erg belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Minder belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Niet belangrijk </div>
Het beschouwde element is [...] voor de weerbaarheid van het gebouw tegen een aardbevingsbelasting										

16.1: NIET CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

16.17a GEBOUWSCHIL

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Erg belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Minder belangrijk <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></div> Niet belangrijk </div>
Cladding and Glazing										
16.17a_a			LS-	NVT					LS-MH; PR-MH. CLADDING ANCHORS: Cladding components weighing more than 50 kg/m ² 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			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)	NVT						
16.17a_c			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)	NVT						
16.17a_d			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)	NVT						
16.17a_e			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)	NVT						
16.17a_f			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)	NVT						
16.17a_g			LS-MH; PR-MH. OVERHEAD GLAZING: Glazing panes of any size in curtain walls and individual interior or exterior panes over 1.6 m ² 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)	VN					Spiegelraadglas	Erg belangrijk
Masonry Veneer										
16.17a_h			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 ² , 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)	V					Waarschijnlijk geen RVS ankers, doch wel voldoende en uit ervaring van dusdanige kwaliteit dat ze vergelijkbaar zijn met RVS.	Niet belangrijk
16.17a_i			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)	VN					Buitenspouwblad over gehele hoogte doorgestapeld.	Erg belangrijk
16.17a_j			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)	NVT					Geen wapening aanwezig in de dragende wanden.	Belangrijk
16.17a_k			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)	VN						
16.17a_l			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)	NVT						
16.17a_m			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)	VN					Niet bekend of langs vloeranden extra verankering aanwezig is.	Erg belangrijk
Parapets										
16.17a_n			LS-							
16.17a_o			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)	VN						Erg belangrijk
16.17a_p			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)	VN					Oversteken entree en nooduitgangen rusten op gemetselde kolommen	Erg belangrijk
16.17a_q			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)	NVT						
16.17a_r			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)	VN					Vluchtweg achtergevel tussen 3e en 4e verdieping bevestigd aan buitenzijde gebouw	Erg belangrijk
Masonry Chimneys										
16.17a_s			LS-							
16.17a_t			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)	NVT						
16.17a_u			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)	NVT						



Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Zorgcentrum Amkemaheerd	Werkcode	13963-06-C
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	whv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
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: #ffff00; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Erg belangrijk <div style="background-color: #ffff99; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Belangrijk <div style="background-color: #ffffcc; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Minder belangrijk <div style="background-color: #ccccff; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet belangrijk
16.17b INBOUW										
		Partitions								
			16.17b_a	VN				LS- LS-LMH; PR-LMH. UNREINFORCED MASONRY: Unreinforced masonry or hollow-clay tile partitions are braced at a spacing of at most 3 m in Low or Moderate Seismicity, or at most 2 m in High Seismicity. (Commentary: Sec. A.7.1.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)	Op de vloer ingesloten door de afwerkplaat. Onder de vloer (plafond) geen verankering aanwezig.	Erg 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)		
			16.17b_c	NVT				LS-MH; PR-LMH. DRIFT: Rigid cantilevered partitions are detailed to accommodate the following drift ratios: in steel moment frame, concrete moment frame, and wood frame buildings, 0.02; in other buildings, 0.005. (Commentary A.7.1.2 Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		Ceilings								
			16.17b_d	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 ² 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 ² of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
		Contents and Furnishings								
			16.17b_i	NVT				LS- LS-MH; PR-MH. INDUSTRIAL STORAGE RACKS: Industrial storage racks or pallet racks more than 4 m high meet the requirements of ANSIMP 16.1 as modified by ASCE 7 Chapter 15. (Commentary: Sec. A.7.11.1. Tier 2: Sec. 13.8.1)		
			16.17b_o	VN				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)	Kasten koppelen aan draagstructuur.	Minder belangrijk
			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)		
16.17c TOEGANGEN										
		Stairs								
			16.17c_ay	VN				LS- LS-LMH; PR-LMH. STAIR ENCLOSURES: Hollow-clay tile or unreinforced masonry walls around stair enclosures are restrained out-of-plane and have height-to-thickness ratios not greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 15-to-1; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 12-to-1. (Commentary: Sec. A.7.10.1. Tier 2: Sec. 13.6.2 and 13.6.8)	Metselwerk rondom trappenhuis steunen	Erg belangrijk
			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
16.17d INSTALLATIES										
		Life Safety Systems								
			16.17d_a	VN				LS- LS-LMH; PR-LMH. FIRE SUPPRESSION PIPING: Fire suppression piping is anchored and braced in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.1. Tier 2: Sec. 13.7.4)	droge busleidingen	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 busleidingen	Erg belangrijk
			16.17d_c	NVT				LS-LMH; PR-LMH. EMERGENCY POWER: Equipment used to power or control life safety systems is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.12.1. Tier 2: Sec. 13.7.7)		
			16.17d_d	NVT				LS-LMH; PR-LMH. STAIR AND SMOKE DUCTS: Stair pressurization and smoke control ducts are braced and have flexible connections at seismic joints. (Commentary: Sec. A.7.14.1. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_e	NVT				LS-MH; PR-MH. SPRINKLER CEILING CLEARANCE: Penetrations through panelized ceilings for fire suppression devices provide clearances in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.3. Tier 2: Sec. 13.7.4)		
		Hazardous Materials								
			16.17d_g	NVT				LS- LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL EQUIPMENT: Equipment mounted on vibration isolators and containing hazardous material is equipped with restraints or snubbers. (Commentary: Sec. A.7.12.2. Tier 2: 13.7.1)		
			16.17d_h	NVT				LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL STORAGE: Breakable containers that hold hazardous material, including gas cylinders, are restrained by latched doors, shelf lips, wires, or other methods. (Commentary: Sec. A.7.15.1. Tier 2: Sec. 13.8.4)		
			16.17d_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	NVT				LS-MH; PR-MH. SHUT-OFF VALVES: Piping containing hazardous material, including natural gas, has shut-off valves or other devices to limit spills or leaks. (Commentary: Sec. A.7.13.3. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_k	NVT				LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Hazardous material ductwork and piping, including natural gas piping, has flexible couplings. (Commentary: Sec. A.7.15.4. Tier 2: Sec.13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_l	NVT				LS-MH; PR-MH. PIPING OR DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping or ductwork carrying hazardous material that either crosses seismic joints or isolation planes or is connected to independent structures has couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.13.6. Tier 2: Sec.13.7.3, 13.7.5, and 13.7.6)		
		Light Fixtures								
			16.17d_m	NVT				LS- LS-MH; PR-MH. INDEPENDENT SUPPORT: Light fixtures that weigh more per square foot than the ceiling they penetrate are supported independent of the grid ceiling suspension system by a minimum of two wires at diagonally opposite corners of each fixture. (Commentary: Sec. A.7.3.2. Tier 2: Sec. 13.6.4 and 13.7.9)		
		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)		
		Elevators								
			16.17d_ag	NVT				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)		
			16.17d_ah	NVT				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)		

Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Zorgcentrum Amkemaheerd	Werkcode	13963-06-C
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	vhv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			Erg belangrijk Belangrijk Minder belangrijk Niet belangrijk

16.1 DRAAGCONSTRUCTIE

16.1 BASIC CHECKLIST

Very Low Seismicity

Structural Components

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

16.1.2 LIFE SAFETY BASIC CONFIGURATION CHECKLIST

Low Seismicity

Building System

General

16.1.2L.S.a	V	LOAD PATH: The structure shall contain a complete, well defined load path, including structural elements and connections, that serves to transfer the inertial forces associated with the mass of all elements of the building to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.4.1.1)		Erg belangrijk
16.1.2L.S.b	VN	ADJACENT BUILDINGS: The clear distance between the building being evaluated and any adjacent building is greater than 4% of the height of the shorter building. This statement shall not apply for the following building types: W1, W1a, and W2. (Commentary: Sec. A.2.1.2. Tier 2: Sec. 5.4.1.2)	Gecontroleerd wordt op de NC vervorming volgens de NPR9998. Om "aanstoten" te voorkomen moet een minimale tussenruimte van circa 45 mm (NC) worden aangehouden (=0,7 * \sqrt{452+452}) volgens de vervormingsberekening (zoals weergegeven in de in bijlage 2 gepresenteerde berekening) en NEN EN 1998-1: Artikel 4.4.2.7, deze afstand is overschrijdende.	Erg belangrijk
16.1.2L.S.c	NVT	MEZZANINES: Interior mezzanine levels are braced independently from the main structure or are anchored to the seismic-force-resisting elements of the main structure. (Commentary: Sec. A.2.1.3. Tier 2: Sec. 5.4.1.3)		
16.1.2L.S.d	V	WEAK STORY: The sum of the shear strengths of the seismic-force-resisting system in any story in each direction is not less than 80% of the strength in the adjacent story above. (Commentary: Sec. A.2.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.2.1)		Belangrijk
16.1.2L.S.e	V	SOFT STORY: The stiffness of the seismic-force-resisting system in any story is not less than 70% of the average 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)		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)		Belangrijk
16.1.2L.S.g	V	GEOMETRY: There are no changes in the net horizontal dimension of the seismic-force-resisting system of more than 30% in a story relative to adjacent stories, excluding one-story penthouses and mezzanines. (Commentary: Sec. A.2.2.5. Tier 2: Sec. 5.4.2.4)		Belangrijk
16.1.2L.S.h	V	MASS: There is no change in effective mass more than 50% from one story to the next. Light roofs, penthouses, and mezzanines need not be considered. (Commentary: Sec. A.2.2.6. Tier 2: Sec. 5.4.2.5)		Belangrijk
16.1.2L.S.i	VN	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)	De torsie vrijheid van het bouwdeel lijkt ontoereikend. Met name in de y-richting van de plattegrond ligt stijfheidscentrum van de betonnenwanden excentrisch ten opzichte van het massazwaartpunt.	Belangrijk

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

Geologic Site Hazards

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

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

Foundation Configuration

16.1.2L.S.m	V	OVERTURNING: The ratio of the least horizontal dimension of the seismic-force-resisting system at the foundation level to the building height (base/height) is greater than 0.6Sa. (Commentary: Sec. A.6.2.1. Tier 2: Sec. 5.4.3.3)		Minder belangrijk
16.1.2L.S.n	VN	TIES BETWEEN FOUNDATION ELEMENTS: The foundation has ties adequate to resist seismic forces where footings, piles, and piers are not restrained by beams, slabs, or soils classified as Site Class A, B, or C. (Commentary: Sec. A.6.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.3.4)	De begaande grondvloer bestaat uit een systeemvloer en een kanaalplaatvloer zonder druklaag. Het is niet duidelijk of deze ook schijfwerking kan overdragen naar de funderingsbalken.	Erg 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)		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 ² for clay units and 0.5 N/mm ² for concrete units. (Commentary: Sec. A.3.2.5.1. Tier 2: Sec. 5.5.3.1.1)	De afschuifspanning is gecontroleerd aan de hand van de NPR9998. Uit deze berekening blijkt dat niet aan de capaciteit wordt voldaan.	Erg belangrijk
16.16L.S.c	VN	WALL ANCHORAGE: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on the diaphragm for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections shall have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1. Tier 2: Sec. 5.7.1.1)	Geen verankeringen aanwezig!	Erg belangrijk
16.16L.S.d	NVT	WOOD LEDGERS: The connection between the wall panels and the diaphragm does not induce cross-grain bending or tension in the wood ledgers. (Commentary: Sec. A.5.1.2. Tier 2: Sec. 5.7.1.3)		
16.16L.S.e	VN	TRANSFER TO SHEAR WALLS: Diaphragms are connected for transfer of seismic forces to the shear walls. (Commentary: Sec. A.5.2.1. Tier 2: Sec. 5.7.2)	Geen onderlinge verankeringen aanwezig! Ook geen druklaag aangebracht op de kanaalplaatvloeren!	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)		



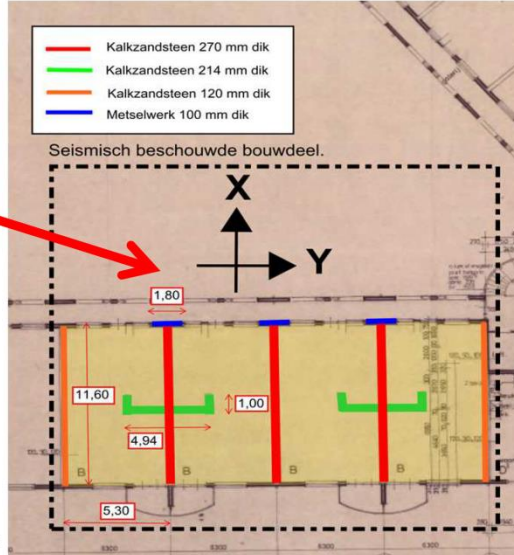
Project	seismische scan Exemplarische gebouwen	Zorgcentrum Amkemaheerd	Werkcode	13963-06-C
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	whv
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT, komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebreuk	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #ffff00; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Erg belangrijk <div style="background-color: #ffff00; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Belangrijk <div style="background-color: #90ee90; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Minder belangrijk <div style="background-color: #add8e6; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet belangrijk
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 MASONRY LAYUP: Filled collar joints of multi-wythe masonry walls have negligible voids. (Commentary: Sec. A.3.2.5.3, Tier 2: Sec. 5.5.3.4.1)	Voldoet niet voor de 120 mm binnenspouwbladen.	Belangrijk
			16.16L_s_h			NVT				
			Diaphragms (Stiff or Flexible)							
			16.16L_s_j		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)		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)		Belangrijk
			Flexible Diaphragms							
			16.16L_s_k			VN		CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2, Tier 2: Sec. 5.6.1.2)	Geen onderlinge verankeringen aanwezig! Ook geen druklaag aangebracht op de kanaalplaatvloeren!	Erg belangrijk
			16.16L_s_l		V			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)	Voldoet tussen de wanden onderling.	Belangrijk
			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)		Erg 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 pilasters 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



Fundering x-richting (vierkant 320 mm B45)

Oppervlakte (paal)	A_p	102400	mm ²
Lengte (paal)	l	9,0	m
Betonkwaliteit (paal)	f_{ck}	43,0	N/mm ²
Gemiddelde druksterkte (paal)	f_m	51,0	N/mm ²
E-modulus beton (paal)	E_{cm}	35867	N/mm ²
Factor dynamische belasting	E_d/E_s	1,00	[-]
Veertijfheid (paal)	K_p	4,08	$\times 10^5$ kN/m ¹

Langsrichting (X-ri)

	l [m]	b [m]	aantal	Σ lengte [m]	I [m ⁴]	b_{schuif} [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm ²]	Schuif [kN]	Schuifsp. [N/mm ²]	Capaciteit [kN]	u.c.
Rood	11,60	0,27	3	34,8	105,36	0,27	66817	1,23	9103	0,97	1629	5,6
Oranje	11,60	0,12	2	23,2	31,22	0,12	19798	1,84	2697	0,97	483	5,6
Totaal		0,20	5	58	136,58		86615		11800		2111	5,6

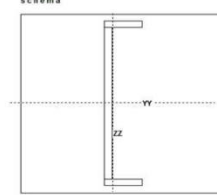
$h = 14,5$ m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)
 $S_a = 0,840$ $l > 0.6S_a \cdot h = 7,31$ m Voldoet!

op basis van $f_{RD} = 0,17$ N/mm²

Voldoet niet!
Voldoet niet!

Fundering y-richting (vierkant 250 mm B45)

Oppervlakte (paal)	A_p	62500	mm ²
Lengte (paal)	l	9,0	m
Betonkwaliteit (paal)	f_{ck}	43,0	N/mm ²
Gemiddelde druksterkte (paal)	f_m	51,0	N/mm ²
E-modulus beton (paal)	E_{cm}	35867	N/mm ²
Factor dynamische belasting	E_d/E_s	1,00	[-]
Veertijfheid (paal)	K_p	2,49	$\times 10^5$ kN/m ¹



STAPELING SAMENSTELLENDE DELEN

Hoogte	Y-deel	Basis	Y-deel	Basis
4,32	0,00	0,21	0,00	0,21
0,21	0,00	1,00	0,00	0,21

berekenende doorsnedegegevens

α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	\omicron	π	ρ	σ	τ	υ	ϕ	χ	ψ	ω	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dwarsrichting (Y-ri)

2 wanden: 2 x 4,05 m²

	l [m]	b [m]	aantal	Σ lengte [m]	I [m ⁴]	b_{schuif} [m]	Moment [kNm]	Spanning [N/mm ²]	Schuif [kN]	Schuifsp. [N/mm ²]	Capaciteit [kN]	u.c.
Groen	4,94	0,21	2	9,88	8,10	0,21	12232	1,86	3261	1,57	360	9,1
Blauw	1,80	0,10	3	5,4	0,15	0,10	220	0,45	59	0,11	94	0,6
Totaal		0,16	5	15,28	8,25		12452		3320		453	4,8

$h = 14,5$ m (grootste wandhoogte vanaf onderkant fundering)
 $S_a = 0,118$ $l > 0.6S_a \cdot h = 1,03$ m Voldoet!

op basis van $f_{RD} = 0,17$ N/mm²

Voldoet niet!
Voldoet!

Steensterkte (kalkzandsteen) gemiddeld 12 N/mm²:

$f_b = 12$	N/mm ²	teensterkte)
$f_k = 6,61$	N/mm ²	ruksterkte)
$f_{vk0} = 0,20$	N/mm ²	chuifsterkte)
$f_{mm} = 9,92$	N/mm ²	feldedruksterkte)
$E_{mm} = 10415$	N/mm ²	Julus verhoogd)
$E_{mm} = 5208$	N/mm ²	ulus gereduceerd)
$\gamma_M = 1,5$	[-]	
$\gamma_R = 1,2$	[-]	
$f_{RD} = 3,67$	N/mm ²	
$\sigma_{Ed} = 0,28$	N/mm ²	inning op toetsniveau)
$f_{RD} = 0,17$	N/mm ²	arde schuifsterkte)

K	α
0,8	0,85

kalkzandsteen met lijm-mortel

- NEN-EN 1996-1-1 (3.1)
- NEN-EN 1996-1-1 3.6.3
- NPR 9998 9.1.3
- NEN-EN 1998-3 C.3.1
- NPR 9998 9.1.4
- NPR 9998 9.6 (3)
- NPR 9998 4.4.2.2
- NPR 9998 4.4.2.2
- NEN-EN 1996-1-1 (3.5)
- NPR 9998 4.4.2.2

$(5 \times 2,8 \times 2,0) \times 1000 / (100 \times 1000) = 0,28$ N/mm²



Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	orgcentrum Amkemaheer	Projectcode	13663-06-C
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	12-mei-15

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

Verdiepingen

Niveau	hoogte tov fundering [m]	TOTAAL [kN]	seismische belasting [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	13,50	2.126	2.126	0
4	10,80	2.928	2.841	87
3	8,10	3.027	2.939	87
2	5,40	3.027	2.939	87
1	2,70	3.027	2.939	87

Belastingen

Niveau		C _{eg} eigen gewicht [kN/m ²]	C _{perm} permanente belasting [kN/m ²]	Σ(C _{perm}) permanente belasting, totaal [kN/m ²]	Q opgelegde belasting [kN/m ²]	φ	ψ ₂ Combinatie coefficient	ψ _{E1} Seismische combinatie coefficient	x aantal	l lengte [m]	b breedte [m]	oppervlakt [m ²]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
bovenste niveau	Vloer	4,30	0,70	5,0				1,0	4	11,0	6,3	277	1.386	
	Galerij	3,20	0,70	3,9				1,0	4	11,0	1,5	66	257	
	kzst 270 mm	0,00	5,10	5,1				1,0	3	11,0	1,3	41	210	
	kzst 214 mm	0,00	4,10	4,1				1,0	4	3,0	1,3	15	62	
	kzst 120 mm	0,00	2,30	2,3				1,0	2	11,0	1,3	28	63	
	mw 100 mm	0,00	2,00	2,0				1,0	16	6,3	0,7	66	131	
	lichte gevel	0,00	0,50	0,5				1,0	8	6,3	0,7	33	16	
	Categorie H, daken				1,0	1,0	0,0	0,0	4	11,0	6,3	277		0
Sub													2.126	0
4	Vloer	4,30	1,50	5,8				1,0	4	11,0	6,3	277	1.608	
	Galerij	3,20	0,00	3,2				1,0	4	11,0	1,5	66	211	
	Balkon	3,80	0,00	3,8				1,0	4	2,5	1,5	15	57	
	kzst 270 mm	0,00	5,10	5,1				1,0	3	11,0	2,5	83	421	
	kzst 214 mm	0,00	4,10	4,1				1,0	4	3,0	2,5	30	123	
	kzst 120 mm	0,00	2,30	2,3				1,0	2	11,0	2,5	55	127	
	mw 100 mm	0,00	2,00	2,0				1,0	16	6,3	1,3	131	262	
	lichte gevel	0,00	0,50	0,5				1,0	8	6,3	1,3	66	33	
Categorie A, woon- en verblijfsruimte:				1,8	0,6	0,3	0,2	4	11,0	6,3	277		87	
Sub													2.841	87
3	Vloer	4,30	1,50	5,8				1,0	4	11,0	6,3	277	1.608	
	Galerij	3,20	0,00	3,2				1,0	4	11,0	1,5	66	211	
	Balkon	3,80	0,00	3,8				1,0	4	2,5	1,5	15	57	
	kzst 270 mm	0,00	5,10	5,1				1,0	3	11,0	2,5	83	421	
	kzst 214 mm	0,00	4,10	4,1				1,0	4	3,0	2,5	30	123	
	kzst 120 mm	0,00	2,30	2,3				1,0	2	11,0	2,5	55	127	
	mw 100 mm	0,00	2,00	2,0				1,0	24	6,3	1,3	197	393	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimte:				1,8	0,6	0,3	0,2	4	11,0	6,3	277		87
Sub													2.939	87
2	Vloer	4,30	1,50	5,8				1,0	4	11,0	6,3	277	1.608	
	Galerij	3,20	0,00	3,2				1,0	4	11,0	1,5	66	211	
	Balkon	3,80	0,00	3,8				1,0	4	2,5	1,5	15	57	
	kzst 270 mm	0,00	5,10	5,1				1,0	3	11,0	2,5	83	421	
	kzst 214 mm	0,00	4,10	4,1				1,0	4	3,0	2,5	30	123	
	kzst 120 mm	0,00	2,30	2,3				1,0	2	11,0	2,5	55	127	
	mw 100 mm	0,00	2,00	2,0				1,0	24	6,3	1,3	197	393	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimte:				1,8	0,6	0,3	0,2	4	11,0	6,3	277		87
Sub													2.939	87
1	Vloer	4,30	1,50	5,8				1,0	4	11,0	6,3	277	1.608	
	Galerij	3,20	0,00	3,2				1,0	4	11,0	1,5	66	211	
	Balkon	3,80	0,00	3,8				1,0	4	2,5	1,5	15	57	
	kzst 270 mm	0,00	5,10	5,1				1,0	3	11,0	2,5	83	421	
	kzst 214 mm	0,00	4,10	4,1				1,0	4	3,0	2,5	30	123	
	kzst 120 mm	0,00	2,30	2,3				1,0	2	11,0	2,5	55	127	
	mw 100 mm	0,00	2,00	2,0				1,0	24	6,3	1,3	197	393	
	Categorie A, woon- en verblijfsruimte:				1,8	0,6	0,3	0,2	4	11,0	6,3	277		87
Sub													2.939	87
Totaal													13.785	349

Project : seismische scan Exemplarische gebouwen orgcentrum Amkemaheer Projectcode 13663-06-C
 Gebouw : Gemeente Groningen Referentie vhw
 Adviesgroep : SA versie 3.0 Print date 13-mei-15

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

Zijdelingse belastingmethode (x-richting)

Representatieve gedragfactor
 Reductiefactor op gedragfactor
 Gedragfactor
 Type stabiliteitssysteem
 Gebouwhoogte
 Verdiepingen
 Wanden
 NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)

1,5
 1,0 NPR 9998 (4.2.3.1)
 q= 1,50
 Beton / metselwerk stabiliteitssystemen NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))

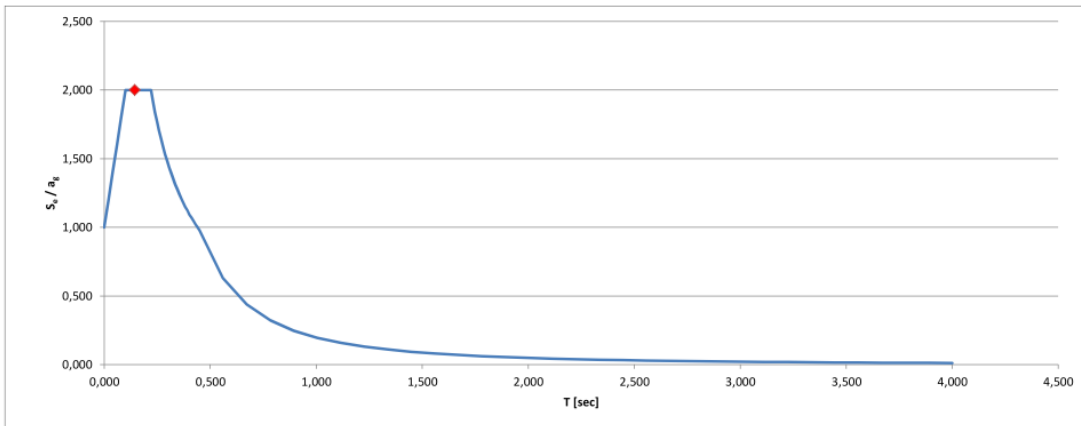
wand	l _w [m]	b _i [m]	#	A _i [m ²]	A _c [m ²]	(l _w / H) ≤ 0,9
1	11,60	0,27	3	9,4	10,5	✓ 0,86
2	11,60	0,12	2	2,8	3,1	✓ 0,86
3				0,0	0,0	0,00
4				0,0	0,0	0,00
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
Σ	23,2	-	5	12,2	13,7	- -

C₁ 0,020

Trillingstijd T₁ = 0,14 sec
 Base Shear Force SRSS: 10.092 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 13.120 kN





Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	orgcentrum Amkemaheer	Projectcode	13663-06-C
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	12-mei-15

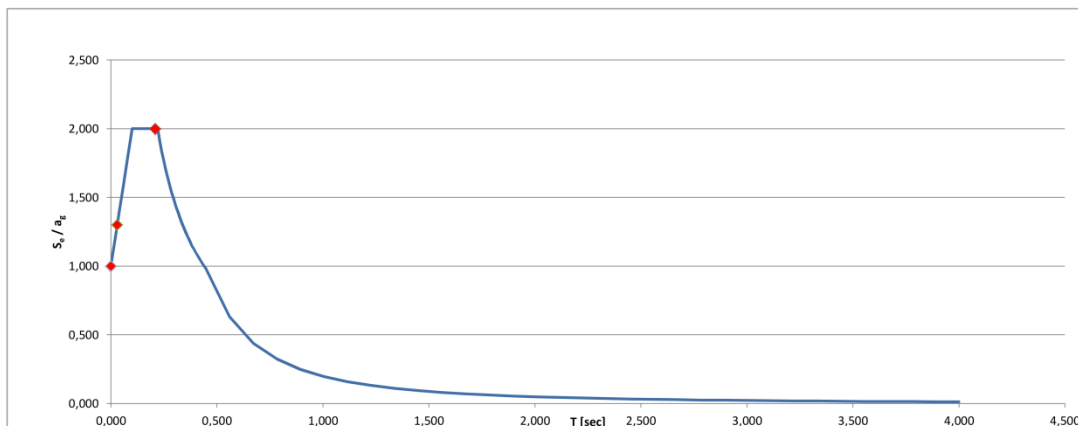
Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015

Spectrale modale responsieberekening (x-richting)

Representatieve gedragsfactor	1,5	
Reductiefactor op gedragsfactor	1,0	NPR 9998 (4.2.3.1)
Gedragsfactor	q= 1,50	

Trillingstijd	T_i	$S_d(T_i)/a_{gd}$	* a_{gd}	$S_d(T_i)$	* %	= F_{dk}
T ₁ =	0,21 sec	2,000	* 0,42 =	0,840 g *	75,5	= 8.964 kN
T ₂ =	0,03 sec	1,300	* 0,42 =	0,546 g *	18,3	= 1.412 kN
T ₃ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₄ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₅ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₆ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₇ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₈ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₉ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
T ₁₀ =	0,00 nvt	0,000	* 0,42 =	0,000 g *	0,0	= 0 kN
Base Shear Force					SRSS:	9.075 kN

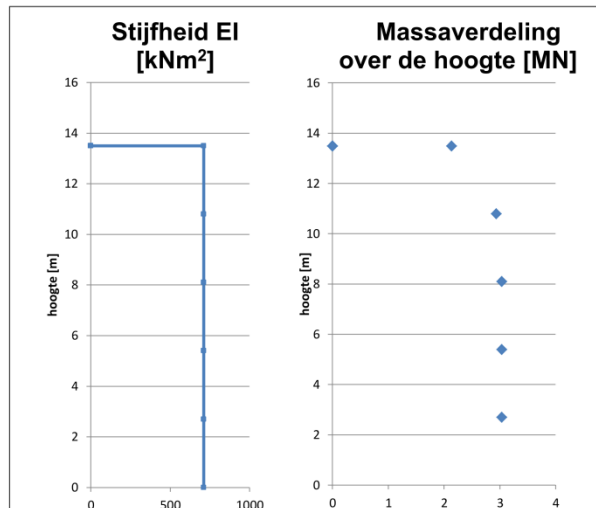
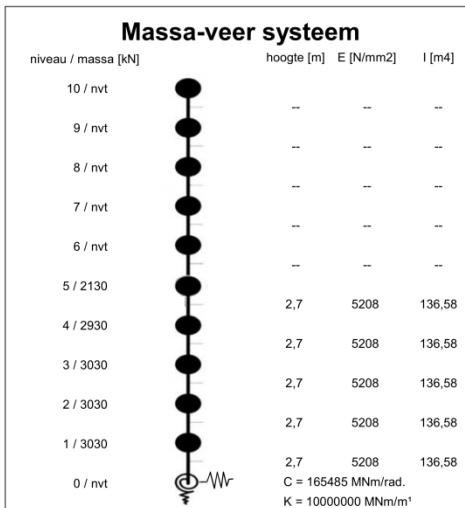
Factoren		
Tweede-orde-effecten	1,00	NPR 9998 (4.4.2.2)
Torsie-effecten	1,30	NPR 9998 (4.3.3.2.4)
Rekenwaarde maximale dwarskracht		11.800 kN



Berekening met uitvoer zie volgende 3 bladzijden.

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd DWARSRICHTING X	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-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	$a_{g,ref}$:	0,30 [m/s ²]	reductiefactor :	v: 0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	γ_1 : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} \cdot \gamma_1 \cdot v$: 0,17 g [m/s ²]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} \cdot \gamma_1$:	0,42 g [m/s ²]		

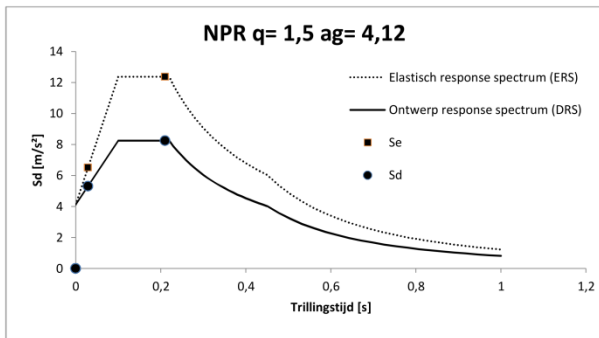
Resultaten dynamische berekening:

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

Trillingsvorm	T(s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s ²]	Se [m/s ²]
1	0,211	4,75	1069	75,5%	75,5%	8,24	12,36
2	0,029	34,55	259	18,3%	93,8%	5,31	6,51
3	--	--	--	--	--	--	--
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 respons.

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



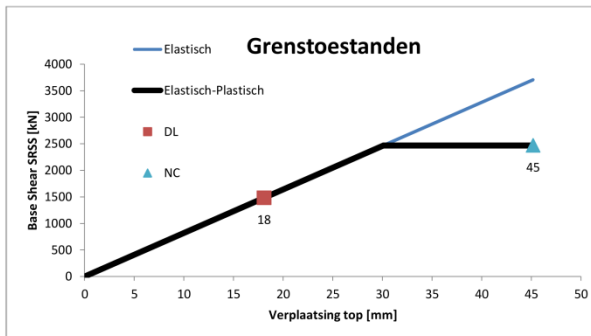
Ontwerp respons spectrum (DRS):
 Spectrum voor de grenstoestand **NC** (Near Collapse). De constructie is zwaar beschadigd met lage reststerkte waarbij verticale elementen nog juist in staat zijn om verticale belastingen af te dragen. Het merendeel van de niet-constructieve onderdelen is bezwaken. Grote 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 "Grenstostanden".

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd LANGSRICHTING Y	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-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

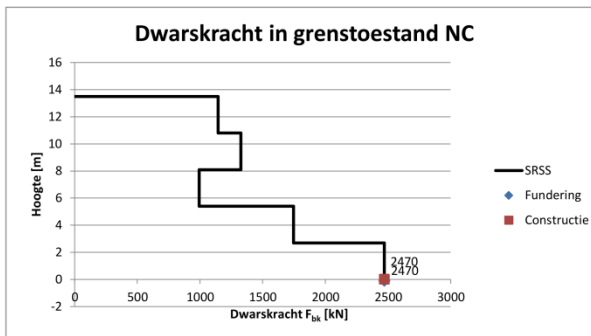


Grenstoestanden:

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):

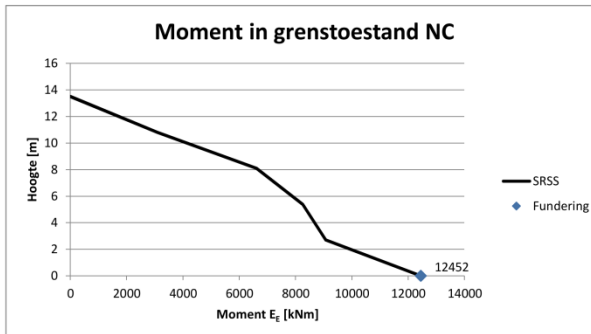
In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit het Engels als "SRSS". De algemene formule uit de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

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

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

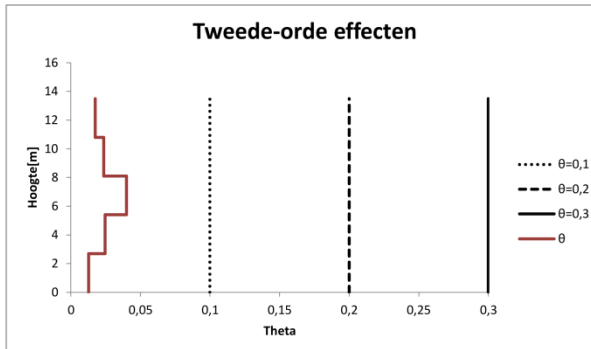
Alle trilvormen die significant bijdragen aan de globale respons worden in rekening gebracht. De totale effectieve geactiveerde massa m_k , behorende bij trilvorm k , is zodanig bepaald dat de totale dwarskracht ter plaatse van de fundering F_{bk} werkend in de richting van de seismische belasting, kan 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 θ . Tweede orde effecten (P- Δ effecten) hoeven niet in rekening te worden gebracht indien voor alle verdiepingen wordt voldaan aan de voorwaarde $\theta < 0,10$.

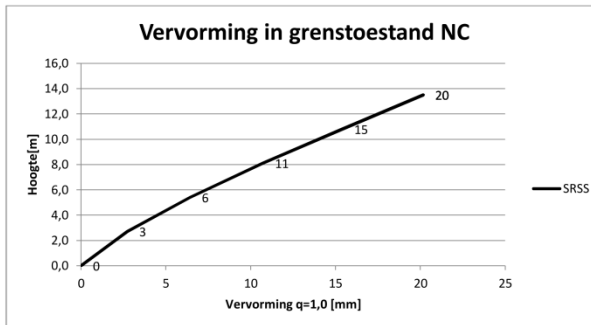
Indien voor één van de verdiepingen geldt $0,1 < \theta < 0,2$ dan kunnen de tweede-orde-effecten worden benaderd door de relevante seismische belastingeffecten te vermenigvuldigen met een factor gelijk aan $1/(1 - \theta)$.

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 θ mag volgens de NPR 9998 echter niet groter zijn genomen dan 0,3.

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd DWARSRICHTING X	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-mei-15

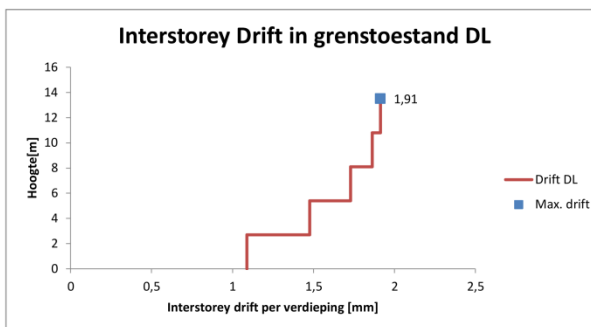
Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015



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 ν conform NEN-EN 1998-1 4.4.3.2. De waarde van ν 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.

Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	orgcentrum Amkemaheer	Projectcode	13663-06-C
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	13-mei-15

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

Zijdelingse belastingmethode (y-richting)

Representatieve gedragfactor
 Reductiefactor op gedragfactor
 Gedragfactor
 Type stabiliteitssysteem
 Gebouwhoogte
 Verdiepingen
 Wanden
 NEN-EN 1998-1 sec. 4.3.3.2.2 (4)

1,5
 1,0 NPR 9998 (4.2.3.1)
 q= 1,50
 Beton / metselwerk stabiliteitssystemen NEN-EN 1998-1 (4.3.3.2 (1) t/m (4))

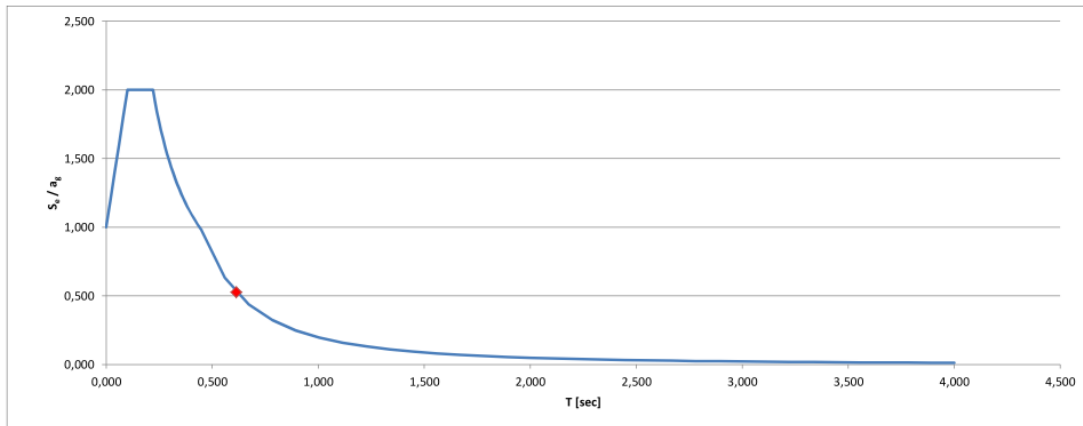
wand	l_w [m]	b_i [m]	#	A_i [m ²]	A_c [m ²]	$(l_w / H) \leq 0,9$
1	5,00	0,21	2	2,1	0,7	✓ 0,37
2	1,80	0,10	3	0,5	0,1	✓ 0,13
3				0,0	0,0	0,00
4				0,0	0,0	0,00
5				0,0	0,0	0,00
6				0,0	0,0	0,00
Σ	6,8	-	5	2,6	0,7	-

C_1 0,087

			$S_d(T)/a_{grd}$	* a_{grd} =	$S_d(T)$	+ λ *	%	= F_{dk}		
Trillingstijd	$T_1 =$	0,61	sec	0,527	* 0,42 =	0,222 g *	1,00	100	3,131	kN
Base Shear Force								SRSS:	3,131	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 4,080 kN



Project	: seismische scan Exemplarische gebouwen	orgcentrum Amkemaheer	Projectcode	13663-06-C
Gebouw	: Gemeente Groningen		Referentie	vhw
Adviesgroep	: SA	versie 3.0	Print date	12-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

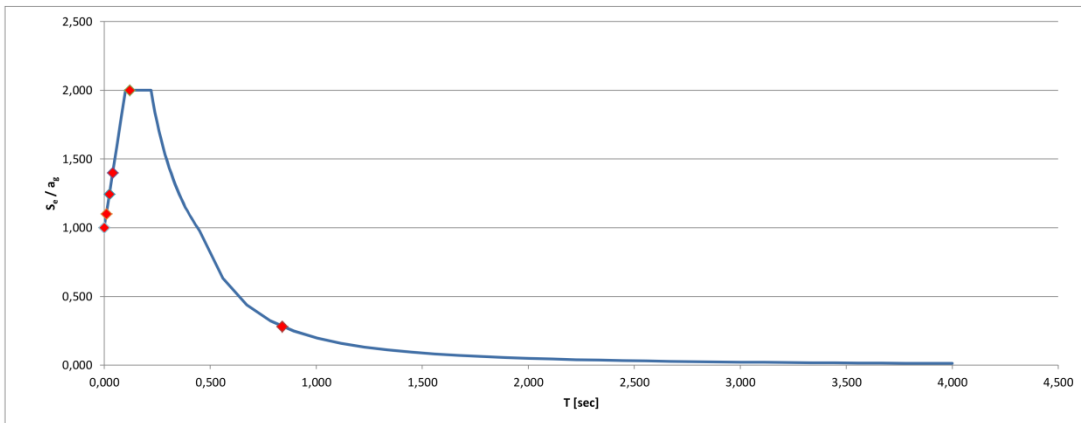
Spectrale modale responsieberekening (y-richting)

Representatieve gedragsfactor **1,5**
 Reductiefactor op gedragsfactor **1,0** NPR 9998 (4.2.3.1)
 Gedragsfactor $q =$ **1,50**

Trillingstijd	T_i	$S_d(T_i)/a_{grd}$	$* a_{grd} =$	$S_d(T_i)$	$* \%$	$= F_{dk}$
$T_1 =$	0,84 sec	0,281	$* 0,42 =$	0,118 g *	75,3	1.254 kN
$T_2 =$	0,12 sec	2,000	$* 0,42 =$	0,840 g *	18,4	2.185 kN
$T_3 =$	0,04 sec	1,400	$* 0,42 =$	0,588 g *	4,5	374 kN
$T_4 =$	0,02 sec	1,244	$* 0,42 =$	0,522 g *	1,4	103 kN
$T_5 =$	0,01 sec	1,100	$* 0,42 =$	0,462 g *	0,3	20 kN
$T_6 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,42 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_7 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,42 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_8 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,42 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_9 =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,42 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
$T_{10} =$	0,00 nvt	0,000	$* 0,42 =$	0,000 g *	0,0	0 kN
Base Shear Force					SRSS:	2.549 kN

Factoren
 Tweede-orde-effecten **1,00** NPR 9998 (4.4.2.2)
 Torsie-effecten **1,30** NPR 9998 (4.3.3.2.4)

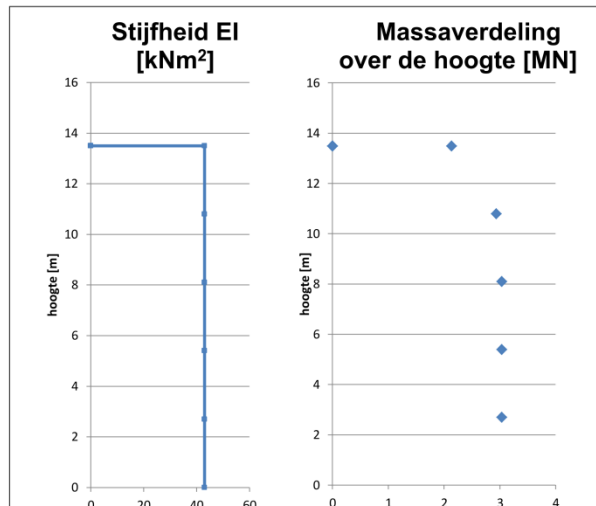
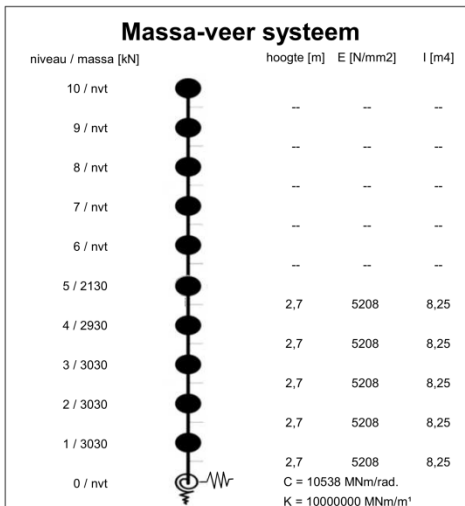
Rekenwaarde maximale dwarskracht **3.320** kN



Berekening met uitvoer zie volgende 3 bladzijden.

Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd LANGSRICHTING Y	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-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	$a_{g,ref}$:	0,30 [m/s ²]	reductiefactor :	v: 0,40 [-]
Belangklasse:	III	belangrijkeheidsfactor:	γ_1 : 1,40 [-]	PGA grenstoestand DL:	$a_{g,ref} \cdot \gamma_1 \cdot v$: 0,17 g [m/s ²]
PGA (Peak Ground Acceleration) grenstoestand NC:		$a_{g,ref} \cdot \gamma_1$:	0,42 g [m/s ²]		

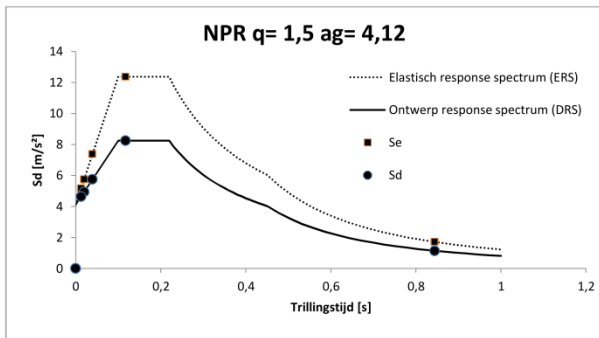
Resultaten dynamische berekening:

Aantal modeshapes (berekend): 5
 Aantal modeshapes (benodigd): 2

Trillingsvorm	T(s)	fe [hz]	Massa [ton]	%	Cum %	Sd [m/s ²]	Se [m/s ²]
1	0,844	1,18	1066	75,3%	75,3%	1,14	1,72
2	0,117	8,53	261	18,4%	93,8%	8,24	12,36
3	0,040	25,21	64	4,5%	98,3%	5,75	7,39
4	0,020	50,36	20	1,4%	99,7%	4,94	5,76
5	0,013	78,94	4	0,3%	100,0%	4,64	5,16
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 respons.

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



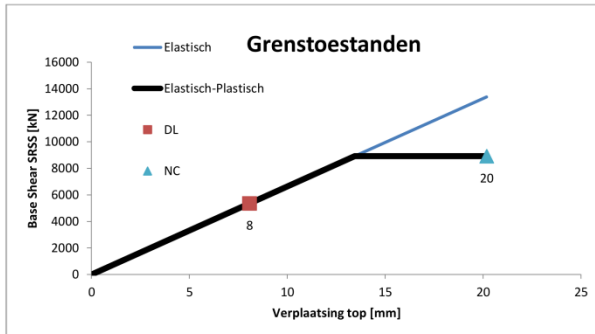
Ontwerp respons spectrum (DRS):
 Spectrum voor de grenstoestand **NC** (Near Collapse). De constructie is zwaar beschadigd met lage reststerkte waarbij verticale elementen nog juist in staat zijn om verticale belastingen af te dragen. Het merendeel van de niet-constructieve onderdelen is bezwaken. Grote 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 "Grenstostanden".

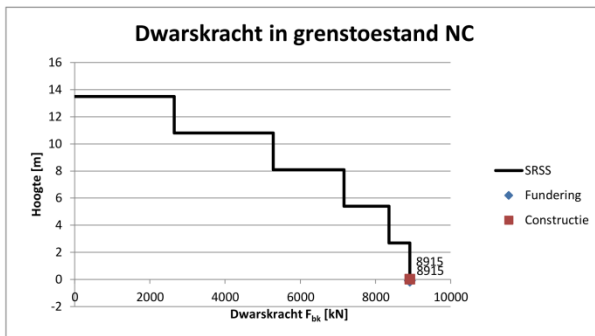
Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd DWARSRICHTING X	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-mei-15

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



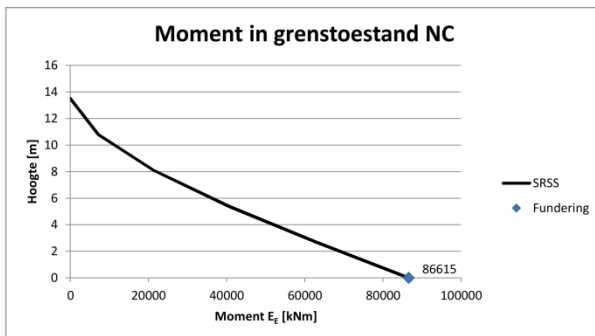
Grenstoestanden:
Grenstoestand **NC** (Near Collapse): zie hierboven.
Grenstoestand **DL** (Damage Limitation): De constructie is alleen licht beschadigd waarbij constructieve elementen niet significant zijn vervormd en hun sterkte- en stijfheids-eigenschappen hebben behouden. Niet dragende elementen 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.

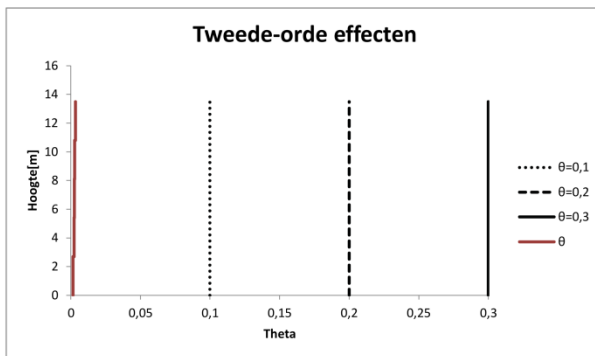


Resultaat van het ontwerp respons spectrum (DRS):
In de grafiek hiernaast is de maximale waarde van het seismische effect voor de dwarskracht verdeeld over de hoogte weergegeven voor grenstoestand **NC**. Het effect wordt bepaald volgens de zogenaamde "volledige kwadratische combinatie" afgekort uit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

Seismisch belastingeffect $E_E = \sqrt{\sum (E_{Ek})^2}$
 E_{Ek} 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_{kr} , 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".

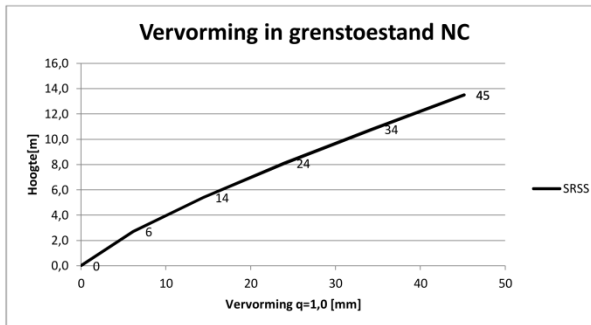


Tweede orde effecten (NPR 9998 4.4.2.2):
De gevoeligheid voor de relatieve verplaatsing tussen verdiepingen wordt uitgedrukt met de coëfficiënt θ . Tweede orde effecten (P- Δ effecten) hoeven niet in rekening te worden gebracht indien voor alle verdiepingen wordt voldaan aan de voorwaarde $\theta < 0,10$.
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 θ mag volgens de NPR 9998 echter niet groter zijn genomen dan 0,3.



Project	: Seismische scan bestaande gebouwen	Zorgcentrum Ankemaheerd LANGSRICHTING Y	Projectcode	13663-SAxxxx
Gebouw	: Hanzehogeschool Groningen		Referentie	con/bwk
Adviesgroep	: SA	Versie: 1.6b	Print date	12-mei-15

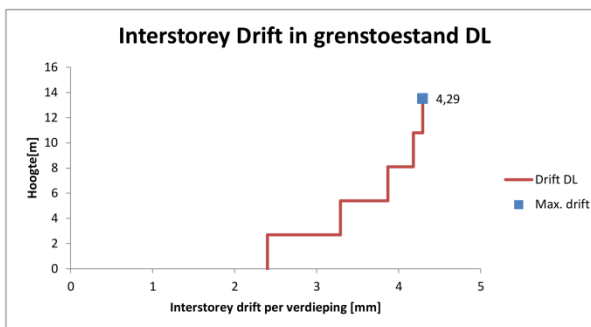
Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998: "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen" ontwerp versie februari 2015



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 ν conform NEN-EN 1998-1 4.4.3.2. De waarde van ν 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.



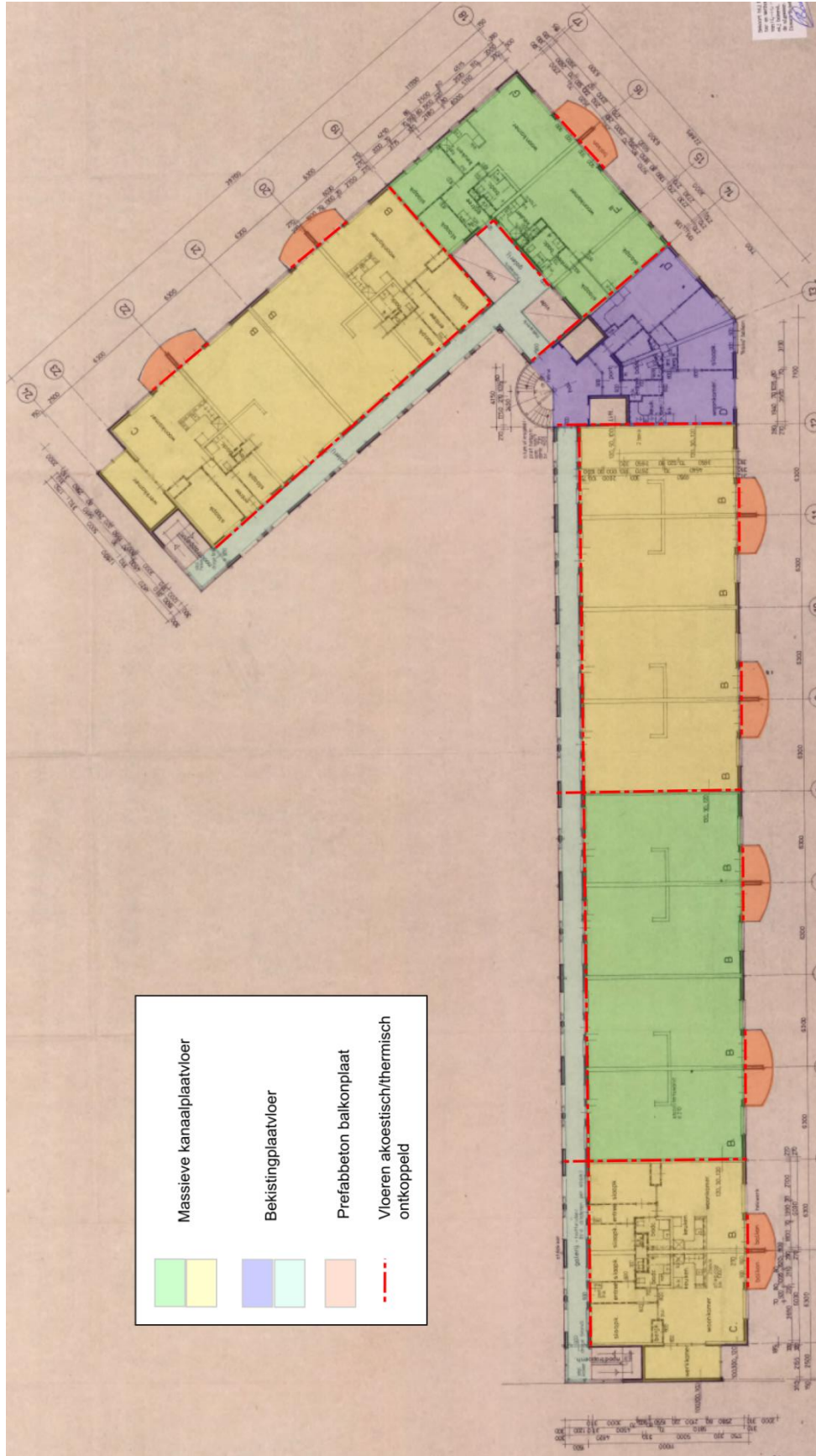
Bijlage 3

Tekeningen

- Constructief
- Bouwkundig
- Oplossingsdetails

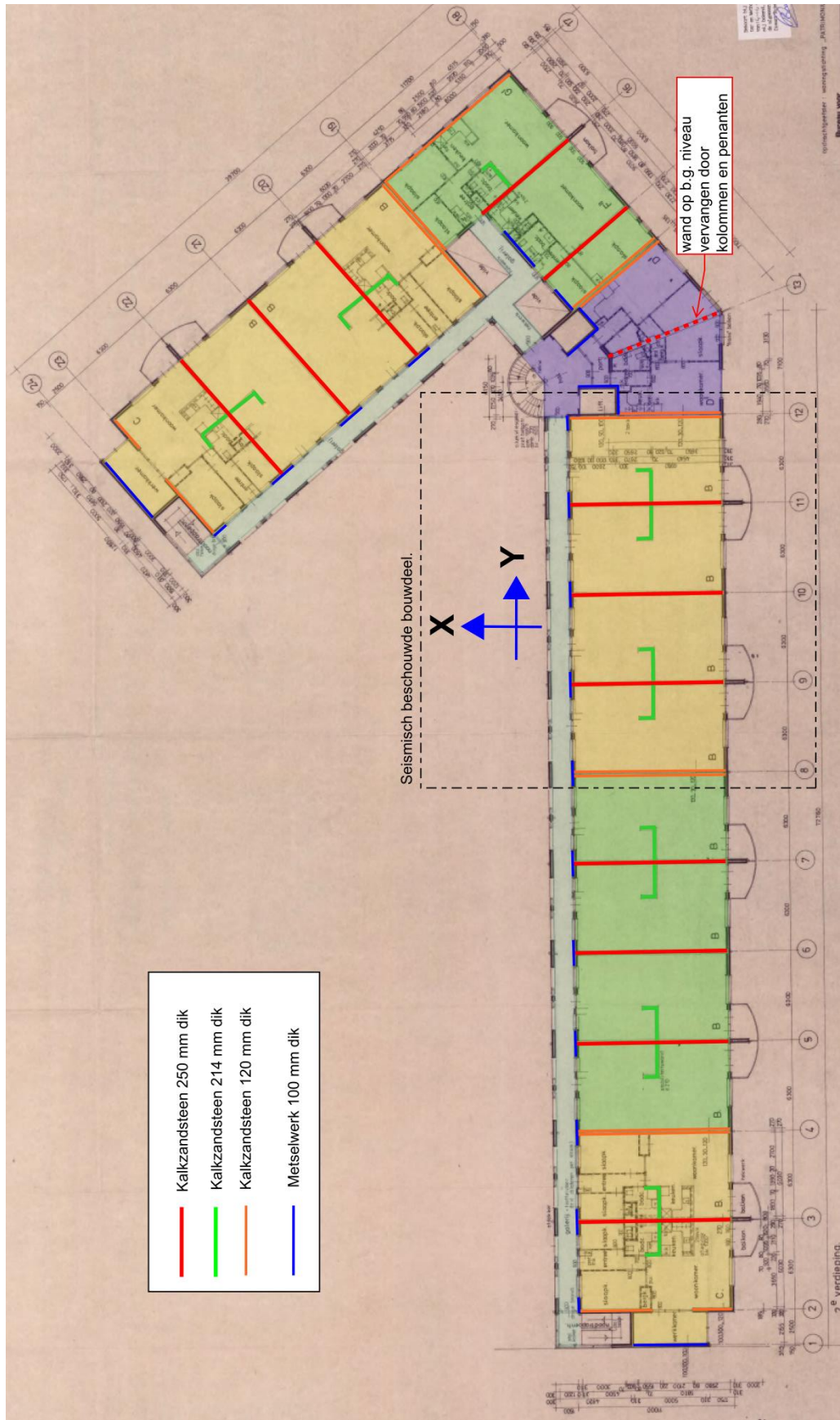
Constructief

Overzicht opdeling door ankerloze spouwmuren

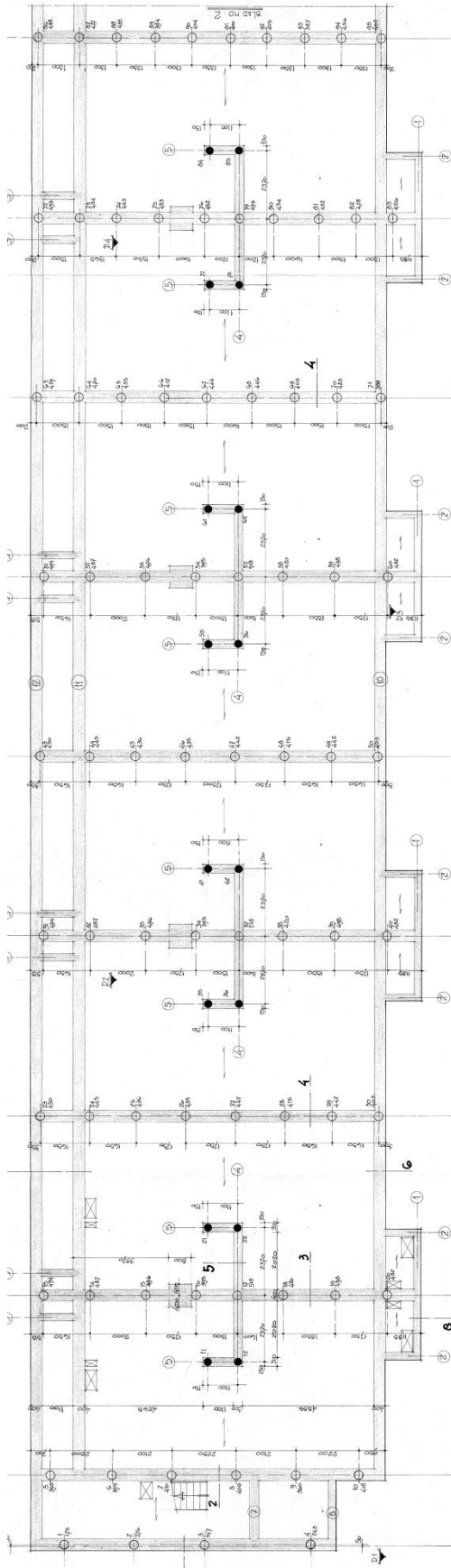




Overzicht stabiliteitselementen



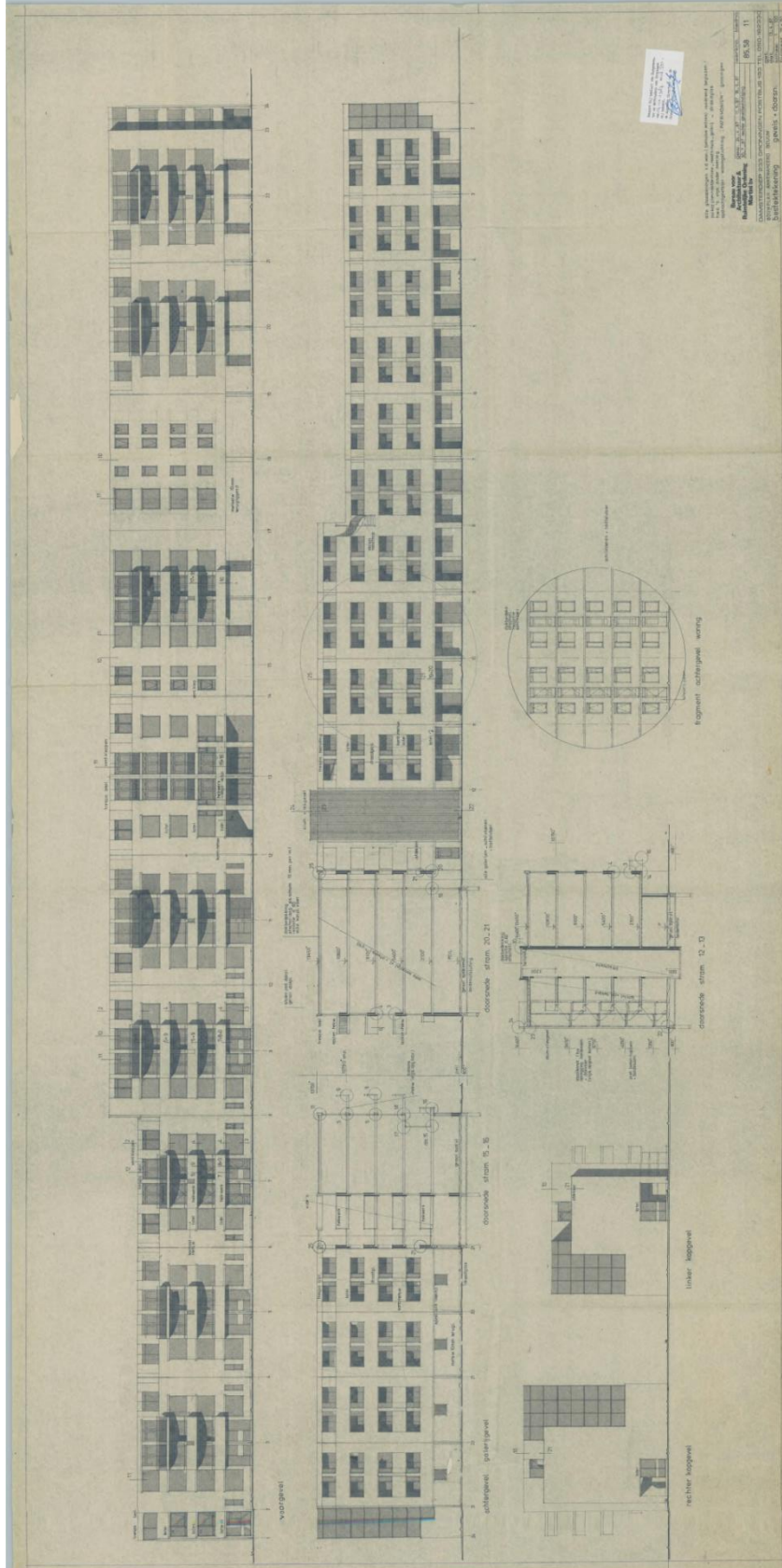
Palenplan

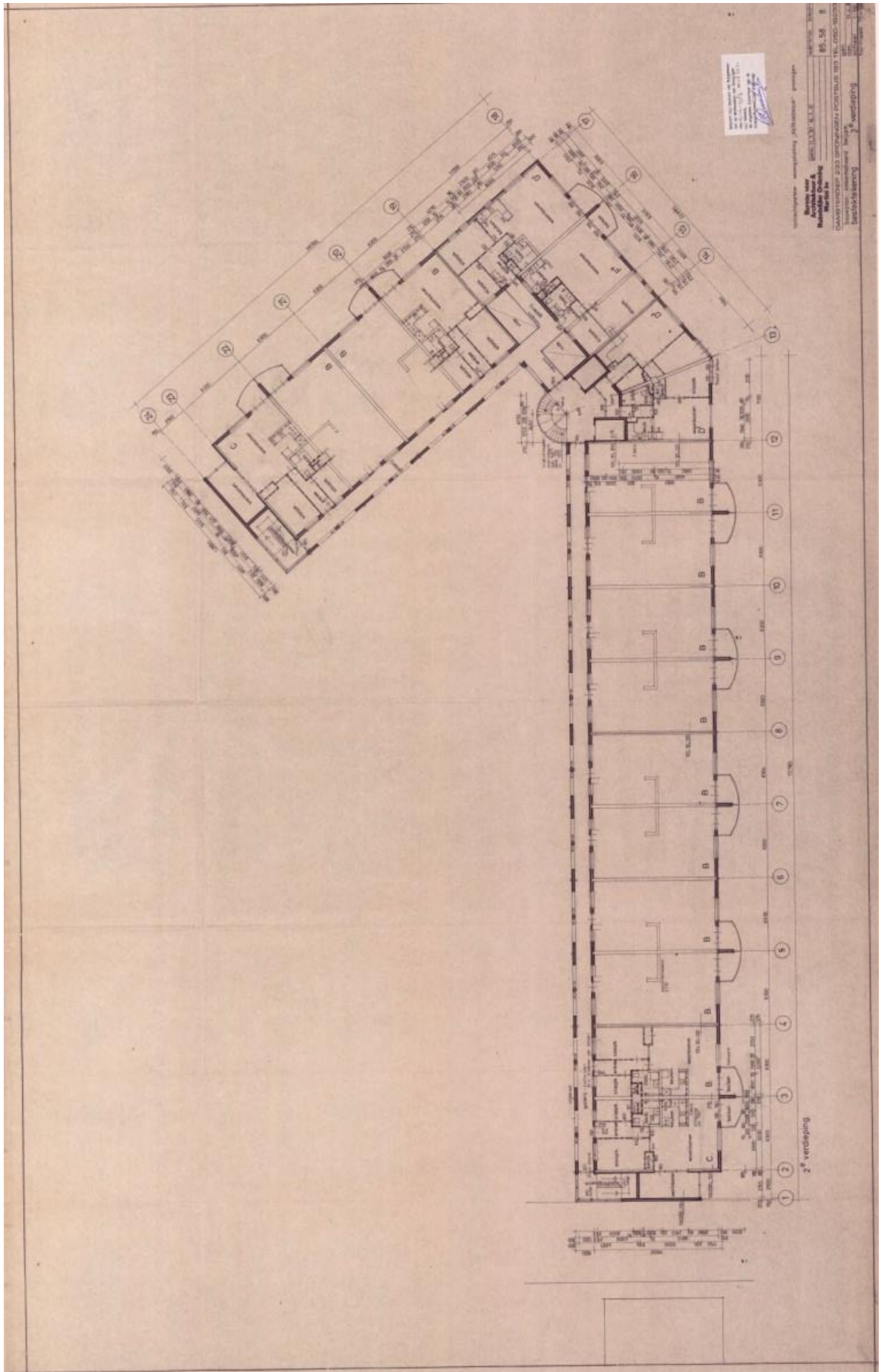




Bouwkundig

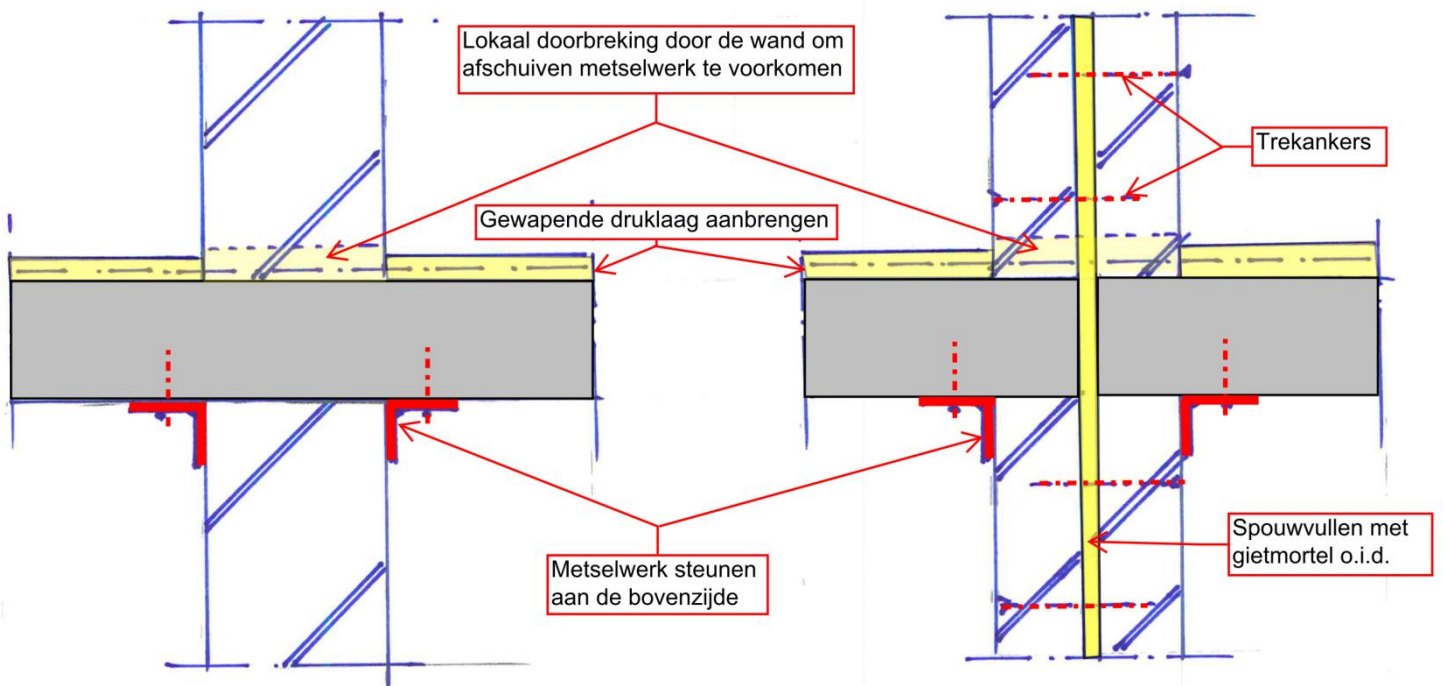
Gevelaanzichten, doorsneden en plattegrond







Oplossingsdetails



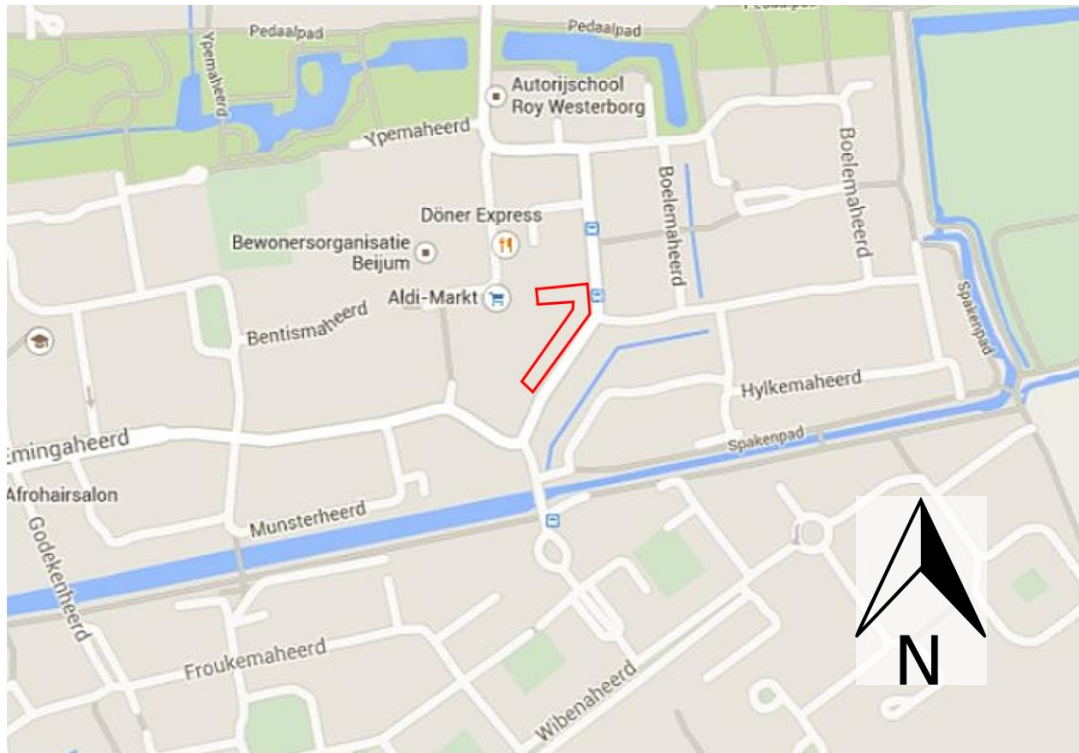


Bijlage 4

Foto's

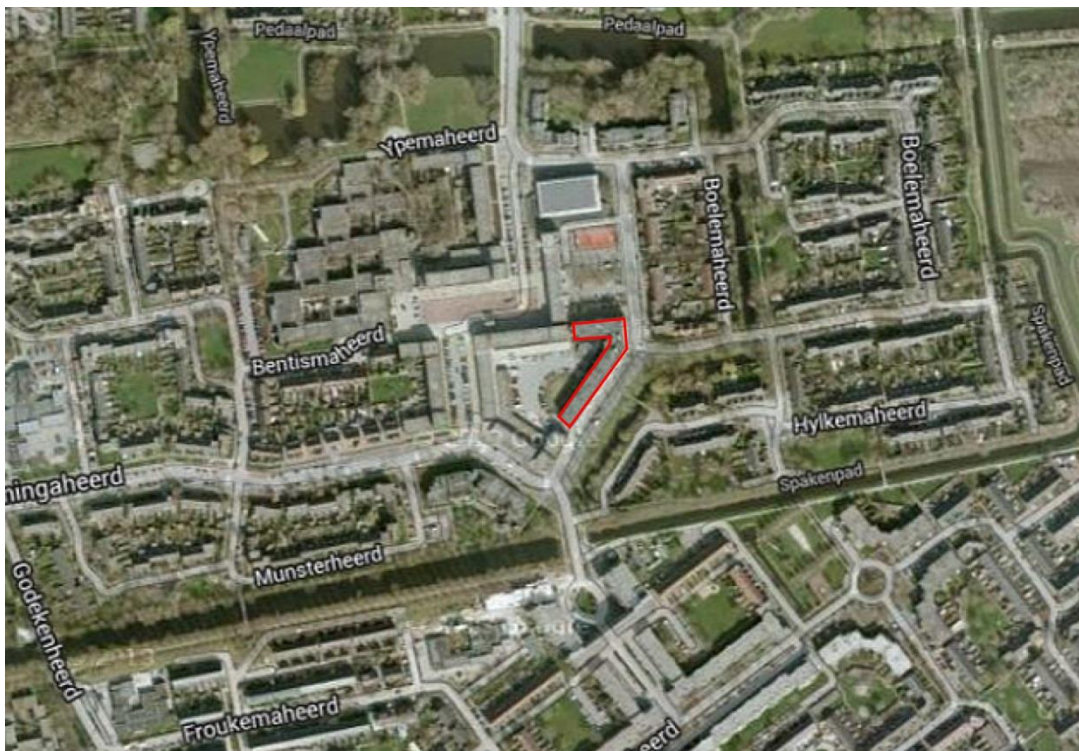
- Situatie
- Foto's constructief en bouwkundig

Situatie



Kaart

Bron: Google maps



Luchtfoto

Bron: Google maps

Foto's constructief en bouwkundig



Foto 1: Voorgevel Amkemaheerd.



Foto 2: Voorgevel kruising Amkemaheerd/Boelemaheerd.



Foto 3: Gevel Amkemaheerd.



Foto 4: Gevel aan parkeerplaats Amkemaheerd.



Foto 5: Achtergevel met middenin het hoofdtrappenhuis.



Foto 6: Achtergevel met stalen noodtrappenhuis van vloer 4 (3^e verdieping) naar vloer 5 (4^e verdieping).



Foto 7: Trappenhuis op gevel hoek.



Foto 8: Hoofd entree Amkemaheerd met metselwerk penanten en betonbalk.



Foto 9: Entreehal met betonkolommen en betonbalk, plafond houtwolcementplaat.

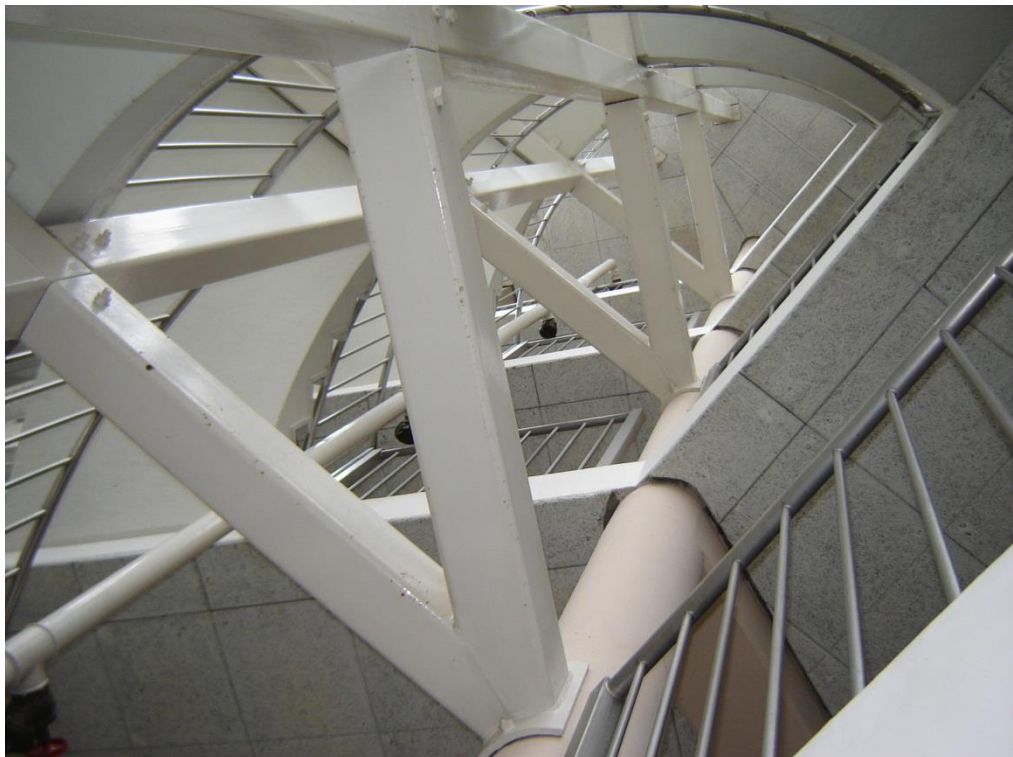


Foto 10: Hoofdtrappenhuis met staalconstructie gekoppeld aan betonkolommen.



Foto 11: Hoofdtrap met prefab betonnen trapelementen op staalconstructie.



Foto 12: Oplegnok prefab trap op vloer.



Foto 13: Droge blusleiding in hoofdtrappenhuis.



Foto 14: Mechanische bevestiging houtwolcement plafondplaten.



Foto 15: Gang bergingen. Niet dragend metselwerk ongesteund.



Foto 16: Leiding doorvoer.



Foto 17: Buitengevelhoofd trappenhuis.



Foto 18: Prefab trappen met RVS balustrade in trappenhuis eindgevel.



Foto 19: Trap eindgevel bestaat boven de begane grond uit een staalconstructie met prefab trappen.



Foto 20: Staalconstructie trappenhuis opgelegd in metselwerk. Niet verankerd!



Foto 21: Metselwerk vulling in staalconstructie niet verankerd.



Foto 22: Bovenste verdieping met metselwerk borstwering.



Foto 23: Antennes op het dak.



Foto 24 :Voeg tussen prefab trappen en metselwerk.



Foto 25: Prefab trap met oplegnok op vloer en bevestiging RVS balustrade.



Foto 26: Bevestiging balustrade aan gevel.



Foto 27: Galerij.



Foto 28: Droge blusleiding in beton van de galerij gestort.



Foto 29: Galerij oplegging op penanten.



Foto 30: Oplegging galerij op achtergevel appartementen. Deels met L-staal boven de voordeuren.



Foto 31: Temperatuur/krimpscheur.



Foto 32: Dilataatie t.p.v. ankerloze spouwmuur door de galerij en het metselwerk.



Foto 33: Galerij dilatatie.

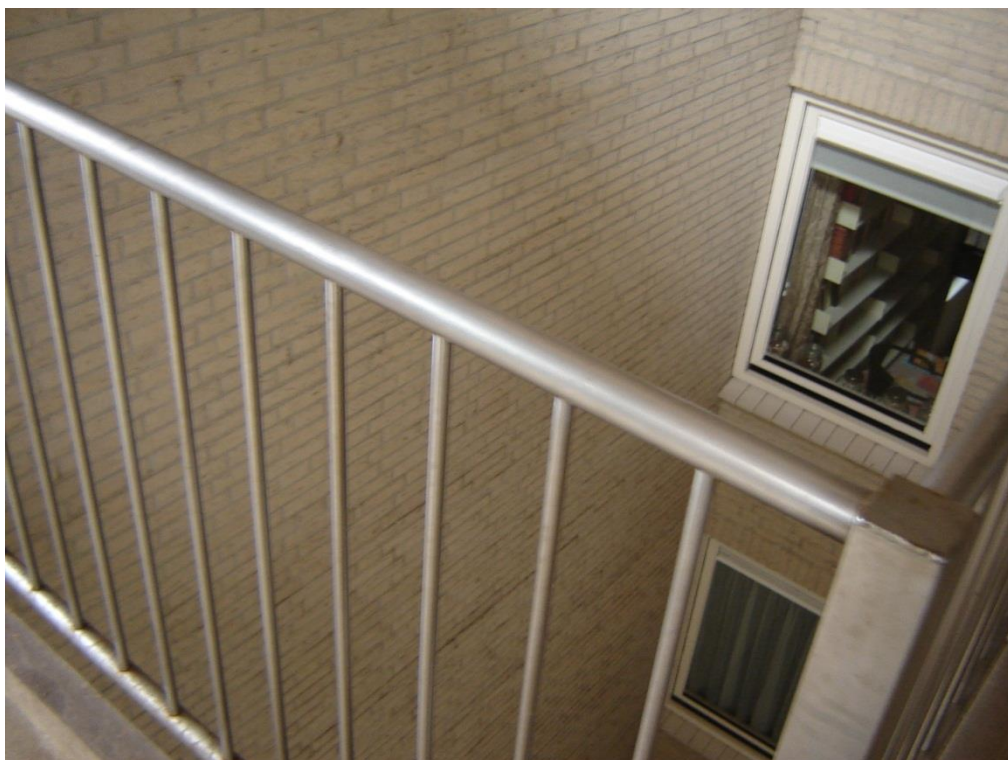


Foto 34: Vide met RVS hekwerk en hoog doorgezet metselwerk.



Foto 35: Vide met lichtkoepel van kunststof.



Foto 36: Galerij met noodtrap opgehangen aan metselwerk.



Foto 37: Bevestiging noodtrap.



Foto 38: Metselwerk ongesteund opgelegd op vloer en gescheurd.



Foto 39: Oplegging prefab trap is verschoven.



Foto 40: Vilt toegepast t.p.v. oplegging vloer op metselwerk.



Foto 41: Liftinstallatie hydraulische lift.



Foto 42: Schakelkast liftinstallatie.



Foto 43: Leidinginvoer.



Foto 44: Meterkast.



Bijlage 5

Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen

Aardbevingsbestendigheid Bestaande Bouw

1. Inleiding

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

1.1. *Aardbevingen in Groningen*

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

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

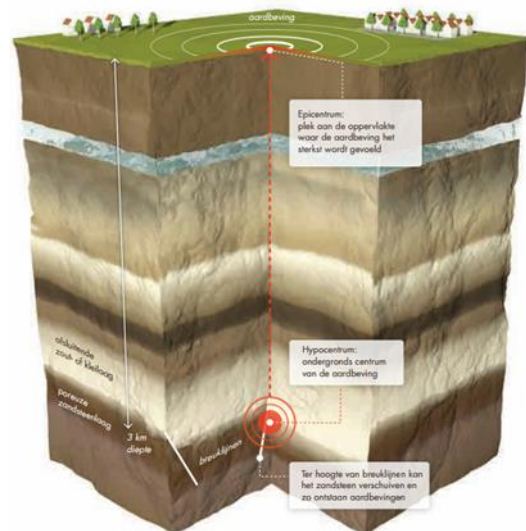
De NAM heeft een internationaal ingenieursbureau opdracht gegeven om de gevolgen van de aardbevingen op bestaande panden te onderzoeken en het ontwikkelen van nieuwe regelgeving voor "Groninger aardbevingen". In deze notitie wordt de relatie tussen aardbevingen en schade aan bebouwing uitgelegd aan de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

1.2. *Aardbeving Mechanisme*

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

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

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



1.3.

De zwaarte van de aardbeving

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

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



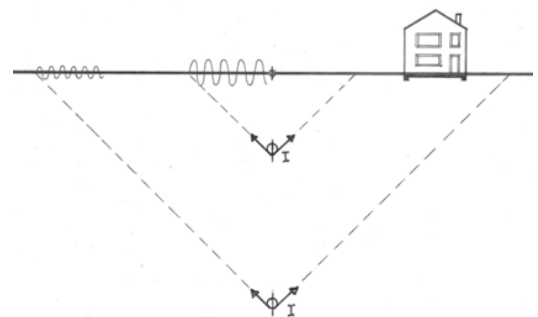
Bijgaande kaart toont de aardbevingen in en rond Nederland. In Groningen is sprake van geïnduceerde bevingen door gaswinning. De geïnduceerde aardbevingen zijn aangeduid met gele stippen. De relatieve grootte van de stip geeft de orde van grootte van de gemeten magnitude aan.

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

1.4.

De diepte van de aardbeving

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



2. Regelgeving

2.1. *Bouwbesluit*

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

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

2.2. *NPR 9998*

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

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

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

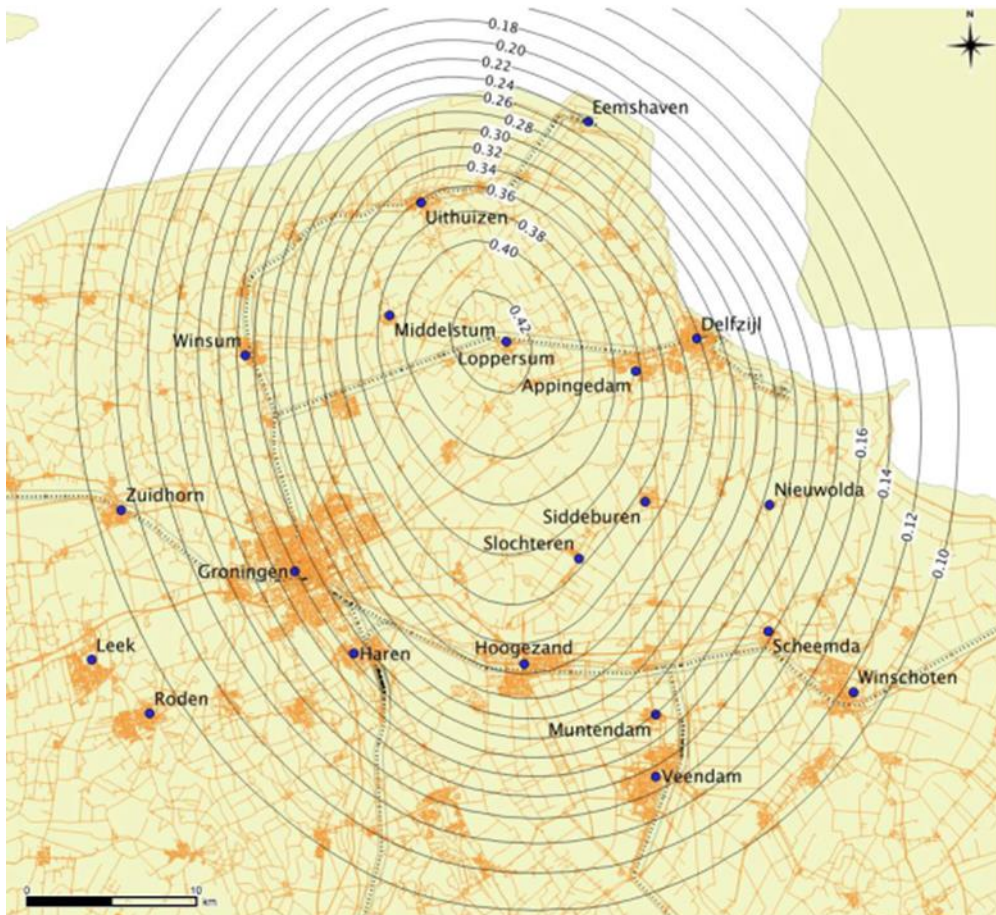
2.3. *Toetsing conform de voorlopige NPR 9998 d.d. februari 2015*

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

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

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

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



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

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

3. Aardbevingsbestendig bouwen

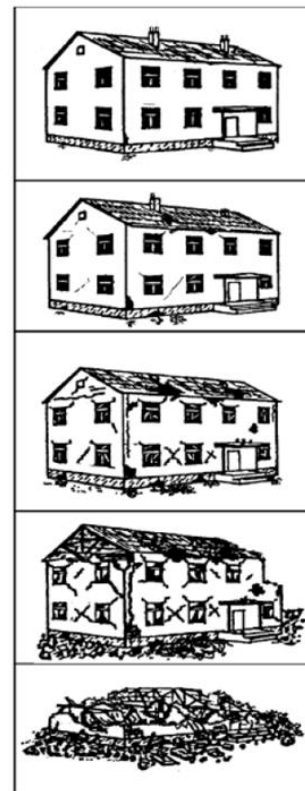
3.1. Algemene risico's bij aardbevingen

Aardbevingen kennen twee belangrijke risico's:

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

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

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



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

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

3.2.

Aardbevingsbestendige constructie

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

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

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



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

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

