

# Record of Review

# ARUP

Project title	Groningen Earthquakes - Structural Upgrading	Job number	229746_34
Client	Nederlandse Aardolie Maatschappij bv	File reference	229746_034.0_NOT101_Rev.0.01
Seismic Specialist Reviewer	5.1.2e	Date of review	1 April 2015
Senior Structural Reviewer	5.1.2e		
Approval for issue	5.1.2e		

## Scope of Review

The Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) has asked Arup to do a review of the below mentioned document. The review is not done on the basis of an Arup reference document nor a strict framework which should be met. However the preliminary NPR 9998:2015, the ASCE41-13 and related codes and documents are used as a starting points. The intent of this review is to point out the strengths and weaknesses and thereby give a constructive feedback.

The following subjects have been agreed:

- Evaluation of completeness of the report and possible recommendations based on NAM - Handbook Structural Upgrading 0.0 (Engineering Inspection Manual EVS for CC1 buildings, where applicable)
- Evaluation of suitability of the collected data used for the scan and possible recommendations for potential missing or relevant information.
- Check on the presented structure type and the seismic analysis to the preliminary NPR 9998:2015.
- High level review of proposed conclusions or recommendations.

## Reviewed Documents

- 150227\_13663SA006B\_RAP\_Wessel Gansfort College\_SA\_v5.0\_CON
- 150227\_13663SA006B\_RAP\_Wessel Gansfort College\_SA\_v5.0\_Eng

## Overall conclusions resulting from Review

- The scan is relatively complete for a first evaluation. A safety procedure for the inspection, High Risk Building Elements and recommendations for further investigations could be incorporated.
- The collected or presented data is not in line with the level of analysis in the report.
- The presented representation of the structure is not in line with the NPR nor can the results be used in a Tier 1 assessment as proposed in the ASCE 41-13.
- The conclusions regarding the seismic capacity or proposed solutions seem subjective and are presented without any analysis. This report can be seen as a base for further assessments and analysis.

Attached with comments:

150227\_13663SA006B\_RAP\_Wessel Gansfort College\_SA\_v5.0\_CON

Seismische scan  
Wessel Gansfort College

27 februari 2015



seismisch advies

5.1.2e  
5.1.2e

ARUP

Date of review: 1 April 2015  
Job number: 229746\_34

Overall conclusions resulting from review:

- The scan is relatively complete for a first evaluation. A safety procedure for the inspection, High Risk Building Elements and recommendations for further investigations could be incorporated.
- The collected or presented data is not in line with the level of analysis in the report.
- The presented representation of the structure is not in line with the NPR nor can the results be used in a Tier 1 assessment as proposed in the ASCE 41-13.
- The conclusions regarding the seismic capacity or proposed solutions seem subjective and are presented without any analysis. This report can be seen as a base for further assessments and analysis.

In green the remarks that are more general about the procedure and used method that could be applicable to other reports also.

CONCEPT





Seismische scan Wessel Gansfort College

Project: **Seismische scan Exemplarische gebouwen**

Betreft: Wessel Gansfort College, Heerdenpad 8 te Groningen

Datum: 27 februari 2015

Code: 13663-006-B

Opdrachtgever: Gemeente Groningen

Contactpersoon: hr. 5.1.2e

Opgesteld door: ing. 5.1.2e (bouwkundig)  
ing. 5.1.2e (constructief)

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

Contactpersoon: ir. 5.1.2e

Geautoriseerd: ir. 5.1.2e

datum	versie	autorisatie constructief	autorisatie bouwkundig
27-02-2015	concept	ir. 5.1.2e	ir. 5.1.2e

# CONCEPT



**Inhoudsopgave**

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1.	Vraagstelling / Doelstelling	5
1.2.	Achtergrond	5
1.3.	Aanpak	5
<b>2.</b>	<b>Inventarisatie</b>	<b>7</b>
2.1.	Algemeen	7
2.2.	Constructieve elementen	9
2.3.	Niet-constructieve elementen	10
<b>3.</b>	<b>Analyse en oplossingsrichtingen</b>	<b>12</b>
3.1.	Toetsingskader	12
3.2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	12
3.3.	Analyse seismisch gedrag	15
3.4.	Analyse constructieve elementen	16
3.5.	Analyse niet-constructieve elementen	19
<b>4.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>22</b>
4.1.	Conclusies	22
4.2.	Aanbevelingen	24
<b>Bijlagen</b>		<b>25</b>
Bijlage 1	Checklist constructieve en niet-constructieve elementen	25
Bijlage 2	Constructieve berekening	33
Bijlage 3	Tekeningen	39
Bijlage 4	Foto's	45
Bijlage 5	Aardbevingen, achtergrondinformatie en begrippen	59





# 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 ('exemplarische') gebouwen onder invloed van aardbevingen. Een van deze exemplarische gebouwen betreft het Wessel Gansfort College, Heerdenpad 8 in Groningen waarvan de rapportage voor u ligt.

Doel van het onderzoek is om op een snelle en efficiënte manier inzicht te verkrijgen 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 gebouwoonderdelen voldoen aan gestelde eisen ten aanzien van seismische invloeden. Tevens worden oplossingsrichtingen aangedragen voor gebouwoonderdelen die als onvoldoende veilig worden aangemerkt.

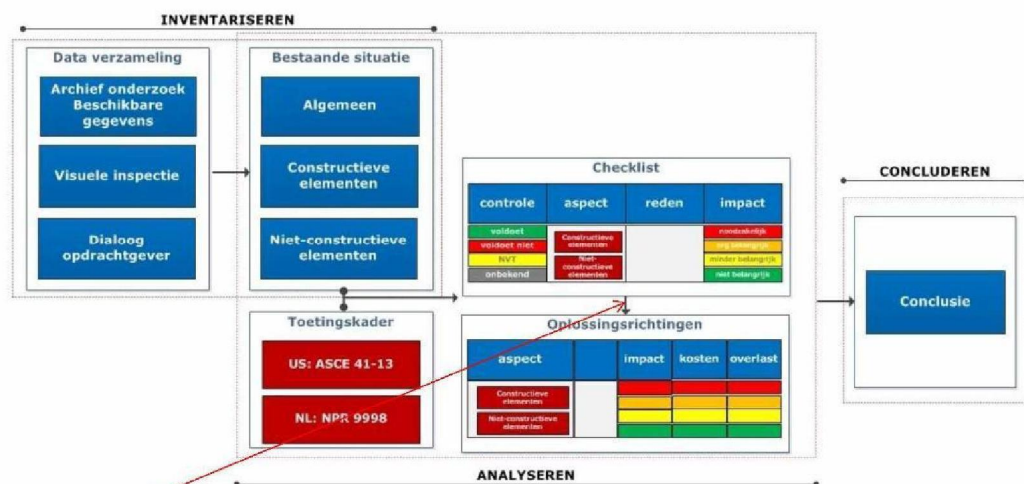
Met de uitkomsten van het onderzoek kan een globale inschatting worden gemaakt van de gebruiksveiligheid van het gebouw ten aanzien van seismische invloeden. Daarnaast kan er een beeld worden gevormd over de impact van het verhogen van het veiligheidsniveau.

## 1.2. Achtergrond

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

## 1.3. Aanpak

De uitgevoerde scan bevat drie stappen: inventariseren, analyseren en concluderen. In figuur 1 zijn de stappen in samenhang weergegeven.



Figuur 1: Relatie van ontwerpstappen

p5.1) It is necessary to distinguish the check of the existing building from the suggestion for upgrading solutions. The first check should be on the current state of the building. The check on the existing building will provide information about deficiencies. The suggestions of intervention measures, should be related to a verification on base of a theoretical model of the building in the final condition, already upgraded. The path to follow to solve these deficiencies is not on a straight line because there are various possible solutions and it is necessary to assess the complete path balancing the actions to obtain an economic and feasible solution. So, generally, unless the situation is very simple, it is not possible to define the correct solutions only with a rough calculation, based on the existing situation. For a better comprehension and more objective results:

- primary (conservative) analysis should assess the current deficiencies. If so desired in this phase also the situation after upgrading;
- giving a clear explanation in the report that the final solution may be very different from a suggestion based on a very rough calculation, to avoid misunderstanding of the client.

This report is not conclusive: it might only be a first step; it might be necessary to carry out further analysis to assess correctly the actions and give more reliable solutions.

Hieronder wordt per stap aangegeven welke activiteiten zijn uitgevoerd:

### Inventariseren

p6.1) Before an inspection of a building, the NAM handbook requires a Safety Evaluation of the building to ensure a safe inspection. (for example by applying the ATC-20 procedure).

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

p6.2) The NAM handbook offers a list of High Risk Building Elements (HRBE, currently defined only for houses, but also valid for buildings belonging to other classes. This list, which can be extended with for example façade elements, could be used to identify elements with higher seismic risks or that require immediate attention.

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" checklist. Gecontroleerd wordt of de genoemde aspecten uit de checklist voldoen aan de norm;
- wordt een **dynamische berekening** gemaakt voor het bepalen van de respons van de constructie op een model-aardbeving, zoals die op de locatie van het gebouw zou kunnen optreden
- worden, waar nodig voor het invullen van de checklist, eenvoudige constructieve berekeningen gemaakt. **Deze berekeningen worden als bijlage bijgevoegd;**
- worden voor de checklistaspecten die niet voldoen oplossingsrichtingen aangedragen. Deze oplossingsrichtingen dienen als prestatieverbeterende denkrichtingen.

### 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 gebruiksveiligheid 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.

p6.4) Conclusion preferably also includes any suggested additional (more intrusive) screening to improve data of building. F.i. foundation pit, soil data, removal of finishing to confirm or assess the existing detailing. This information might be required for more detailed seismic evaluations.

p6.3) The ASCE 41-13 check list is a good way to quickly identify potential deficiencies. The check list is an indication of the vulnerability of a building not a codified check. Caution should be taken to include a modal response spectrum analysis in this phase as the outcome is sensitive to the limited information from a scan and might lead to non-conservative outcomes. The ASCE and also the NPR appendix C propose the Lateral Force Method as a first step to conservatively assess if no further analysis is needed. If the method is not conservative enough there is the risk of assessing a structure as compliant when a more reliable analysis based on more accurate data might show inadequate.

**2. Inventarisatie**2.1. *Algemeen*2.1.1. *Beschikbare bouwdocumenten*

De volgende beschikbare documenten zijn gebruikt:

<b>Bouwkundig</b>					
Tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving		
1	28-06-1978	Bestekstekeningen	Situatie tekening		
3	28-06-1978		Plattegrond bg		
4	28-06-1978		Plattegrond 1 <sup>e</sup> verdieping		
5	28-06-1978		Plattegrond 2 <sup>e</sup> verdieping		
6	28-06-1978		Plattegrond 3 <sup>e</sup> verdieping		
B7	09-04-1976		Oost- en Westgevel		
8	01-06-1978		Noord- en Zuidgevel		
10	09-04-1976		Doorsnede AA t/m BB		
11	28-06-1978		Doorsnede CC t/m FF		
12	28-06-1978		Doorsnede GG t/m KK		
13	28-06-1978		Doorsnede LL t/m OO		
<b>Constructief</b>					
Tekeningnr.	Datum		Status	Omschrijving	
4291 - 01	11-09-1978	Werktekeningen	palenplan		
4291 - 03	24-10-1978		fund. + begane grondvloer		
4291 - 05	24-10-1978		doorsn. beg. grond + fund.		
4291 - 22	17-11-1978		funderingsbalken as 1, 7, 8, 11		
4291 - 23	17-11-1978		funderingspoeren as 4, 5, 7, 8		
4291 - 29	17-11-1978		funderingsbalken as A, B-D, N, O		
4291 - 31	17-11-1978		funderingsbalken as N, Q		
4291 - 36	15-12-1978		Vloer op 1620 +P		
4291 - 48	27-02-1979		Vloer op 4920 +P		
4291 - 49	27-02-1979		Vloer op 8820 +P		
7394 - 01	24-03-1979		Wanden en kolommen onder dak		
378 - 83	13-08-1978		details prefab trap		
ZW 46_01	08-12-1978		Atlas vloer voorspanning		
7394 - 01	26-05-1982		Uitbreiding begane grondvloer		

2.1.2. *Beschrijving van het gebouw*

De oriëntatie en omvang van het gebouwcomplex is weergegeven op de kaart en luchtfoto in bijlage 4.

- Het bouwjaar van het totale schoolgebouw is 1979.
- In het totale schoolcomplex zijn de volgende functies ondergebracht:
  - Onderwijsruimte
  - Openbare ruimte
  - Backoffice van de onderwijsinstelling
- De hoofdafmetingen van het gebouw, zijn vastgelegd op de plattegronden en in de doorsnede, zie bijlage 3.
- Bruto vloeroppervlak van bouwdeel 2: circa 2.030 m<sup>2</sup>.
- Het totale gebouwcomplex heeft meerdere verbouwingen en aanpassingen ondergaan, waaronder een toevoeging van een muzieklokaal (deel 6 in figuur 3). Voor het beschouwde bouwdeel 2 heeft slechts één belangrijke wijziging plaats gevonden. In totale 1982 is een betonvloer tussen de bestaande funderingsbalken gestort, zodat de verdiepte ruimte onder het gebouw bij de school getrokken is.
- De hoofd draagstructuur bestaat uit in het werk gestorte betonnen kolommen en vloeren.
- **Gegevens over de ondergrond zijn onbekend.**

p7.1) Soil data is missing. During the inspection an identification of the ground type to NEN-EN 1998-1 table 3.1 should be made.

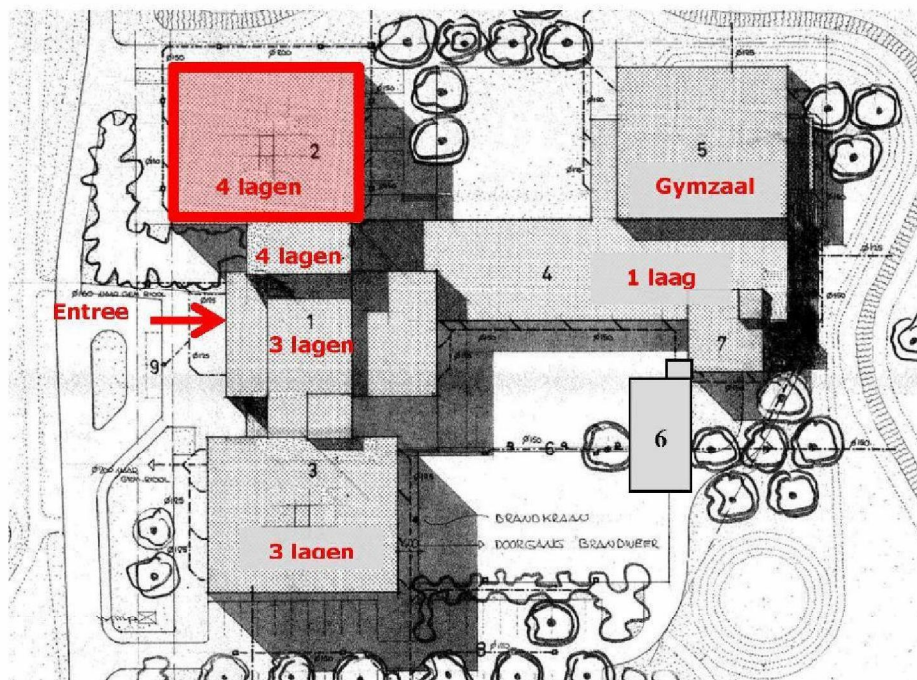


Figuur 2: Hoofdentree Wessel Gansfort College – Oostgevel West?

- Indeling

- Het totale schoolgebouw is onderverdeeld in 7 bouwdeelen, zie figuur 3. Daarvan is alleen bouwdeel 2 uitgelicht om nader onderzocht te worden en als voorbeeld te dienen voor de overige bouwdeelen. Bouwdeel 2 vormt met 4 bouwlagen het hoogste deel van het gebouwcomplex
- Bouwdeel 2 is opgedeeld in een kelder met daarboven 4 bouwlagen.
- Het bouwdeel bevat diverse lesruimten en één kantoorruimte per verdieping.
- De voormalige fietsenkelder is verbouwd tot lesruimte door de bestrating te vervangen door een betonnen vloer en lichte, poriso wanden en verdiepingshoge systeemwanden te plaatsen.
- De vloerniveaus liggen ten opzichte van het aansluitende bouwdeel 1 een halve verdieping lager.
- De bouwdeelen zijn met elkaar verbonden door een in het werk gestorte betonnen trap.

p8.1) The influence of the other building parts in the current situation might influence the behaviour (current state) even though there is a movement joint, as the buildings seem connected through the stairs. The description and documentation of the adjacent building should be included in the scan and the outcome of this scan treated with care.



Figuur 3: Overzicht bouwdeelen



p9.1) The geometry of the building is insufficiently documented in relation to the apparent detail of the analysis (no vertical sections, no vertical measures).

2.1.3. *Geldigheid van de beschikbare stukken*  
Tijdens de visuele inspectie ter plaatse op 04-11-2014 is geconstateerd dat het gebouw grotendeels overeenkomt met de situatie zoals deze op de genoemde tekeningen is weergegeven. Een verschil dat aan de gevels is geconstateerd bestaat uit een andere verdeling van kozijnen en metselwerk.

2.1.4. *Algemene conditie*  
De bouwkundige en constructieve staat van bouwdeel 2 is beoordeeld op verschillende onderdelen:

- Aantasting van de materialen en/of de interne verbindingen  
Bij de visueel waarneembare constructiedelen is geen aantasting of schade waargenomen.
- Scheurvorming  
Er is geen scheurvorming waargenomen.
- Verplaatsingen  
Er zijn geen verplaatsingen van elementen ten opzichte van 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.

2.2. *Constructieve elementen*

2.2.1. *Hoofddraagconstructie*

#### Onderbouw

Vibro or Fundex? Specify hammered, bored etc.

Het totale gebouwcomplex is gefundeerd op in de grond vervaardigde palen  $\varnothing$  430 mm met een voetplaat van  $\varnothing$  560 mm, waarvan de paalpunten staan op 27,0 m -NAP. In het midden van de plattegrond wordt het gebouwgewicht afgedragen op 2-paals poeren. Deze 8 poeren zijn door middel van langsbalken aan de gevelbalk gekoppeld.

Alle funderingsbalken zijn verdiept aangelegd ten opzichte van het maaiveld. Tussen de balken is in het oorspronkelijke ontwerp geen vloer gedacht. De oorspronkelijke bestrating ten behoeve van de verdiepte fietsenkelder is in een latere fase vervangen in een betonvloer om zo deze ruimte bij de school te betrekken.

#### Bovenbouw

Het betonskelet bestaat uit een raamwerk van vloeren en kolommen die in het werk gestort zijn. De vloeren bevinden zich op een onderlinge verdiepingshoogte van 3,3 m. De vlakke plaatvloeren zijn 180 mm dik en zijn **nagespannen in 2 richtingen**.

Het totale plattegrondvlak is over de korte zijde opgedeeld in een 3 velds-overspanning van 7,2 m, zie constructieve plattegrond van de verdieping in bijlage 3. In de andere richting staan de midden kolommen (400 x 400 mm), met kolomkop (foto c 1) op een wisselend stramien van 6,0 m en 3,0 m. Het stramien van de gevelkolommen (300 x 400 mm) verschilt met die van de middenkolommen. De gevelkolommen aan de korte zijde bevinden zich op een afwisselend stramien van 2,4 m en 4,8 m. Aan de lange zijde staan de gevelkolommen op een vaste afstand van 3,0 m ten opzicht van elkaar.

De dakvloer is afwijkend ten opzicht van de betonnen verdiepingsvloeren. Het dak bestaat uit **gevouwen** staalplaten, die opgelegd zijn op stalen liggers.

- 2.2.2. **Stabiliteit**  
De standzekerheid van het bouwdeel wordt in beide richtingen verzorgd door de 200 mm dikke betonwanden. In de dwarsrichting (evenwijdig met de cijferassen) is aan weerszijden van het trappenhuis (Foto C2) een betonwanden gesitueerd van 6,0 m lang (op as 7 en 8), zie constructieve plattegrond in bijlage 3.  
In de langsrichting (evenwijdig met de letterassen) is aan de rand van het bouwdeel een betonwand geplaatst met een lengte van 3,3 m (as N). Daarnaast is elke verdiepingvloer door middel van in het werk gestorte trappen op as N gekoppeld aan het aangrenzende bouwdeel. Dit betekent dat de verdiepingvloeren van de twee aangrenzende bouwdelen een halve verdiepingshoogte ten opzichte van elkaar versprongen zijn (Foto C3). Evenwijdig met as N is de liftkern gesitueerd. Deze is gedilateerd van het beschouwde bouwdeel 2 (Foto C4).
- 2.3. **Niet-constructieve elementen**
- 2.3.1. **Algemeen**  
De situatie van bouwdeel 2 wordt beschreven. De tekening van een standaardverdieping is opgenomen in bijlage 3. Foto's waarnaar wordt verwezen zijn in bijlage 4 opgenomen.
- 2.3.2. **Gebouwschil**
- Gesloten gevel  
Gevels: metselwerk binnenspouwblad met een metselwerk buitenspouwblad. Dit gevelmetselwerk staat per verdieping op een aangestorte prefab betonnen vloerrand, zie detail 3, bijlage 3. Zowel het binnen- als het buitenspouwblad zijn aan de bovenzijde niet gesteund. Het metselwerk stopt onder de kozijnen. Het linkerdeel van de oostgevel is over de gehele hoogte door gemetseld (Foto B3 en Foto B5).
- Open gevel:  
De houten kozijnen staan op een metselwerk spouwmuur en zijn voorzien van isolatieglas. De houten pui van het vluchttrappenhuis is gestapeld over vier verdiepingen (Foto B6). De gevelafwerking bestaat uit houten delen ter hoogte van de tussenbordessen van het trappenhuis en de dakranden.
- Dak  
Op stalen liggers ligt een staalplaten dak met mechanisch verankerde kunststof dakbedekking. Een kunststof lichtkoepel boven de algemene ruimte.
- Balustraden  
Trapbordessen: langs de vloerranden van de trap naar andere bouwdeel is een stalen spijlenhekwerk aangebracht (Foto B7). Balustraden zijn op de zijkant van de bordessen en trapboom bevestigd.
- 2.3.3. **Toegangen**  
De hoofdtoegang van bouwdeel 2 is de verbinding, trap naar bouwdeel 1. Deze trap is van in-het-werk-gestort (Foto B8). Trappenhuis: prefab betonnen steektrappen opgelegd op in-het-werk-gestorte (tussen)bordessen. De tussenbordessen zijn aan de betonwanden gestort en liggen op het metselwerk binnenspouwblad.
- 2.3.4. **Inbouw**
- Binnenwanden  
Metselwerk: Invulling van betonskelet met metselwerk (Foto C5).  
Gemetselde binnenwanden van poriso steen.  
Verdiepingshoge wanden rond de hal op alle verdiepingen (Foto B7 en Foto B9).  
Plaatmateriaal: Verdiepingshoge panelen tussen de lokalen onderling en deels als gangwand (Foto B10).  
Houten puien met glas (Foto B11).



#### Plafonds

Houtwolcementbeplating in souterrain (Foto B9).

Systeemplafonds op de begane grond, eerste en tweede verdieping (Foto B10).

#### 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.

2.3.5.

#### *Installaties*

##### Verlichting

De noodverlichtingsarmaturen en de verlichting van de leslokalen, gangen en trappenhuizen zijn uitgevoerd als plafondarmaturen (Foto B9 en Foto B11).

##### E-en W-installatie

Verwarming: de school wordt verwarmd met een centrale stookinstallatie welke is opgesteld in de technische ruimte (Foto B12). Deze bevindt zich niet in bouwdeel 2, maar in het aansluitende bouwdeel 4.

##### Leidingen en kanalen

Leidingen: de gasaansluiting komt door de vloer van de technische ruimte binnen (Foto B13). De leidingen van de cv gaan door de vloer heen naar de verschillende gedeelten van het schoolgebouw.

Boven het systeemplafond in de verkeersruimten zijn aan de constructievloer de kanalen van de luchtbehandeling opgehangen (Foto B14).

##### Transportinstallatie

De lift bevindt zich in het aansluitende bouwdeel 1 juist aan de andere zijde van de gebouwdilatatie (Foto C4 en Foto B 15).

Volgens de beheerder is geen noodstroomvoorziening aanwezig.

### 3. Analyse en oplossingsrichtingen

#### 3.1. Toetsingskader

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

Titel document	Afkorting
Bouwbesluit 2012	BB
NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen	NPR 9998
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.

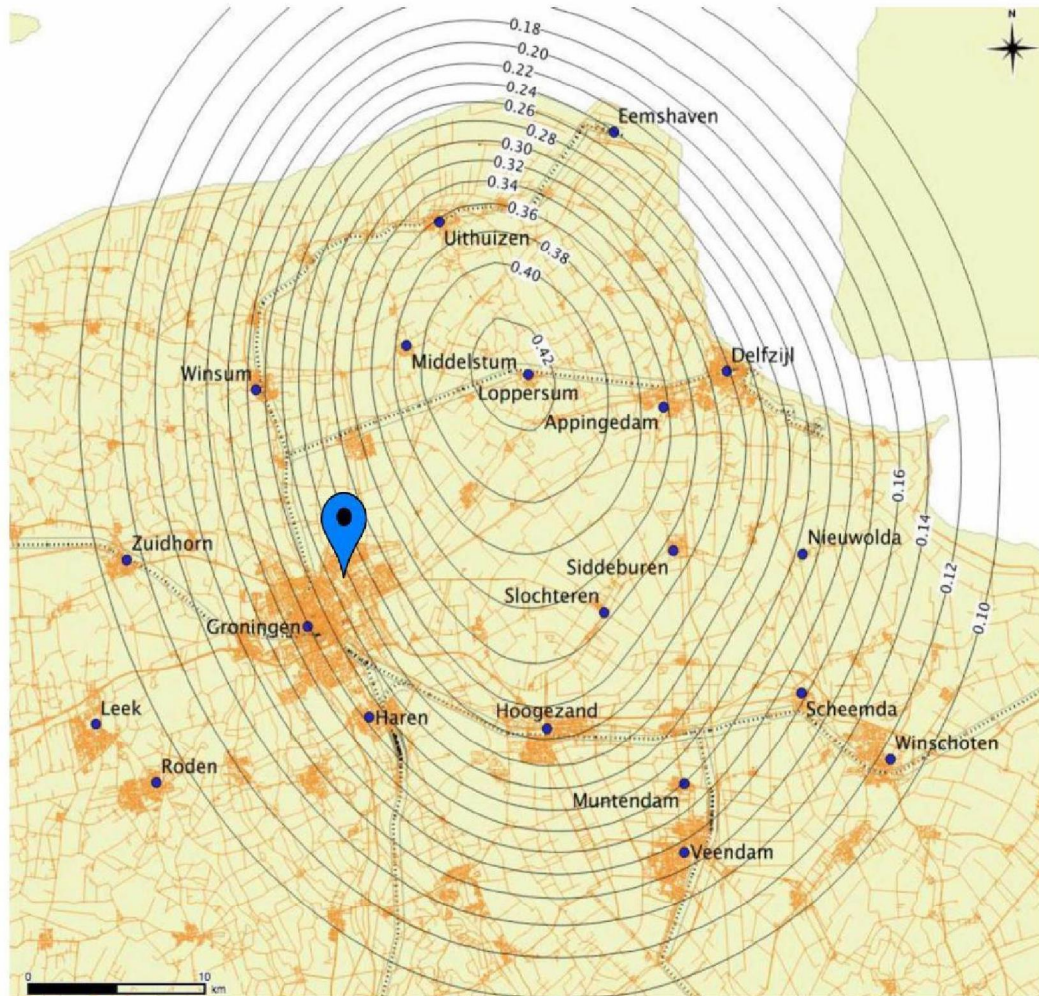
Uitgangspunt	Invoer	Bron
Piekgrondversnelling $a_{g,ref}$	0,28 g	NPR 9998
Gevolgklasse (Consequence Class)	CC2	BB
Belangklasse (Importance Class)	III	NEN-EN 1998-1

Tabel 2: Uitgangspunten seismische scan



### Piekgrondversnelling

De piekgrondversnelling met een standaard-herhalingstijd van 475 jaar ( $a_{g,ref}$ ) wordt voor de locatie van het gebouw vastgesteld aan de hand van figuur 4.



Figuur 4: Contourplot van de piekgrondversnellingen  $a_{g,ref}$  met een herhalingstijd van 475 jaar

### Gevolgklasse

Gevolgklasse CC2 is aangehouden voor onderwijsgebouwen waarbij minder dan 500 mensen tegelijkertijd gevaar lopen.

### Belangklasse

Belangklasse III is gehanteerd voor dit gebouwdeel waarbij de leerlingen ouder zijn dan 12 jaar en meer dan 250 mensen tegelijkertijd aanwezig zijn.

p14.1) The NPR 9998 (2015) defines three fundamental limit states (NC, SD, DL, p17) only NC (Near Collapse, an "accidental" design situation) is included in current issue and the analysis in this scan are presumably based on this one. It seems that there are no DL verifications in the report except the assessment of a value of a relative displacement of 15 mm between two adjacent floors (it is not clear on which model this is based). Other limit states (SD, DL) reference is made to the VU-NEN (remark 4 p18). It is not necessary consider them (the SD seems automatically verified) if the method above described (ASCE) is used.

Otherwise, if a more detailed and reliable method is directly used (as for a Tier 2) maybe also a DL should be verified to assess the full compliance of the building with the seismic load. In a sophisticated evaluation, like this, also, the deficiencies, highlighted by the checklist, must be considered in the model (or eliminated). Currently, the need of verification of DL in Tier 2 or 3 (defined in the ASCE) is to define on base of acceptable damage by the client.

Non-structural elements should not be analysed in NC but instead in either SD or DL depending on acceptable damage by the client (to be agreed).

3.2.2.

### Grenstoestanden

In de analyse worden een tweetal grenstoestanden gehanteerd; een bruikbaarheids grenstoestand en een uiterste grenstoestand. Voor beide grenstoestanden is een toetsingsniveau voor zowel bouwkundige- als constructieve gebouwelementen bepaald, zoals aangegeven in onderstaande tabel. Nadere uitleg over de verschillende grenstoestanden wordt gegeven in bijlage 5.

	Invoer	Bron
<b>Uiterste grenstoestand</b>		
Constructief toetsingsniveau	Near collapse	NPR 9998
Bouwkundig toetsingsniveau	Not considered	ASCE
<b>Bruikbaarheids grenstoestand</b>		
Constructief toetsingsniveau	Damage limitation	VU-NEN
Bouwkundig toetsingsniveau	Life safety	ASCE

Tabel 3: Gekozen toetsingsniveaus binnen de grenstoestanden

3.2.3.

### Randvoorwaarden

Op basis van de gebouw-specifieke uitgangspunten en de gekozen toetsingsniveaus kunnen de randvoorwaarden voor het invullen van de ASCE checklist worden geformuleerd.

p14.2) References to the document VU-NEN and the values presented can be confusing as the document is outdated by some of the information in the NPR. The values do not apply to the analysis in this report but might be relevant in further analysis. As the values are different and might change an explanation of the proposed values would help.

	Invoer	Bron
<b>Uiterste grenstoestand</b>		
Herhalingstijd	1500 jaar	NPR 9998
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$	0,39 g	NPR 9998
Seismisch niveau	High	ASCE
<b>Bruikbaarheids grenstoestand</b>		
Herhalingstijd	100 jaar	VU-NEN
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$	0,15 g	VU-NEN
Seismisch niveau	Moderate	ASCE

Tabel 4: Randvoorwaarden voor uitvoeren ASCE checklist constructieve elementen

3.2.4.

### Relevante ASCE checklists

Op basis van het beschreven randvoorwaarden en gebouwstructuur, een draagconstructie met betonnen stabiliteitswanden en stijve vloerschijven, zijn de onderstaande ASCE checklists relevant. De checklist voor niet-constructieve elementen is opgedeeld in de onderdelen 'gebouwschil', 'inbouw', 'toegangen' en 'installaties'.

Checklist omschrijving	Aanduiding
<b>Constructieve elementen</b>	
Basic checklist	16.1
Life safety basic configuration checklist	16.1.2 LS
Life safety structural checklist for building type C2: 'Concrete shear walls with stiff/flexible diaphragms'	16.10 LS
<b>Niet-constructieve elementen</b>	
Nonstructural checklist	16.17

Tabel 5: Relevante ASCE checklists voor toetsing van constructieve elementen

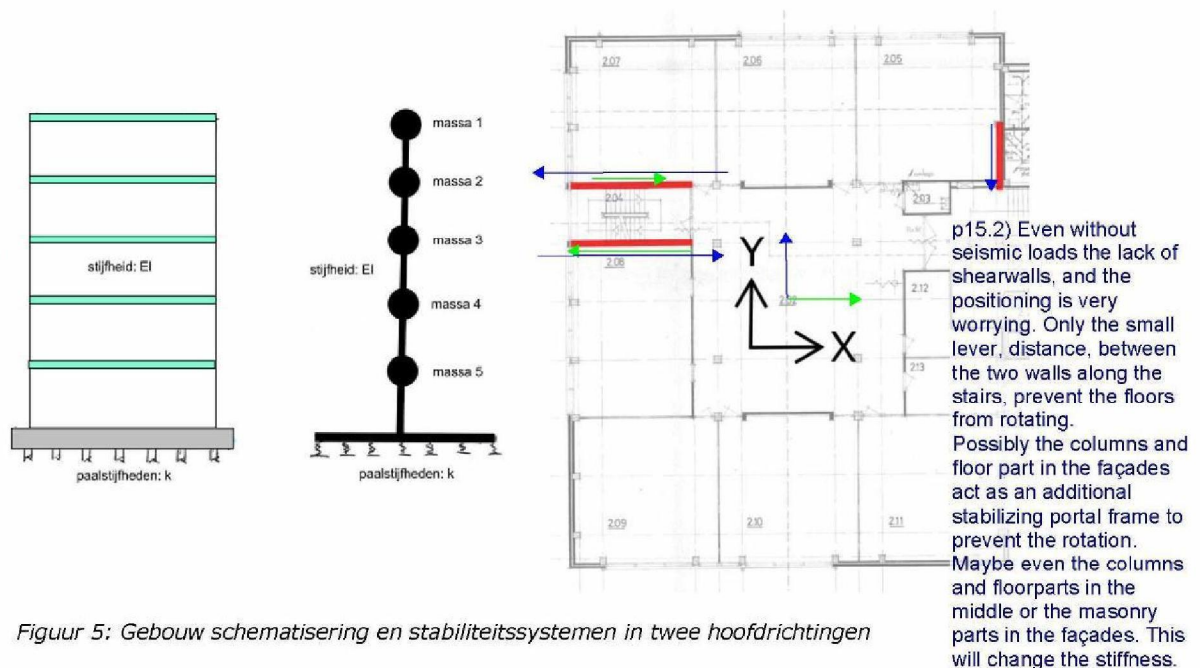
### 3.3. Analyse seismisch gedrag

Voor de toetsing van verschillende gebouwoonderdelen 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 model-aardbeving, zoals die op de locatie van het gebouw zou kunnen optreden. Onderstaand wordt de belangrijkste in- en uitvoer van de modellen beschreven. De berekening is opgenomen in bijlage 2.

#### 3.3.1. Model beschrijving

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 verdiepingvloeren. Het massa-veersysteem wordt ondersteund door een rotatieveer, waarvan de stijfheid wordt bepaald door de funderingsconstructie.

p15.1) The building seems modelled as an elastic column with concentrated mass at the level of floors, fixed to a (rigid?) foundation on elastic vertical springs. This simplified model is sensitive to the input parameters as the stiffness of the rods (walls) and of the foundation, the stiffness of the springs the horizontal restraints of the foundation, and so on. Because, furthermore, the model does not take torsional effects into account (effects due to the difference in the centre of mass and the centre of stiffness of the walls) the results, most likely, might not be representative of the actual seismic behaviour of this building.



Figuur 5: 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 5.

#### 3.3.2. Uitvoer model

De meest belangrijke uitvoer van de spectrale modale analyse is de maximaal optredende horizontale seismische belasting. Deze belasting grijpt aan in de massazwaartepunten van de verdiepingvloeren, 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 richting	Horizontale seismische belasting [kN]
x-richting	$1,42 \cdot 10^3$
y-richting	$2,87 \cdot 10^3$

Tabel 6: Uitvoer spectrale modale analyse

p15.3) The ASCE and the NPR (appendix C, p94) suggest applying a more conservative Lateral Force Analysis to obtain a first indication of the vulnerability of the building. Using a modal response analysis based on a simplified model is not recommended for the purpose of a "Tier 1" analyses. It is to note, if a modal analysis is performed, that the building is not regular according to the NPR (paragraph 4.1). So the modal analysis must be performed based on a three-dimensional model. With such a model we would get more accurate results of the actions of the various structural elements.

The modal analysis is a much more sophisticated analysis of the rough one provided in the "Tier 1". The higher reliability of such an analysis, which allows to better simulate the structural behavior and, therefore, validate structures that with an analysis of "Tier 1" would be discarded, requires a more precise knowledge of geometry and materials and seems not appropriate with respect to the level of knowledge currently available.

p16.1) The ASCE check list is a good way of assessing the vulnerability of the building. Further analysis of structural or non-structural elements that seem non-compliant or relevant missing information is the outcome. It is not considered a codified check. It is to note that the ASCE suggested process is a reliable and commonly accepted one. Any change in the context of such a process may invalidate all the process and, so, it is necessary to be justified. Differently, the conclusions might be considered not reliable.

### 3.4. *Analyse constructieve elementen*

Met de geïnventariseerde gegevens en vastgestelde randvoorwaarden kan het gebouw worden gespiegeld aan het toetsingskader, als zijnde de ASCE checklists zoals genoemd in tabel 5. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit de constructieve analyse toegelicht, waarbij direct een oplossingsrichting wordt aangedragen voor elementen die niet voldoen aan de gestelde normen. De volledige analyse is bijgevoegd in bijlage 1.

#### 3.4.1. *Funderingsconstructie*

p16.2) In the drawing of the foundation lay-out there is a lack of ties in one of the main directions. This issue requires further investigation.

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:

- 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.*";
- Er zijn geen recente sonderingen en boringen van het gebouw voorhanden. Deze zijn benodigd voor een goede bepaling van het risico op verweking;

#### *Oplossingsrichting*

Liquefactie levert geen direct gevaar op instorten, maar het effect op de fundering dient wel 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. *Hoofddraagconstructie*

Het gemetselde binnen- en buitenspouwblad van de gevel zijn aan de onderzijde zonder bevestigingsmiddelen opgelegd op respectievelijk de vloerrand en de prefab gevellatei. Aan de bovenzijde zijn beide spouwbladen volledig los gehouden van de bovenliggende vloer- of dakrand, waardoor dit metselwerk niet gesteund is voor belasting uit het vlak, zie bouwkundige analyse in paragraaf 3.5.1.

De krachtsontwikkeling in het vlak van het binnenspouwblad dient eveneens beschouwd te worden. Deze gemetselde wand is opgesloten tussen beide betonnen gevelkolommen aan weerszijde. Bij vervorming evenwijdig met de gevel, ontwikkelt het metselwerk een drukdiagonaal in het vlak, wat een verhinderde vervorming bij de betonnen gevelkolommen veroorzaakt. Dit geeft een grote afschuivingspanning, die de betonkolommen ernstige schade kan toebrengen.

#### *Oplossingsrichting*

Alle gemetselde binnenspouwbladen dienen geïsoleerd te worden van betonnen kolommen door het metselwerk verticaal los te zagen. Daarnaast dient dit metselwerk gekoppeld te worden tegen uitval uit het vlak, zie bouwkundige oplossingsrichting in paragraaf 3.5.1.



3.4.3.

**Dilataties**

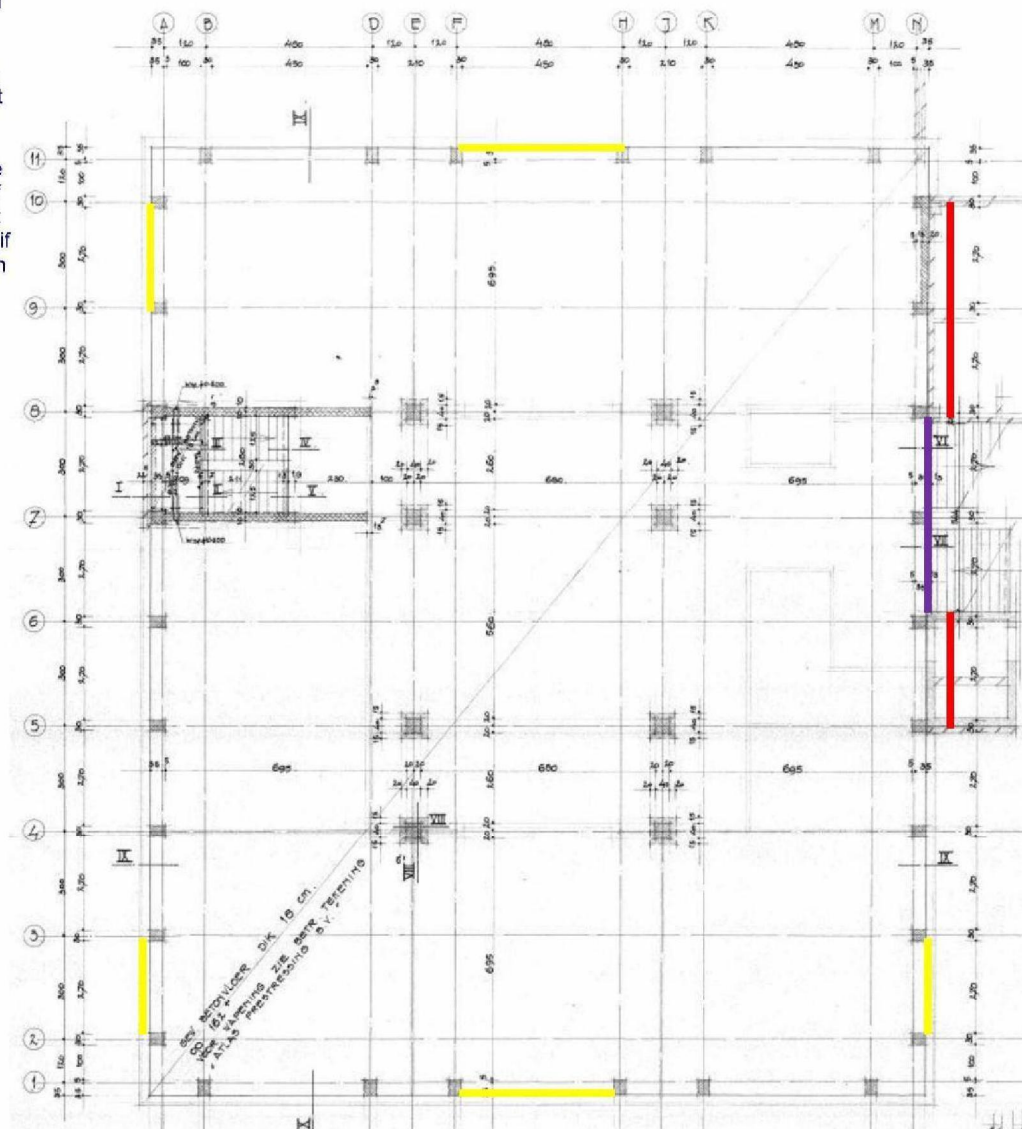
Elke verdiepingvloer van het aangrenzend bouwdeel (rechts van as N in figuur 6) sluit aan op de halve verdiepingshoogte van het beschouwde bouwdeel. Deze aansluiting van splitlevels heeft de volgende consequenties voor de constructie:

- Elke trap sluit koud aan op het aangrenzende bouwdeel, zie details in bijlage 3, waardoor bij aanstoten de trap er tussenuit gedrukt kan worden.
- De verdiepingvloer van het aangrenzend bouwdeel kan de kolommen en betonwand op as N halverwege de hoogte aanstoten.

**Oplossingsrichting**

- De trappen dienen vrij te kunnen bewegen bij de oplegging, om het onafhankelijk verplaatsen van de bouwdelen als gevolg van de seismische belasting mogelijk te maken (paarse lijn in figuur 6).
- Ten tweede zal de beëindiging van de aangrenzende vloerrand terug gelegd dienen te worden (rode lijnen in figuur 6), zodat de afzonderlijke bouwdelen elkaar niet meer zullen raken. Voor de opvang van de terug liggende vloerrand zal een nieuwe constructie aangebracht dienen te worden.

p17.1) The structural solution along the N axis depends from the expected values of the displacements of this part of the building and the adjacent one (or vice versa). So the better solution comes from an analysis of either parts. It is necessary avoid possible hammering between the structures and the measure of the movement joint, and the dimensioning of bracings, depend on the expected movements of both parts. It is not clear, on base of the data delivered, if the solution of creating a new separate support for the ramps of the stairs is feasible (or convenient). The measure of the existing joint seems, possible, not enough, related to the height of the adjacent structures (see also the displacements reported at 3.5 of the report, for a DL limit state). It seems, also, difficult to enlarge, if necessary, the movement joint in the other parts (the existing columns seem very close each other). It seems to be an issue, also, near the lift.



Figuur 6: Constructieve oplossingsrichtingen

p18.1) The evaluation of incremental stresses in the existing walls seems premature, considering the limits and uncertainties of the analysis carried out. So the values presented are not significant. In any case they are, most likely, not conservative but, as a concept, the solution proposed (additional bracings) seems correct and feasible. The need of further assessments are to define in respect to the theoretical analysis that will be performed. Conceptually, the more the theoretical analysis will be thorough, the greater will be the level of knowledge needed (also about the characteristics of the materials used). This is because if a detailed analysis is performed, more reliable results are expected.

3.4.4.

#### **Stabiliteitssysteem**

De horizontale seismische belasting, als gegeven in tabel 6, moet via het stabiliteitssysteem worden afgedragen naar de fundering. Uit de toetsing van hierbij optredende afschuifspanningen blijkt echter dat er onvoldoende capaciteit is voor de afdracht van de lasten in de y-richting. De resultaten van de toetsing zijn opgenomen in onderstaande tabel. De laatste kolom geeft een vergelijking tussen de benodigde en de beschikbare capaciteit, waarbij een waarde hoger dan 1 duidt op onvoldoende capaciteit.

Horizontale richting	Benodigde afschuifcapaciteit [N/mm <sup>2</sup> ]	Rekenwaarde afschuifcapaciteit [N/mm <sup>2</sup> ]	Unity check
x-richting	0,56	0,66	0,8
y-richting	4,35	0,66	6,6

Tabel 7: Toetsing van stabiliteitssysteem op afschuiving

#### X-richting

Uit de afschuiftoets blijkt dat de stabiliteitswanden in de x-richting (evenwijdig met de cijferassen) voldoende capaciteit hebben om de horizontale lasten over te brengen. Er is echter een aanvullende berekening noodzakelijk zijn om aan te tonen of de seismische belasting per verdieping ingeleid kan worden in de stabiliteitswanden. Het contactvlak tussen de betonnen wanden en vloeren zijn namelijk sterk gereduceerd door de aanwezigheid van grote vloersparingen in het trappenhuis.

#### Y-richting

Het stabiliteitssysteem (evenwijdig met de letter-assen) is als te slank aangemerkt. De breedte hoogte verhouding is te groot. Dit laat de berekening voor de seismische belasting in y-richting ook zien, waardoor de afschuifkracht niet opgenomen kan worden door het stabiliteitssysteem. Een bijkomend nadeel voor de standzekerheid is dat er slechts één stabiliteitselementen in deze richting aanwezig is.

#### Torsie

De torsiestijfheid van het bouwdeel lijkt ontoereikend. In beide hoofdrichtingen van de plattegrond ligt stijfheidscentrum van de betonwanden excentrische ten opzichte van het massazwaartepunt. Bovendien is de krachtsarm tussen de wanden klein ten opzichte van de afmetingen van het bouwdeel. Deze combinatie maakt dit 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 gevelzone (as 1, 11, A en N) kan een mogelijkheid zijn; (zie gele lijnen in figuur 6). 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.

3.4.5.

#### *Nader te onderzoeken*

Het onderstaande onderdeel dient nog nader te worden onderzocht:

- Het vaststellen van de grondsamenstelling door het uitvoeren van een nader bodemonderzoek

p18.2) So it's not valid to take the X and Y direction separate.



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

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

*Including the torsional aspects?*

De vervormingen die als gevolg van een aardbeving verwacht worden zijn per verdieping bepaald op 15 mm (damage limitation bij bruikbaarheidsgrenstoestand). Deze vervorming is tweemaal zo groot als de vervorming die kan optreden als gevolg van windbelasting.

*Is there a calculation made for the horizontal wind loads?*

#### 3.5.1. *Gebouwschil*

##### Gesloten gevel

Voor de veiligheid is het noodzakelijk dat het gemetselde binnenspouwblad wordt gestabiliseerd. Daarnaast dienen er voldoende ankers en dilataties aanwezig te zijn in het gemetselde buitenspouwblad. De plaats en het aantal ankers waarmee het gemetselde buitenspouwblad is verankerd aan het gemetselde binnenspouwblad, zijn niet bekend. Indien volgens de norm gemetseld is, zullen voldoende spouwankers aanwezig zijn. Dit dient met nader onderzoek te worden vastgesteld.

##### *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 moeten worden genomen:

- Het binnenspouwblad moet opnieuw verankerd worden aan betonkolommen zodat de gevel loodrecht op het vlak geborgd is, zie bijlage 3 voor locatie en details. Dit kan door achter het metselwerk stalen regels (hart op hart 1 m) te plaatsen welke van kolom naar kolom lopen. Het binnenspouwblad dient aan de vloer te worden verankerd. Daarnaast dient dit metselwerk 20 mm vrijgehouden te worden van de betonnen kolommen, zoals beschreven bij de oplossingsrichting in paragraaf 3.4.2.
- Het verdiepingshoge metselwerk buitenspouwblad dient gecontroleerd te worden op voldoende spouwankers ten behoeve van de standzekerheid.
- Het metselwerk dat doorgaat over meerdere verdiepingen dient per verdieping ondersteund te worden. Dit valt buiten de scope van het beschouwde bouwdeel, maar komt onder andere voor naast de hoofdingang.
- Een alternatief voor bovengenoemde ingrepen is het vervangen van de gehele metselwerkgevel door een lichte geïsoleerde constructie welke aan de hoofd draagconstructie is verankerd bijvoorbeeld een houtskelbouw (HSB) wand. Een buitenafwerking kan hieraan worden gemonteerd.

#### Open gevel:

Glas moet doorvalveilig zijn en bij breuk in de sponning blijven hangen. Voor glasoppervlakten groter dan 1,6 m<sup>2</sup> stelt de norm dat veiligheidsglas moet worden toegepast en dat voorzieningen aanwezig dienen te zijn om te voorkomen dat glas uit de sponning valt.

##### *Oplossingsrichting*

Zowel het glas in de kozijnen van de lokalen als het glas in het trappenhuis is voor een deel groter en dient daarom te worden vervangen door gelaagd veiligheidsglas.

3.5.2.

#### *Inbouw*

##### Metselwerk binnenwanden

Betonskelet gevuld met metselwerk. Dit metselwerk is opgesloten in het betonskelet. Hierdoor wordt niet voldaan aan de eis dat de wanden de constructieve werking niet mogen beïnvloeden. Daarnaast zijn de wanden niet verankerd.

##### *Oplossingsrichting*

De metselwerk vulling van het betonskelet dient los gehouden te worden van de constructie.

Ruimte maken (20 mm) tussen metselwerk en betonconstructie en het metselwerk elke 3 m verankeren tegen omvallen. Andere mogelijkheid is het metselwerk te vervangen door lichte scheidingswanden met gelijke brandwerende en akoestische eigenschappen.

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

##### *Oplossingsrichting*

De wanden aan de boven- en onderzijde in dwarsrichting steunen tegen omvallen, zie bijlage 3 voor de aanduiding van de betreffende wanden.

De houten pui van het noodtrappenhuis is voorzien van grote vlakken draadglas, >1,6 m<sup>2</sup>. Voor realisatie van een veilige vluchtweg dient de pui te voldoen aan de brandveiligheidseisen, in deze uitvoering wordt hieraan niet voldaan.

##### *Oplossingsrichting*

De pui aanpassen aan de brandwerendheidseisen uit het Bouwbesluit. Grote glasvlakken vermijden.

##### Inrichting

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

##### *Advies*

Het is wenselijk deze te verankeren aan de achterliggende constructie. (Uiteraard dient te worden gecontroleerd of deze achterliggende constructie voldoende gesteund wordt).



3.5.3.

**Toegangen**

De metselwerkwallen langs de trap naar bouwdeel 4 voldoen niet aan hoogte dikte verhouding, max 12:1, i.v.m. stabiliteit.

**Oplossingsrichting**

De metselwerkwallen langs de trap en vluchtweg vervangen door goed verankerde lichte scheidingswallen. Een alternatief is het extra steunen van de bestaande metselwerk wand.

De steektrappen in het noodtrappenhuis liggen aan de zijde van de verdieping op met een nok. Bij te geringe oplegglengte bestaat er kans op afschuiving van de trapdelen.

3.5.4.

**Installaties****Verlichting**

De noodverlichtingsarmaturen en de verlichting van de leslokalen, gangen en trappenhuizen zijn uitgevoerd als plafondarmaturen.

De TL armaturen zijn zwaarder dan één m<sup>2</sup> verlaagd plafond, zodat verankering conform de norm aan de constructie dient plaats te vinden.

**Oplossingsrichting**

De armaturen verankeren aan de constructie.

**E- en W-installatie**

Met de gehanteerde uitgangspunten zijn geen eisen gesteld aan de uitvoering van E- en W-installaties.

**Advies**

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

**Leidingen en kanalen**

In het kader van 'life-safety' zijn aanvullende eisen aan de verankeringen en koppelingen voor vloeistof- en gasleidingen of kanalen gesteld. Een voorbeeld hiervan is de rookgasafvoerkanalen langs de Oostgevel (Foto B5).

**Oplossingsrichting**

Voor kanalen en leidingwerk die van belang zijn voor de veiligheid, zoals de gasleiding is het raadzaam deze wel te verankeren en te voorzien van flexibele koppelingen. Gasleidingen voorzien van automatische afsluiters. Een andere mogelijkheid is ruimte te maken rond de leidingen bij doorgang door de vloeren en wallen zodat voldoende vervormingsruimte ontstaat. Hierbij dienen de eisen ten aanzien van brandveiligheid in acht te worden genomen.

**Transportinstallatie**

In het kader van 'life-safety' zijn geen aanvullende eisen aan de liftinstallatie gesteld.

#### 4. Conclusies en aanbevelingen

##### 4.1. Conclusies

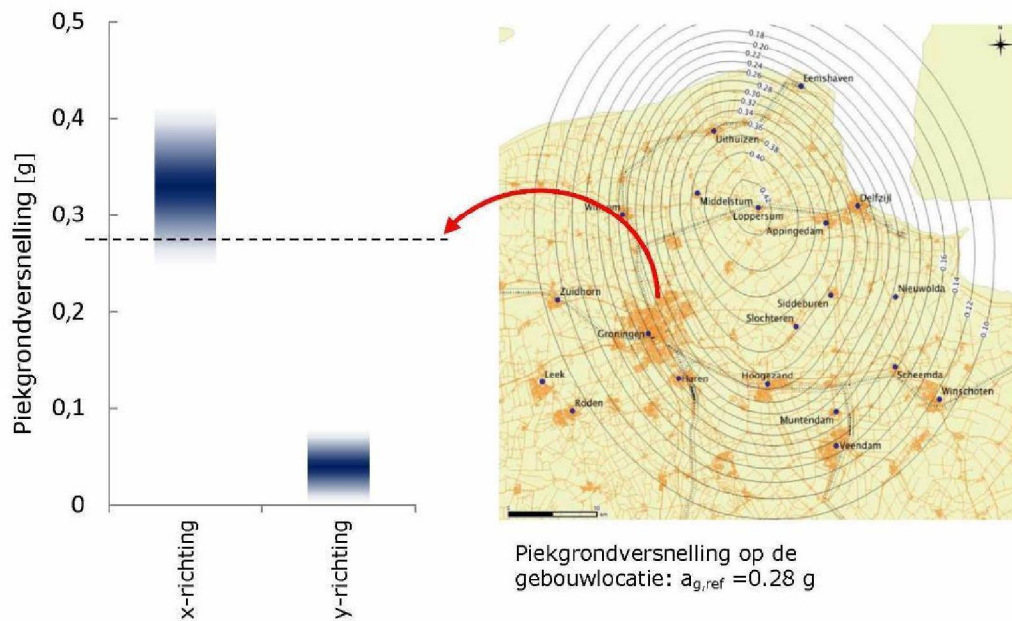
##### 4.1.1. Gebruiksveiligheid

In de analyse is vastgesteld dat een aantal aspecten niet voldoet aan de gestelde eisen van het toetsingskader. De gebruiksveiligheid van het gebouw ten aanzien van seismische belastingen is voor de gekozen grenstoestanden daarmee onvoldoende.

##### 4.1.2. Constructieve weerbaarheid

In de constructieve analyse is voor een aantal gebouwelementen een inschatting gemaakt van de weerbaarheid ten aanzien van seismische belastingen. Deze resultaten kunnen worden geëxtrapoleerd naar een globale inschatting van de toelaatbare grondversnellingen voor het gebouw. Figuur 7 visualiseert voor beide hoofdrichtingen de toelaatbare referentie piekgrondversnellingen. De horizontale lijn geeft de in rekening te brengen waarde voor de referentie piekgrondversnelling op de locatie van het gebouw weer.

Gezien de geringe nauwkeurigheid van deze eerste inschatting, is er een bandbreedte aangegeven in figuur 7. Door de constructieve analyse op een hoger detailniveau uit te voeren kan deze bandbreedte verder worden vernauwd.



Figuur 7: Toelaatbare referentie piekgrondversnellingen in beide hoofdrichtingen

p22.2) Results like that represented in the figure is premature and may be misleading, considered the level of reliability of the analysis carried out and the several not compliances in the ASCE checklist.



## 4.1.3.

**Oplossingsrichtingen**

In de analyse is voor een aantal gebouwonderdelen een oplossingsrichting aangegeven, waarmee de gebruiksveiligheid 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 het veiligheidsniveau. Daarnaast is een indicatie gegeven van de relatieve kosten en overlast die verwacht kunnen worden bij het uitvoeren van de ingreep. Onder kosten wordt verstaan de bouwkosten voor het uitvoeren van de maatregel. Met overlast wordt bedoeld het effect van het aanbrengen van de maatregel op het bedrijfsproces.

Oplossingsrichting	impact		
	veiligheid	kosten	overlast
<b>Constructieve elementen</b>			
<i>Hoofddraagconstructie</i>			
Aanbrengen stabiliteitselementen in twee richtingen	■	■	■
Isoleren binnen spouwblad van de gevelkolommen	■	■	■
Loskoppelen vloer en prefab trappen + nieuwe ondersteuning	■	■	■
<b>Niet-Constructieve elementen</b>			
<i>Gebouwschil</i>			
Aanbrengen constructie voor verankering metselwerk binnenspouwblad	■	■	■
Controle verankeringen metselwerk buitenspouwblad evt. extra aanbrengen	■	■	■
Vervangen glasvlakken > 1,6 m <sup>2</sup> door gelaagd glas	■	■	■
<i>Toegangen</i>			
Metselwerk wanden langs trap en de lokalen langs de vluchtroute vervangen	■	■	■
<i>Inbouw</i>			
Aanpassen of vervangen metselwerk in betonnen portalen	■	■	■
Metselwerk en andere binnenwanden aan boven- en onderzijde aan constructie verankeren of vervangen door alternatieve wanden	■	■	■
Binnenpuien: glas > 1,6 m <sup>2</sup> vervangen	■	■	■
Verankeren losse inventaris	■	■	■
<i>Installaties</i>			
Installatieonderdelen verankeren tegen omvallen	■	■	■
Leidingsystemen voorzien van flexibele koppelingen en terugslagkleppen	■	■	■
Armatuur bevestigen aan constructie	■	■	■

Tabel 8: Samenvatting oplossingsrichtingen

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

4.2.

**Aanbevelingen**

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

De vraag hoe nu verder met deze rapportage is van veel factoren afhankelijk. Hierop kan geen eenduidig antwoord worden gegeven. Per gebouw zal de samenhang met de totale vastgoedportefeuille- en strategie moeten worden bekeken. Het resultaat hiervan kan zijn dat een specifiek gebouw voor aanpassing in aanmerking komt (seismische rehabilitatie), of juist niet, en dat voor de functies in het gebouw een andere locatie wordt gezocht. Als een gebouw in aanmerking komt voor seismische rehabilitatie dan kan het proces zoals weergegeven in figuur 8 worden gevolgd.

In figuur 8 is de fase initiatief/haalbaarheid reeds doorlopen door middel van de uitgevoerde seismische scan. Op basis van de seismische scan kan een definitief-, en vervolgens technisch ontwerp worden gemaakt voor het seismisch bestendig maken van het bestaande gebouw.



Figuur 8: Proces naar seismische rehabilitatie

p24.1) Conclusion preferably also includes any suggested additional (more intrusive) screening to improve data of building. F.i. foundation pit, soil data, removal of finishing to confirm or assess the existing detailing. This information might be required for more detailed seismic evaluations.



**Bijlagen**

Bijlage 1

**Checklist constructieve en niet-constructieve elementen**

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT)= niet aanwezig	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: red; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Noodzakelijk  <div style="background-color: orange; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Erg belangrijk  <div style="background-color: yellow; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Minder belangrijk  <div style="background-color: green; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet belangrijk                 </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Het beschouwde element is [...] voor de veiligheid tijdens en na de beschouwde aardbeving                 </div>										

## 16.0 SPECIFIEKE AANDACHTPUNTEN

### 16.0b Aandachtpunten volgend uit screening gebouw

tekst				
16.0b_a	VN	Het metselwerk binnen- en buitenspouwblad is nergens gekoppeld aan de bovenliggende vloer of dak	Grote kans op uitval van het metselwerk uit het vlak	Noodzakelijk
16.0b_b	VN	Het metselwerk binnenspouwblad is 'opgesloten' tussen de betonnen kolommen in de gevel	Het initiëren van grote dwarskrachten in de gevelkolommen.	Noodzakelijk
16.0b_c	VN	Alle metselwerk binnen wanden zijn halfsteens uitgevoerd en niet gekoppeld aan bovenliggende vloer of dak.	Grote kans op uitval van het metselwerk uit het vlak	Noodzakelijk
16.0b_d		aanvullende eis 4		
16.0b_e		aanvullende eis 5		

## 16.17 NIET CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

### 16.17a GEBOUWSCHIL

Cladding and Glazing				
16.17a_a		NVT	LS-MH; PR-MH. CLADDING ANCHORS: Cladding components weighing more than 50 kg/m <sup>2</sup> are mechanically anchored to the structure at a spacing equal to or less than the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 2 m; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 1,2 m. (Commentary: Sec. A.7.4.1. Tier 2: Sec. 13.6.1)	
16.17a_b		NVT	LS-MH; PR-MH. CLADDING ISOLATION: For steel or concrete moment frame buildings, panel connections are detailed to accommodate a story drift ratio of at least the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 0.01; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 0.02. (Commentary: Sec. A.7.4.3. Tier 2: Section 13.6.1)	
16.17a_c		NVT	LS-MH; PR-MH. MULTI-STORY PANELS: For multi-story panels attached at more than one floor level, panel connections are detailed to accommodate a story drift ratio of at least the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 0.01; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 0.02. (Commentary: Sec. A.7.4.4. Tier 2: Sec. 13.6.1)	
16.17a_d		NVT	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)	
16.17a_e		NVT	LS-MH; PR-MH. BEARING CONNECTIONS: Where bearing connections are used, there is a minimum of two bearing connections for each cladding panel. (Commentary: Sec. A.7.4.6. Tier 2: Sec. 13.6.1.4)	
16.17a_f		NVT	LS-MH; PR-MH. INSERTS: Where concrete cladding components use inserts, the inserts have positive anchorage or are anchored to reinforcing steel. (Commentary: Sec. A.7.4.7. Tier 2: Sec. 13.6.1.4)	
16.17a_g		VN	LS-MH; PR-MH. OVERHEAD GLAZING: Glazing panes of any size in curtain walls and individual interior or exterior panes over 1,6 m <sup>2</sup> in area are laminated annealed or laminated heat-strengthened glass and are detailed to remain in the frame when cracked. (Commentary: Sec. A.7.4.8. Tier 2: Sec. 13.6.1.5)	noodtrappenhuis en diverse kozijnen in de lokalen >1,6 m <sup>2</sup> , gelaagd glas plaatsen Noodzakelijk
Masonry Veneer		V	LS-LMH; PR-LMH. TIES: Masonry veneer is connected to the backup with corrosion-resistant ties. There is a minimum of one tie for every 0,25 m <sup>2</sup> , and the ties have spacing no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 900 mm.; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 600 mm. (Commentary: Sec. A.7.5.1. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)	Erg belangrijk
16.17a_i		VN	LS-LMH; PR-LMH. SHELF ANGLES: Masonry veneer is supported by shelf angles or other elements at each floor above the ground floor. (Commentary: Sec. A.7.5.2. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)	Noodzakelijk
16.17a_j		NVT	LS-LMH; PR-LMH. WEAKENED PLANES: Masonry veneer is anchored to the backup adjacent to weakened planes, such as at the locations of flashing. (Commentary: Sec. A.7.5.3. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)	
16.17a_k		VN	LS-LMH; PR-LMH. UNREINFORCED MASONRY BACKUP: There is no unreinforced masonry backup. (Commentary: Sec. A.7.7.2. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)	binnenblad is niet gewapend, dit is niet gebruikelijk in Nederland Noodzakelijk
16.17a_l		NVT	LS-MH; PR-MH. STUD TRACKS: For veneer with metal stud backup, stud tracks are fastened to the structure at a spacing equal to or less than 600 mm. on center. (Commentary: Sec. A.7.6.1. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)	
16.17a_m		VN	LS-MH; PR-MH. ANCHORAGE: For veneer with concrete block or masonry backup, the backup is positively anchored to the structure at a horizontal spacing equal to or less than 1,2 m along the floors and roof. (Commentary: Sec. A.7.7.1. Tier 2: Section 13.6.1.1 and 13.6.1.2)	Het metselwerk van de gevels staat op de verdieping en is opgemetseld tot maximaal 2,6 m *vloer. Er is geen constructie die het metselwerk steunt of verankert Noodzakelijk
16.17a_n			LS-not required; PR-MH. WEEP HOLES: In veneer anchored to stud walls, the veneer has functioning weep holes and base flashing. (Commentary: Sec. A.7.5.6. Tier 2: Section 13.6.1.2)	
16.17a_o			LS-not required; PR-MH. OPENINGS: For veneer with metal stud backup, steel studs frame window and door openings. (Commentary: Sec. A.7.6.2. Tier 2: Sec. 13.6.1.1 and 13.6.1.2)	



nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable	NVT= niet aanwezig	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	N	N	NVT	O			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: red; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Erg belangrijk  <div style="background-color: orange; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Minder belangrijk  <div style="background-color: green; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet belangrijk         </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">           Het beschouwde element is [...] voor de veiligheid tijdens en na de beschouwde aardbeving         </div>											
<b>Parapet: 16.17a_</b>											
			16.17a_p				NVT		LS-LMH; PR-LMH. URM PARAPETS OR CORNICES: Laterally unsupported unreinforced masonry parapets or cornices have height-to-thickness ratios no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 2.5; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 1.5. (Commentary: Sec. A.7.8.1. Tier 2: Sec. 13.6.5)		
			16.17a_q				NVT		LS-LMH; PR-LMH. CANOPIES: Canopies at building exits are anchored to the structure at a spacing no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 3 m; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 2 m. (Commentary: Sec. A.7.8.2. Tier 2: Sec. 13.6.6)		
			16.17a_r				NVT		LS-MH; PR-LMH. CONCRETE PARAPETS: Concrete parapets with height-to-thickness ratios greater than 2.5 have vertical reinforcement. (Commentary: Sec. A.7.8.3. Tier 2: Sec. 13.6.5)		
			16.17a_s				NVT		LS-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)		
<b>Masonry Chimneys</b>											
			16.17a_t				NVT		LS-LMH; PR-LMH. URM CHIMNEYS: Unreinforced masonry chimneys extend above the roof surface no more than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 3 times the least dimension of the chimney; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 2 times the least dimension of the chimney. (Commentary: Sec. A.7.9.1. Tier 2: 13.6.7)		
			16.17a_u				NVT		LS-LMH; PR-LMH. ANCHORAGE: Masonry chimneys are anchored at each floor level, at the topmost ceiling level, and at the roof. (Commentary: Sec. A.7.9.2. Tier 2: 13.6.7)		
<b>16.17b INBOUW</b>											
<b>Partitions</b>											
			16.17b_a				N		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)	metsewewk gangwanden zijn ½ steens	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				N		LS-MH; PR-MH. DRIFT: Rigid cementitious partitions are detailed to accommodate the following drift ratios: in steel moment frame, concrete moment frame, and wood frame buildings, 0.02; in other buildings, 0.005. (Commentary A.7.1.2 Tier 2: Sec. 13.6.2)	40/3100=0.013 metsewewk in betonframe kan onvoldoende vervormen.	Erg belangrijk
			16.17b_d				NVT		LS-not required; PR-MH. LIGHT PARTITIONS SUPPORTED BY CEILINGS: The tops of gypsum board partitions are not laterally supported by an integrated ceiling system. (Commentary: Sec. A.7.2.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
			16.17b_e				NVT		LS-not required; PR-MH. STRUCTURAL SEPARATIONS: Partitions that cross structural separations have seismic or control joints. (Commentary: Sec. A.7.1.3. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
			16.17b_f				NVT		LS-not required; PR-MH. TOPS: The tops of ceiling-high framed or panelized partitions have lateral bracing to the structure at a spacing equal to or less than 2 m. (Commentary: Sec. A.7.1.4. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
<b>Ceilings</b>											
			16.17b_g				NVT		LS-MH; PR-LMH. SUSPENDED LATH AND PLASTER: Suspended lath and plaster ceilings have attachments that resist seismic forces for every 1,2 m <sup>2</sup> of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_h				NVT		LS-MH; PR-LMH. SUSPENDED GYPSUM BOARD: Suspended gypsum board ceilings have attachments that resist seismic forces for every 1,2 m <sup>2</sup> of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_i				NVT		LS-not required; PR-MH. INTEGRATED CEILINGS: Integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14,4 m <sup>2</sup> , and ceilings of smaller areas that are not surrounded by restraining partitions, are laterally restrained at a spacing no greater than 4 m with members attached to the structure above. Each restraint location has a minimum of four diagonal wires and compression struts, or diagonal members capable of resisting compression. (Commentary: Sec. A.7.2.4. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_j				NVT		LS-not required; PR-MH. EDGE CLEARANCE: The free edges of integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14,4 m <sup>2</sup> have clearances from the enclosing wall or partition of at least the following: in Moderate Seismicity, 12 mm.; in High Seismicity, 18 mm. (Commentary: Sec. A.7.2.4. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_k				NVT		LS-not required; PR-MH. CONTINUITY ACROSS STRUCTURE JOINTS: The ceiling system does not cross any seismic joint and is not attached to multiple independent structures. (Commentary: Sec. A.7.2.5. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_l				NVT		LS-not required; PR-H. EDGE SUPPORT: The free edges of integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14,4 m <sup>2</sup> are supported by closure angles or channels not less than 50 mm. wide. (Commentary: Sec. A.7.2.6. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
			16.17b_m				NVT		LS-not required; PR-H. SEISMIC JOINTS: Acoustical tile or lay-in panel ceilings have seismic separation joints such that each continuous portion of the ceiling is no more than 250 m <sup>2</sup> and has a ratio of long-to-short dimension no more than 4-to-1. (Commentary: Sec. A.7.2.7. Tier 2: 13.6.4)		

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable	NVT= niet aanwezig	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Noodzakelijk</div> <div style="background-color: orange; color: black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: green; color: black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div> </div>
<b>Contents and Furnishings</b>											
16.17b_n				NVT					LS- LS-MH; PR-MH. INDUSTRIAL STORAGE RACKS: Industrial storage racks or pallet racks more than 4 m high meet the requirements of ANSI/MH 16.1 as modified by ASCE 7 Chapter 15. (Commentary: Sec. A.7.11.1, Tier 2: Sec. 13.8.1)		
16.17b_o				NVT					LS-H; PR-MH. TALL NARROW CONTENTS: Contents more than 2 m high with a height-to-depth or height-to-width ratio greater than 3-to-1 are anchored to the structure or to each other. (Commentary: Sec. A.7.11.2, Tier 2: Sec. 13.8.2)	kasten met materiaal	
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)	kasten met materiaal	
16.17b_q				NVT					LS-not required; PR-MH. ACCESS FLOORS: Access floors more than 200 mm, high are braced. (Commentary: Sec. A.7.11.4, Tier 2: Sec. 13.8.3)		
16.17b_r				NVT					LS-not required; PR-MH. EQUIPMENT ON ACCESS FLOORS: Equipment and other contents supported by access floor systems are anchored or braced to the structure independent of the access floor. (Commentary: Sec. A.7.11.5, Tier 2: Sec. 13.7.7 and 13.8.3)		
16.17b_s				NVT					LS-not required; PR-H. SUSPENDED CONTENTS: Items suspended without lateral bracing are free to swing from or move with the structure from which they are suspended without damaging themselves or adjoining components. (Commentary: A.7.11.6, Tier 2: Sec. 13.8.2)		
<b>16.17c TOEGANGEN</b>											
<b>Stairs</b>											
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)	verdiepingshoge metselwerk wanden naast de trap naar ander bouwdeel en de toegang daarnaar toe	Noodzakelijk
16.17c_b				VN					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)		Noodzakelijk
<b>16.17d INSTALLATIES</b>											
<b>Life Safety Systems</b>											
16.17d_a				NVT					LS- LS-LMH; PR-LMH. FIRE SUPPRESSION PIPING: Fire suppression piping is anchored and braced in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.1, Tier 2: Sec. 13.7.4)		
16.17d_b				NVT					LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Fire suppression piping has flexible couplings in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.2, Tier 2: Sec. 13.7.4)		
16.17d_c				O					LS-LMH; PR-LMH. EMERGENCY POWER: Equipment used to power or control life safety systems is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.12.1, Tier 2: Sec. 13.7.7)	volgens opgaaf geen noodstroomvoorziening aanwezig	Noodzakelijk
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. 13.7.4)		
16.17d_e				NVT					LS-MH; PR-MH. SPRINKLER CEILING CLEARANCE: Penetrations through paneled ceilings for fire suppression devices provide clearances in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.3, Tier 2: Sec. 13.7.4)		
16.17d_f				NVT					LS-not required; PR-LMH. EMERGENCY LIGHTING: Emergency and egress lighting equipment is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.3.1, Tier 2: Sec. 13.7.9)		
<b>Hazardous Materials</b>											
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)	doorvoeren gasleidingen	Erg belangrijk
16.17d_j				O					LS-MH; PR-MH. SHUT-OFF VALVES: Piping containing hazardous material, including natural gas, has shut-off valves or other devices to limit spills or leaks. (Commentary: Sec. A.7.13.3, Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		Erg belangrijk
16.17d_k				VN					LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Hazardous material ductwork and piping, including natural gas piping, has flexible couplings. (Commentary: Sec. A.7.15.4, Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		Noodzakelijk
16.17d_l				O					LS-MH; PR-MH. PIPING OR DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping or ductwork carrying hazardous material that either crosses seismic joints or isolation planes or is connected to independent structures has couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.13.6, Tier 2: Sec. 13.7.3, 13.7.5, and 13.7.6)		Noodzakelijk
<b>Light Fixtures</b>											
16.17d_m				VN					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)		Erg belangrijk
16.17d_n									LS-not required; PR-H. PENDANT SUPPORTS: Light fixtures on pendant supports are attached at a spacing equal to or less than 2 m and, if rigidly supported, are free to move with the structure to which they are attached without damaging adjoining components. (Commentary: A.7.3.3, Tier 2: Sec. 13.7.9)		
16.17d_o									LS-not required; PR-H. LENS COVERS: Lens covers on light fixtures are attached with safety devices. (Commentary: Sec. A.7.3.4, Tier 2: Sec. 13.7.9)		

Het beschouwde element is [...] voor de veiligheid tijdens en na de beschouwde aardbeving







nr	seismicity	part	item	check
				Compliant (voldoet) Non Compliant (voldoet niet) Not Applicable NVT= niet aanwezig Unknown (Onbekend)
				V VN NVT O

reden gebrek

impact

Belangrijk
Erg belangrijk
Minder belangrijk
Niet belangrijk

Het beschouwde element is [...] voor de veiligheid tijdens en na de beschouwde aardbeving

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

Foundation Configuration

16.1.2LS_m	VN	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)
16.1.2LS_n	NVT	TIES BETWEEN FOUNDATION ELEMENTS: The foundation has ties adequate to resist seismic forces where footings, piles, and piers are not restrained by beams, slabs, or soils classified as Site Class A, B, or C. (Commentary: Sec. A.6.2.2, Tier 2; Sec. 5.4.3.4)

In langrichting voldoet dit niet. De breedte / hoogte 3,3 / 13,0 = 0,25 < 0,6 x 1 / 2,2 = 0,27. Het stabiliteitsstelsel is deze richting te slank.

Erg belangrijk

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

Low and Moderate Seismicity

Seismic-Force-Resisting System

16.10LS_a	NVT	COMPLETE FRAMES: Steel or concrete frames classified as secondary components form a complete vertical-load-carrying system. (Commentary: Sec. A.3.1.6.1, Tier 2; Sec. 5.5.2.5.1)
16.10LS_b	VN	REDUNDANCY: The number of lines of shear walls in each principal direction is greater than or equal to 2. (Commentary: Sec. A.3.2.1.1, Tier 2; Sec. 5.5.1.1)
16.10LS_c	VN	SHEAR STRESS CHECK: The shear stress in the concrete shear walls, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.3, is less than the greater of 0,8 N/mm <sup>2</sup> or 2√f <sub>c</sub> . (Commentary: Sec. A.3.2.2.1, Tier 2; Sec. 5.5.3.1.1)
16.10LS_d	V	REINFORCING STEEL: The ratio of reinforcing steel area to gross concrete area is not less than 0,0012 in the vertical direction and 0,0020 in the horizontal direction. (Commentary: Sec. A.3.2.2.2, Tier 2; Sec. 5.5.3.1.3)

Het aantal stabiliteitswanden evenwijdig met de leden-assen is 1, namelijk op as N.

Erg belangrijk

In de langrichting wordt de maximaal gestelde afschuifspanning overschreden, zie berekening

Noodzakelijk

Kolommen 300 x 400 heeft 4ø10 + 4ø12 = 0,01. Wanden 200 dik heeft verticaal ø10-200 = 0,004. Wanden 200 dik heeft horizontaal ø8-200 = 0,003

Erg belangrijk

Connections

16.10LS_e	VN	WALL ANCHORAGE AT FLEXIBLE DIAPHRAGMS: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on flexible diaphragms for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1, Tier 2; Sec. 5.7.1.1)
16.10LS_f	V	TRANSFER TO SHEAR WALLS: Diaphragms are connected for transfer of seismic forces to the shear walls. (Commentary: Sec. A.5.2.1, Tier 2; Sec. 5.7.2)
16.10LS_g	V	FOUNDATION DOWELS: Wall reinforcement is doweled into the foundation with vertical bars equal in size and spacing to the vertical wall reinforcing immediately above the foundation. (Commentary: Sec. A.5.3.5, Tier 2; Sec. 5.7.3.4)

De metselwerk buitenwanden staan overankerd op een prefab laai. Ook het metselwerk binnenspuwblad staat overankerd op de beton vloerrand. Aan de bovenzijde zijn beide spouwbladen niet gekoppeld aan de bovenliggende vloer.

Erg belangrijk

Alle vloeren zijn verbonden met de stabiliteitswanden door middel van wapening.

Noodzakelijk

Horizontale- en verticale wandwapening is tot in de funderingsbalk doorgezet

Minder belangrijk

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

Seismic-Force-Resisting System

16.10LS_h	VN	DEFLECTION COMPATIBILITY: Secondary components have the shear capacity to develop the flexural strength of the components. (Commentary: Sec. A.3.1.6.2, Tier 2; Sec. 5.5.2.5.2)
16.10LS_i	NVT	FLAT SLABS: Flat slabs or plates not part of the seismic-force-resisting system have continuous bottom steel through the column joints. (Commentary: Sec. A.3.1.6.3, Tier 2; Sec. 5.5.2.5.3)
16.10LS_j	NVT	COUPLING BEAMS: The stirrups in coupling beams over means of egress are spaced at or less than d/2 and are anchored into the confined core of the beam with hooks of 135 degrees or more. The ends of both walls to which the coupling beam is attached are supported at each end to resist vertical loads caused by overturning. (Commentary: Sec. A.3.2.2.3, Tier 2; Sec. 5.5.3.2.1)

De metselwerk binnenspuwblad draagt zich in het vlak zeer stijf, wat veroorzaakt een afschuifkracht op de betonnen gewelkolommen veroorzaakt bij een verplaatsing evenwijdig aan de gevel. Aan de stabiele uit het vlak, zie opmerkingen 16.0b

Erg belangrijk

Connections

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

De paalfundering heeft over de bovenste 7 m een wapeningskorf en is d.m.v. stekken verankerd in de funderingsbalken.

Erg belangrijk

Diaphragms (Flexible or Stiff)

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

Binnen het bouwdeel zijn in de vloerschijven geen dilatatie of splitlevels opgenomen, met uitzondering van de trapborden.

Minder belangrijk

De vloeropening van het trappenhuis is ca. 4,0 / 6,3 = 63 % van de totale lengte van de aangrenzende stabiliteitswand

Erg belangrijk

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable	NVT= niet aanwezig	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	UN	NVT	O				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p>Flexible Diaphragms</p> <p>18.70LS_n NVT CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2, Tier 2: Sec. 5.6.1.2)</p> <p>18.70LS_o NVT STRAIGHT SHEATHING: All straight sheathed diaphragms have aspect ratios less than 2-to-1 in the direction being considered. (Commentary: Sec. A.4.2.1, Tier 2: Sec. 5.6.2)</p> <p>18.70LS_p NVT SPANS: All wood diaphragms with spans greater than 6 m consist of wood structural panels or diagonal sheathing. (Commentary: Sec. A.4.2.2, Tier 2: Sec. 5.5.2)</p> <p>18.70LS_q NVT DIAGONALLY SHEATHED AND UNBLOCKED DIAPHRAGMS: All diagonally sheathed or unblocked wood structural panel diaphragms have horizontal spans less than 8 m and aspect ratios less than or equal to 4-to-1. (Commentary: Sec. A.4.2.3, Tier 2: Sec. 5.6.2)</p> <p>18.70LS_r V OTHER DIAPHRAGMS: The diaphragm does not consist of a system other than wood, metal deck, concrete, or horizontal bracing. (Commentary: Sec. A.4.7.1, Tier 2: Sec. 5.6.5)</p> </div> <div style="width: 40%;"> <p>Het beschouwde element is [...] voor de veiligheid tijdens en na de beschouwde aardbeving</p> <p>Voor de krachtsaldracht van de seismische belasting wordt alleen een betonskelet aangesproken.</p> <p>Minder belangrijk</p> </div> </div>											



Bijlage 2

**Constructieve berekening**

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren**

hoogte [m]	wanden ( $I_{tot}$ ); // as 7 en 8		TOTAAL [kN]	seismische belasting permanent [kN]	seismische belasting variabel [kN]
verd. 11,20			verd. 4 302	302	0
verd. 8,20			verd. 3 6.089	5.545	544
verd. 4,90			verd. 2 6.089	5.545	544
verd. 1,60			verd. 1 6.089	5.545	544

**Belasting tabel**

verdieping		$G_{eigen}$ gewicht incl. druklaag [kN/m <sup>2</sup> ]	permanente belasting, aanname $G_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	verdeelde belasting $\lambda G_{perm}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	verdeelde belasting $Q$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$	Combinatie coefficient $\psi_2$	Seismische Combinatie Coefficient $\psi_{Ei}$	aantal of volume $x$	lengte [m]	$\sigma$ breedte [m]	oppervlak [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
4	Permanent	0,15	0,35	0,5				1,0	1	27,1	22,3	604	302	
	Categorie H, daken				1,00	1,0	0,0	0,0	1	27,1	22,3	604		0
													302	0
3	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3.034	
	mw	24,00		24,0				1,0	24,8				595	
	Categorie C, bijeenkomruimtes	20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	95,8	27,1	22,3	604	1.917	544
													5.545	544
2	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3.034	
	mw	24,00		24,0				1,0	24,8				595	
	Categorie C, bijeenkomruimtes	20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	95,8	27,1	22,3	604	1.917	544
													5.545	544
1	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3.034	
	mw	24,00		24,0				1,0	24,8				595	
	Categorie C, bijeenkomruimtes	20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	95,8	27,1	22,3	604	1.917	544
													5.545	544
													16.937	1.632

p35.1 The periods should range from the largest down. Maybe T2 and T3 are mixed up?

Project	: Seismische scan Exemplarische gebouwen Wessel Gansfort College, bouwdeel 2	Projectcode	13663-006-B
Opdrachtgever	: Gemeente Groningen	Referentie	djk/rtg
Adviesgroep	: SA	Print date	20-feb-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren**

Aangenomen q-factor

3,00

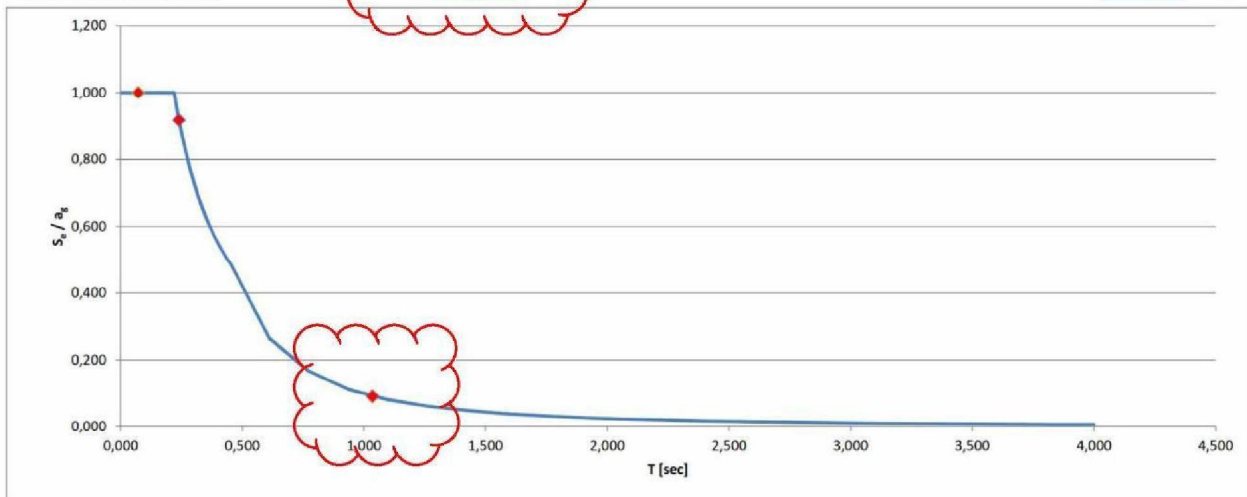
1,15

Trillingstijd

T <sub>1</sub>	=	1,036	sec
T <sub>2</sub>	=	0,073	sec
T <sub>3</sub>	=	0,240	sec
T <sub>4</sub>	=	0,014	sec

S <sub>d</sub> (T) =	0,092	* a <sub>g</sub> =	0,036 g	*	81,90%	550	kN
S <sub>d</sub> (T) =	1,000	* a <sub>g</sub> =	0,392 g	*	15,00%	1.092	kN
S <sub>d</sub> (T) =	0,917	* a <sub>g</sub> =	0,359 g	*	2,95%	197	kN
S <sub>d</sub> (T) =	1,000	* a <sub>g</sub> =	0,392 g	*	0,16%	12	kN
					100,0%	1.238	kN
						1.423	kN

Base Shear Force (Modale berekening)  
2e orde factor (seismisch)



A <sub>beton</sub>	=	dikte	x	lengte	x	aantal	=	2,52	m <sup>2</sup>
		0,20		6,30		2			
τ <sub>beton</sub>	=	F <sub>BSF</sub>	/	A <sub>beton</sub>	=	0,56	<	0,67	N / mm <sup>2</sup> voldoet
		1,4E+06		2,5E+06					
toelaatbare grondversnelling				0,33	g				
geschatte benuttingsgraad				85	%				

p35.2) We note that the value of the "q" factor is assumed equal to 3,0. It is needed to show, at least, a rough verification of this value because the kw factor might be less than 1.

If, instead, the Tier 1 ASCE method is used, the calculation is not affected by the q value. ASCE uses different logics and it is necessary to apply that logics, for congruency (even if it is not easy to, fully, match the requirements of Eurocodes).

We add that the value of T1 showed is very high. Applying the rough, but reliable, formula in the EC8 (4.3.3.2.2), we obtain values near about 0,3 seconds, much lower than 1,036 and 2,220 seconds calculated here. It is true that this formula gets the best and reliable results for buildings whose response is not significantly affected by the modes higher than the fundamental but the report shows that, practically, we are in this situation (more than 80% of total mass is associated to T1). So, we cannot expect such a big difference of value in T1. This in itself highlights a concern either in the structure, the available data or the analysis.

This analysis provides numerical results that seem positive in terms of stress in base shear but these results are not compliant, with high probability, to those would be obtained with the ASCE suggested method. The analysis is not, therefore, sufficiently reliable in this respect. Further, very likely, a more detailed and reliable analysis would invalidate the results of this report rather than reduce the margin of error and show a better structural situation.

It is not clear, then, what is the reason of such analysis that does not seem to be as a conservative procedure as in the ASCE, in the acquisition of the results of level "Tier 1".

In a process of this kind, the first step (tier 1 of ASCE) must provide clear and reasonably reliable results, otherwise it does not allow any type of decision about the further steps and future developments/foresights and, therefore, it is unclear why is made.

Another note: the analysis performed in Tier 1 also delivers informations useful to the prioritization of the interventions. These means that, if the analysis is not reliable or not in line with the ones performed for the all other buildings, we cannot reach a correct result on prioritization.

This situation can increase, consequently, the risk for life safety.

It is, finally, to point out that the method for calculating the base shear stress used in the report is not clear but does not seem allowed by the codes on which the report must be based.

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwen	Wessel Gansfort College, bouwdeel 2	Projectcode	13063-006-B
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	djkn1g
Adviesgroep	SA		Print date	20-feb-15

**Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren**

verdieping	hoogte [m]	wand (I <sub>tot</sub> ); // as N	TOTAAL [kN]	seismische belasting permanent [kN]	seismische belasting variabel [kN]
verd. 4	11,20		302	302	0
verd. 3	8,20		6.089	5.545	544
verd. 2	4,90		6.089	5.545	544
verd. 1	1,60		6.089	5.545	544

**Belasting tabel**

verdieping		Geïegen gewicht incl. druklaag [kN/m <sup>2</sup> ]	permanente belasting, aanname [kN/m <sup>2</sup> ]	verdeelde belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	verdeelde Q belasting [kN/m <sup>2</sup> ]	φ	Combinatie coefficient	Seismische Combinatie Coefficient	aantal of volume	lengte [m]	breedte [m]	oppervlakt [m <sup>2</sup> ]	seismische belasting, permanent [kN]	seismische belasting, variabel [kN]
4	Permanent	0,15	0,35	0,5				1,0	1	27,1	22,3	604	302	
	Categorie H, daken				1,00	1,0	0,0	0,0	1	27,1	22,3	604		0
302 0														
3	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3,034	
	mw	24,00		24,0				1,0	1	24,8			595	
Categorie C, bijeenkomstruimtes		20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	1	27,1	22,3	604	1,917	544
5,545 544														
2	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3,034	
	mw	24,00		24,0				1,0	1	24,8			595	
Categorie C, bijeenkomstruimtes		20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	1	27,1	22,3	604	1,917	544
5,545 544														
1	Permanent beton k+w	4,32	0,70	5,0				1,0	1	27,1	22,3	604	3,034	
	mw	24,00		24,0				1,0	1	24,8			595	
Categorie C, bijeenkomstruimtes		20,00		20,0	2,50	0,6	0,6	0,4	1	27,1	22,3	604	1,917	544
5,545 544														
16,937 1.632														



Project	Seismische scan Exemplarische gebouwen	Wessel Gansfort College, bouwdeel 2	Projectcode	13063-006-B
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	5.1.2e
Adviesgroep	SA		Print date	20-feb-15

Quickscan aardbeving op basis van de NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren

Aangenomen q-factor

3,00

Trillingstijd

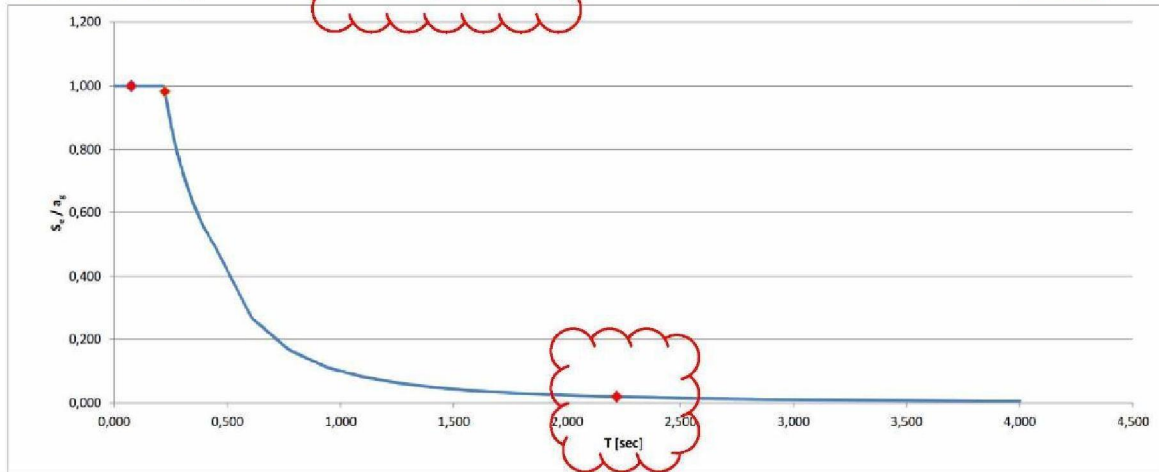
$T_1 = 2,220$  sec  
 $T_2 = 0,224$  sec  
 $T_3 = 0,076$  sec  
 $T_4 = 0,045$  sec

$S_d(T) = 0,020$  \*  $a_g = 0,008$  g \* 80,35% 117 kN  
 $S_d(T) = 0,982$  \*  $a_g = 0,385$  g \* 16,20% 1.158 kN  
 $S_d(T) = 1,000$  \*  $a_g = 0,392$  g \* 3,26% 237 kN  
 $S_d(T) = 1,000$  \*  $a_g = 0,392$  g \* 0,18% 13 kN

Base Shear Force (Modale berekening)  
2e orde factor (seismisch)

2,42

100,0% 1.188 kN  
2.869 kN



$A_{beton}$	=	dikte	x	lengte	x	aantal	=	0,68	$m^2$
		0,20		3,30		1			
$\tau_{beton}$	=	$F_{BSF}$	/	$A_{beton}$	=	4,35	<	0,67	$N/mm^2$ voldoet niet
		$2,9E+06$		$6,6E+05$					
toelaatbare grondversnelling				0,04	g				
geschatte benuttingsgraad				652	%				





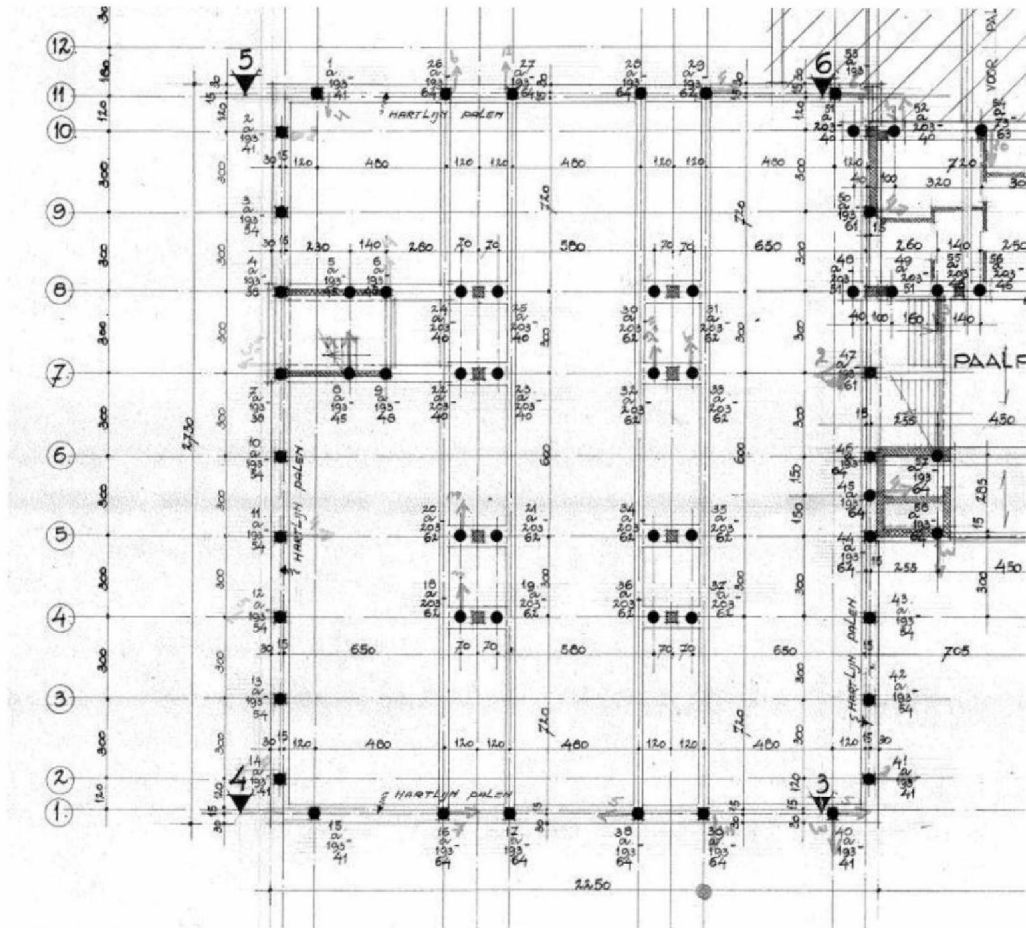
Bijlage 3

**Tekeningen**

- Constructief
- Bouwkundig

p39.1) In the drawing of the foundation lay-out there is a lack of foundation beams, ties, in one of the main directions. This issue requires further investigation.

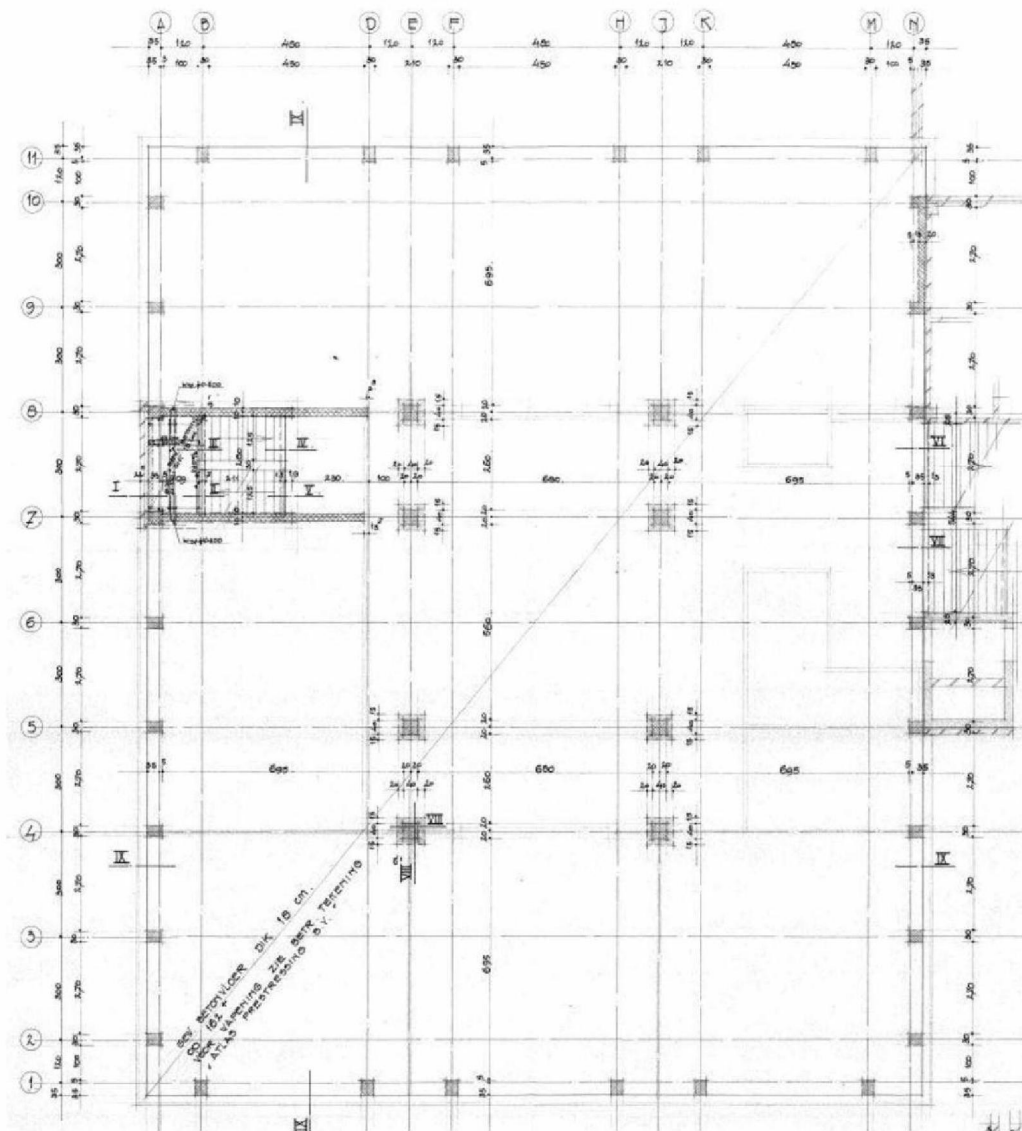
**Constructief**



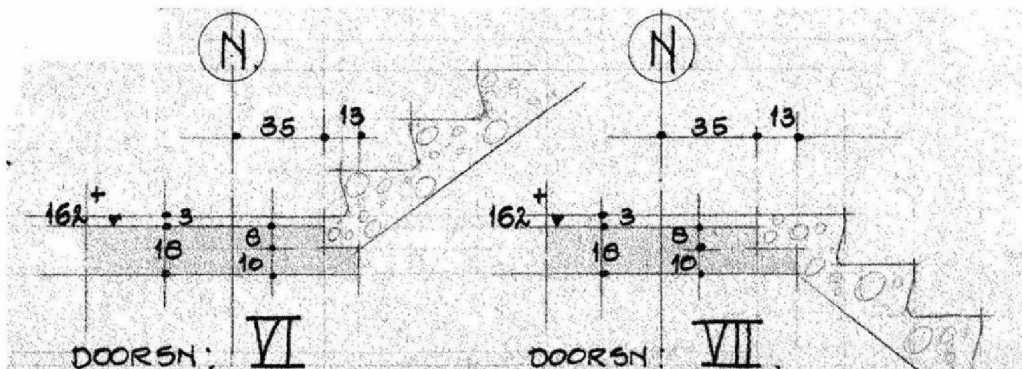
palenplan fundering

<p>BIJ DE PALEN STAAT AANGEGEVEN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NUMMER V.D. PAAL</li> <li>- MERK V.D. PAAL</li> <li>- ONDERKANT FUND. T.O.V. PEIL</li> <li>- BELASTING IN TONNEN</li> </ul>
<p>OPMERKING PALEN ;          MERK <math>\alpha</math> ; TOTAAL 149 STUKS IN DE GROND          VERVAARDIGDE PALEN MET EEN SCHACHTDIAM. <math>\phi</math> 43 cm          EN EEN VOETPLAAT <math>\phi</math> 56 cm          WAPENING ; 5 <math>\phi</math> 12 LANG 7,00 M.</p>

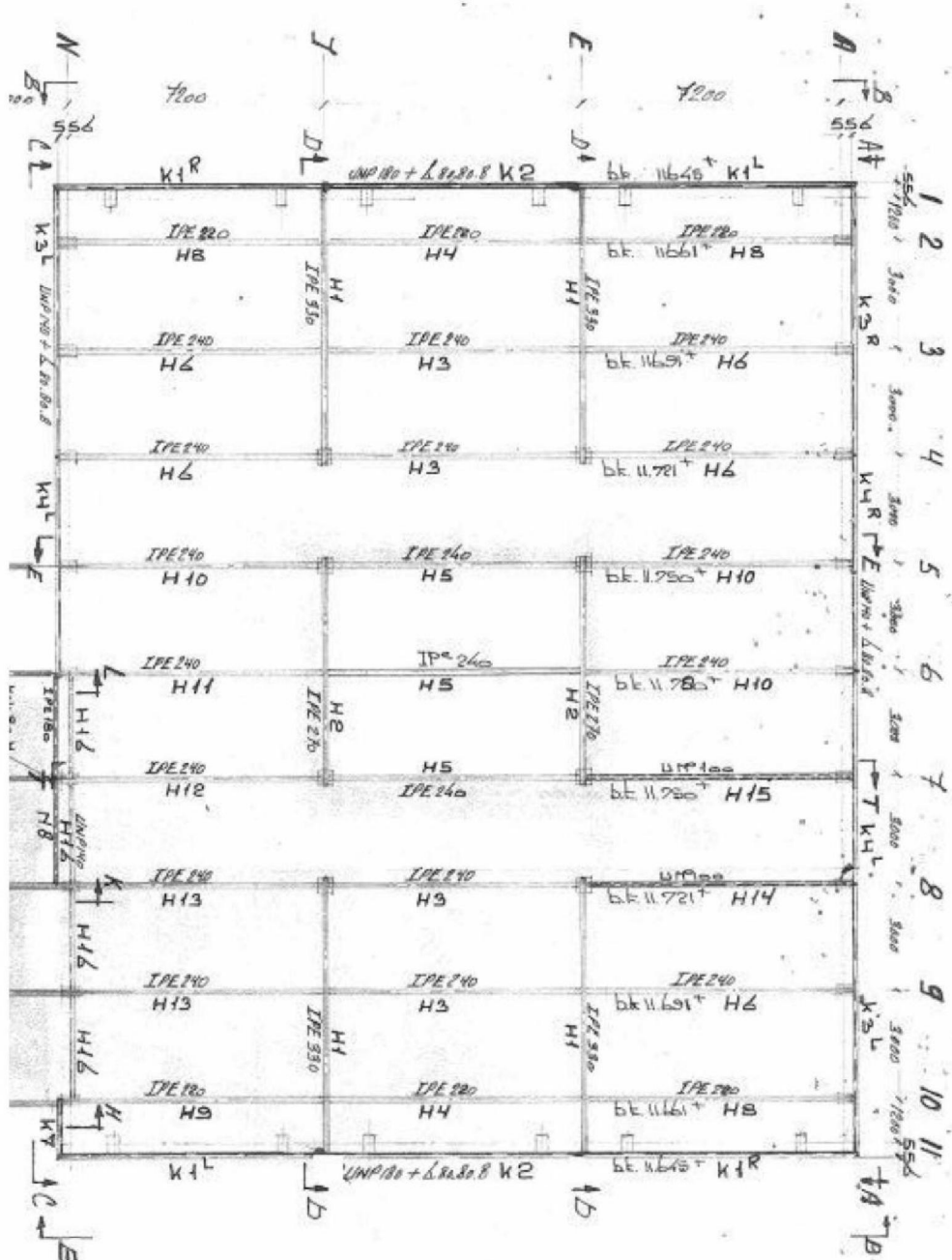
Legenda palenplan



Matenplan verdiepingvloer



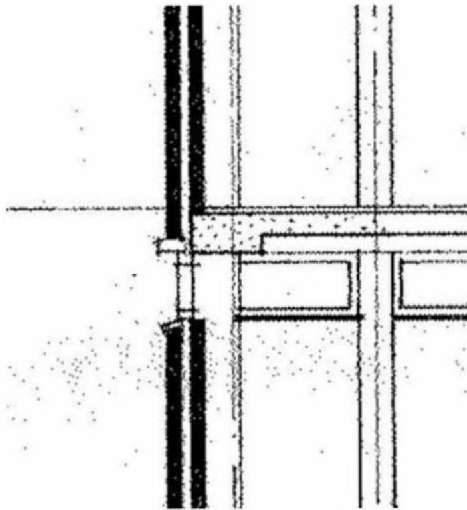
Details trapoplegging



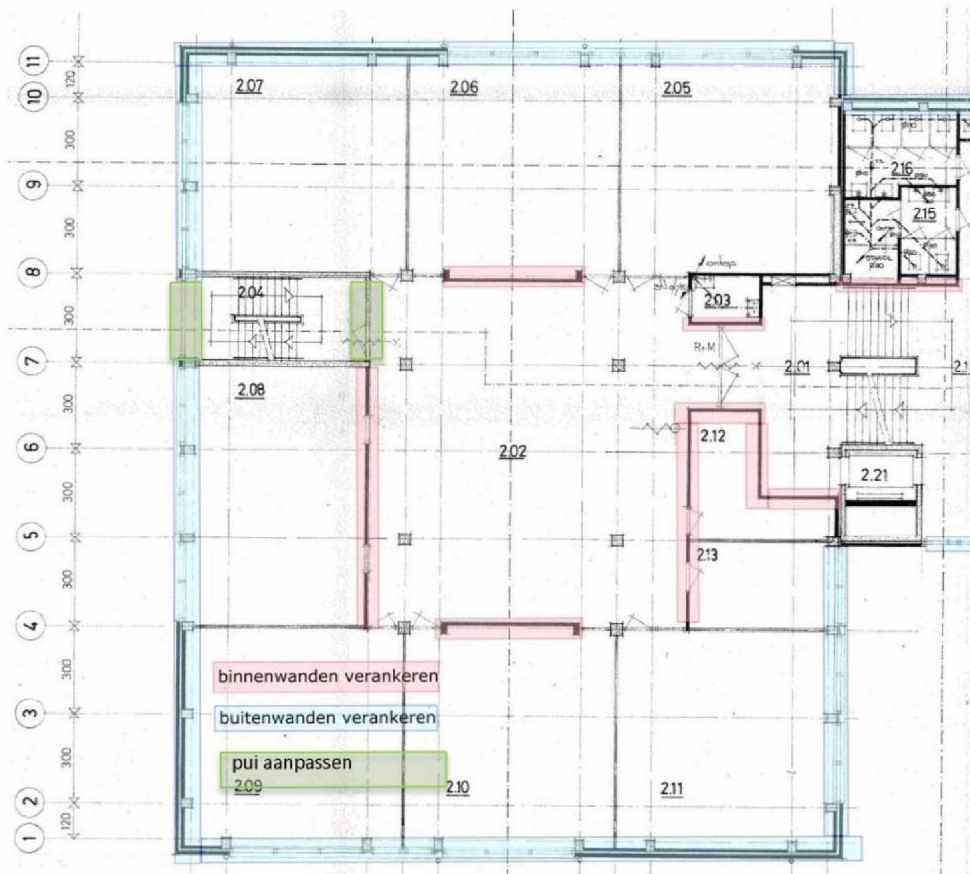
Matenplan dak



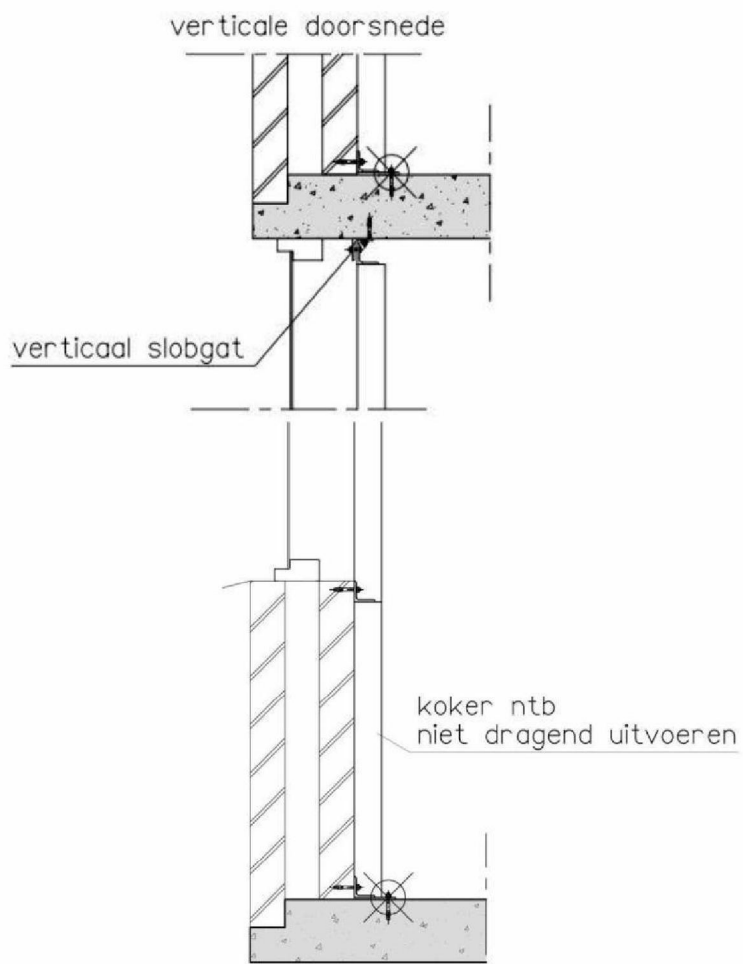
### Bouwkundig



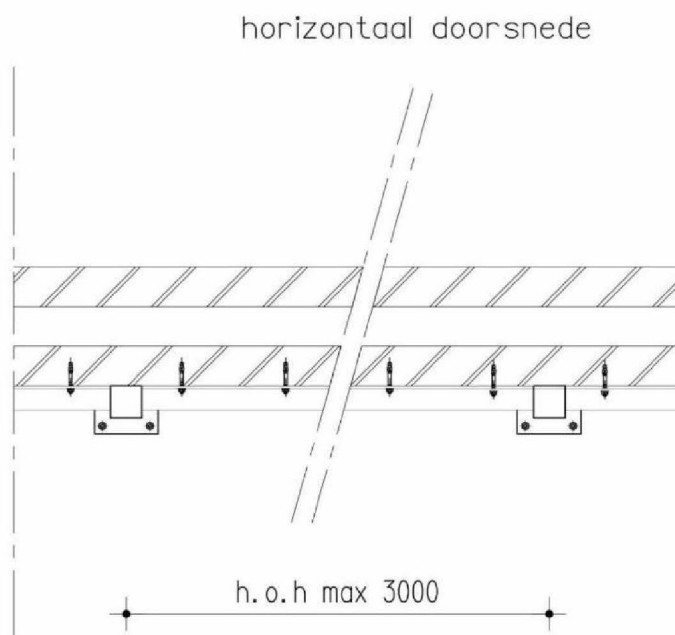
Detail 3 gevel aangetroffen situatie



Overzicht van te verankeren metselwerkwallen



*Mogelijke oplossing voor verankering metselwerk binnenspouwblad, vgl. detail 3*



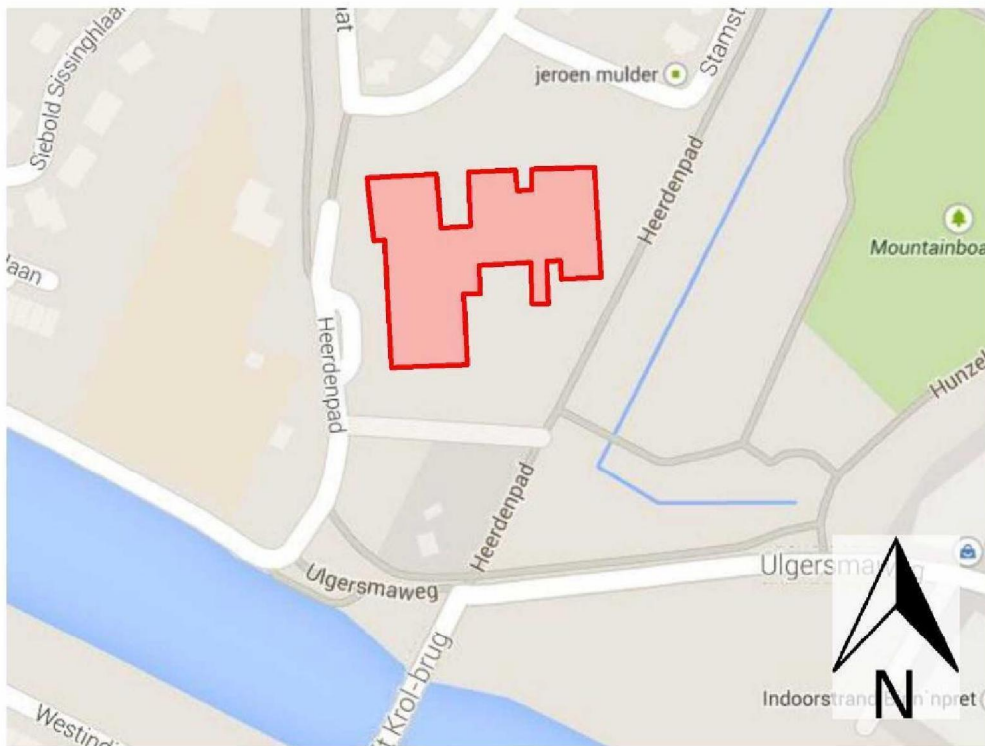


Bijlage 4

**Foto's**

- Situatie
- Constructief
- Bouwkundig

## Situatie



Kaart

Bron: Google maps



Luchtfoto



**Constructief**



Foto C 1: Kolomkop van de midden-kolommen.



Foto C2: Trappenhuis tussen de betonnen stabiliteitswanden.



Foto C3: Splitlevel aansluiting met aangrenzend bouw.



Foto C4: Gedilateerde lift-kern.



Foto C5: Steens metselwerkwand 'opgesloten' tegen betonnen kolom.



Foto C6: Vide in de aula (aangrenzend bouwdeel).

## Bouwkundig



Foto B1: Overzicht Noordgevel.



Foto B2: Overzicht Westgevel.



Foto B3: Overzicht Zuidgevel.



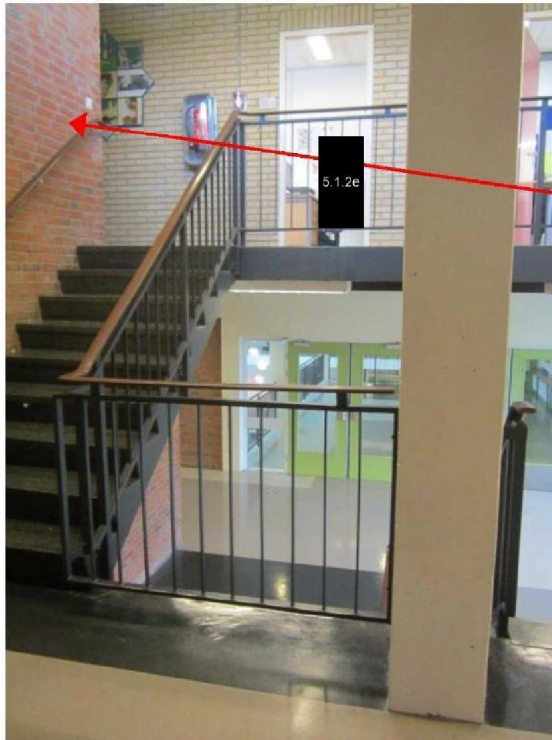
Foto B4: Overzicht Oostgevel.



*Foto B5: Doorgemetselde gevel en rookgasafvoer in de Oostgevel.*



*Foto B6: Gestapelde pui bij noodtrappenhuis.*



Niet dragend  
metselwerk

Foto B7: Hekwerk bordessen en trap.

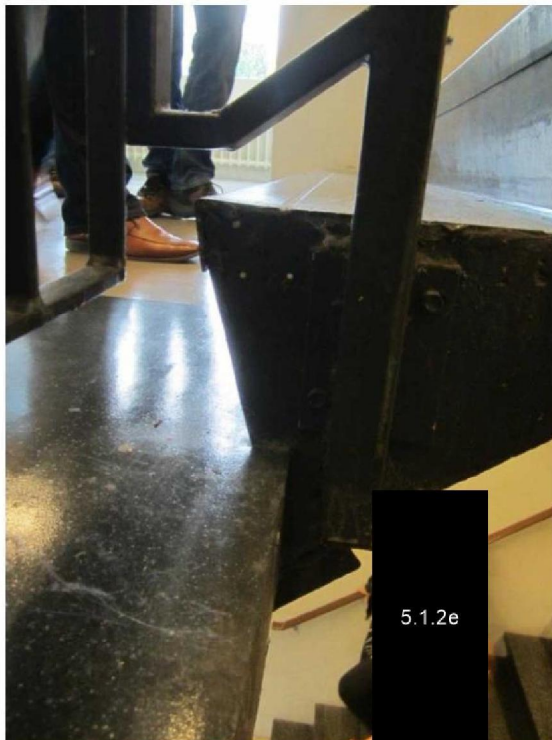


Foto B8: In het werk gestorte trap.



Foto B9: Gemetselde niet dragende binnenwanden.



Foto B10: Paneelwanden en houtwolcement platen plafond, kelder.



Foto B11: Overzicht systeemplafond met verlichting.



Foto B12: Onlangs vernieuwde verwarmingsinstallatie en regelkast.



Foto B13: Gas en verwarmingsleidingen door beganegrondvloer.



Foto B14: Ventilatiekanaal boven systeemplafond.



Foto B 15: Liftophanging





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". Ingenieursbureau Wassenaar en ABT werken samen met Arup om kennis verder te ontwikkelen.

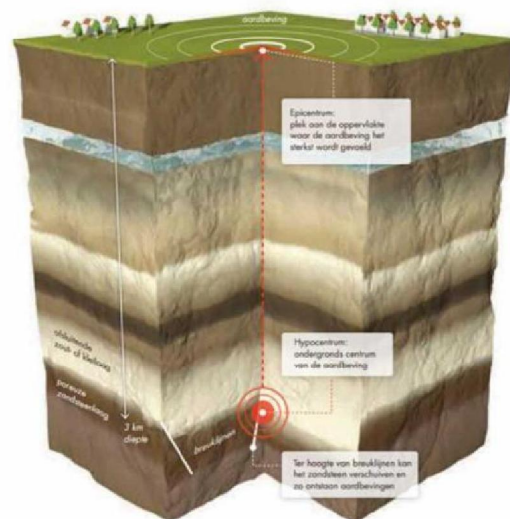
In deze notitie wordt de relatie tussen aardbevingen en schade aan bebouwing uitgelegd aan de hand van de stukken die door de Rijksoverheid openbaar zijn gemaakt. Daarbij wordt niet al te diep ingegaan op de technische details.

#### 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.



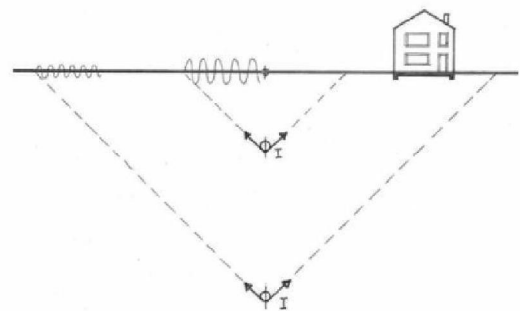
Bijgaande kaart toont de aardbevingen in en rond Nederland. In Groningen is sprake van geïnduceerde bevingen door gaswinning. De geïnduceerde aardbevingen zijn aangeduid met gele stippen. De relatieve grootte van de stip geeft de orde van grootte van de gemeten magnitude aan.

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. *Voorlopige richtlijn*

Voor geïnduceerde aardbevingen zoals in Groningen heeft de NEN commissie sinds 14 mei 2014 een voorlopige ontwerprichtlijn gepubliceerd, waarin de noodzakelijke informatie staat voor de constructeur om op aardbevingsbestendigheid te toetsen. Deze voorlopige ontwerprichtlijn mag van toepassing worden verklaard door opdrachtgevers maar wordt de komende tijd (ca. twee jaar) niet aangestuurd door het bouwbesluit. De overheid mag (zolang er niets in het bouwbesluit is vastgelegd) niet eisen dat aan deze richtlijn wordt voldaan. Gezien de voortgang van het huidige onderzoek ligt het in de lijn der verwachtingen dat de komende jaren deze ontwerprichtlijn (tot aan de definitieve aansturing door het bouwbesluit) op onderdelen zal worden aangepast. Het is de verwachting dat uiteindelijk deze ontwerprichtlijn op zal gaan in de Nationale Bijlage bij de Eurocode 8 norm.

### 2.3. *Nieuwbouw / bestaande bouw*

Het bouwbesluit (en de voorlopige ontwerprichtlijn voor aardbevingen) is van toepassing op nieuwe gebouwen en op nieuwe onderdelen aan bestaande gebouwen. Indien er een aanleiding is om te toetsen (bijvoorbeeld bij functieverandering), dan geeft het bouwbesluit daarvoor regels.

Ten aanzien van de controle van verbouw zijn daarvoor de NEN 8700 (Grondslagen van de beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk-veiligheidsniveaus bij verbouw en afkeuren) en NEN 8701 (Belastingen op bestaande bouwwerken bij verbouw en afkeuren) uitgebracht.

In deze normen is aangegeven, dat bij bestaande bouw mag worden gerekend met lagere belastingfactoren om op basis daarvan aan te kunnen tonen, dat het bouwwerk nog voldoende veiligheid waarborgt. Op deze manier wordt voorkomen dat er voor bestaande bouwwerken onevenredig veel kosten moet worden gemaakt om te kunnen voldoen aan nieuwbouweisen.

Het is nog niet bekend of dit ook blijft gelden voor het risico op aardbevingen. Het is voorstelbaar dat het risico op letsel of schade bij deze aardbevingen groter dan aanvaardbaar wordt geacht. Het is de verwachting dat er ook regels opgesteld gaan worden voor bestaande bouw. Maar op dit moment is dat nog niet aan de orde.

2.4.

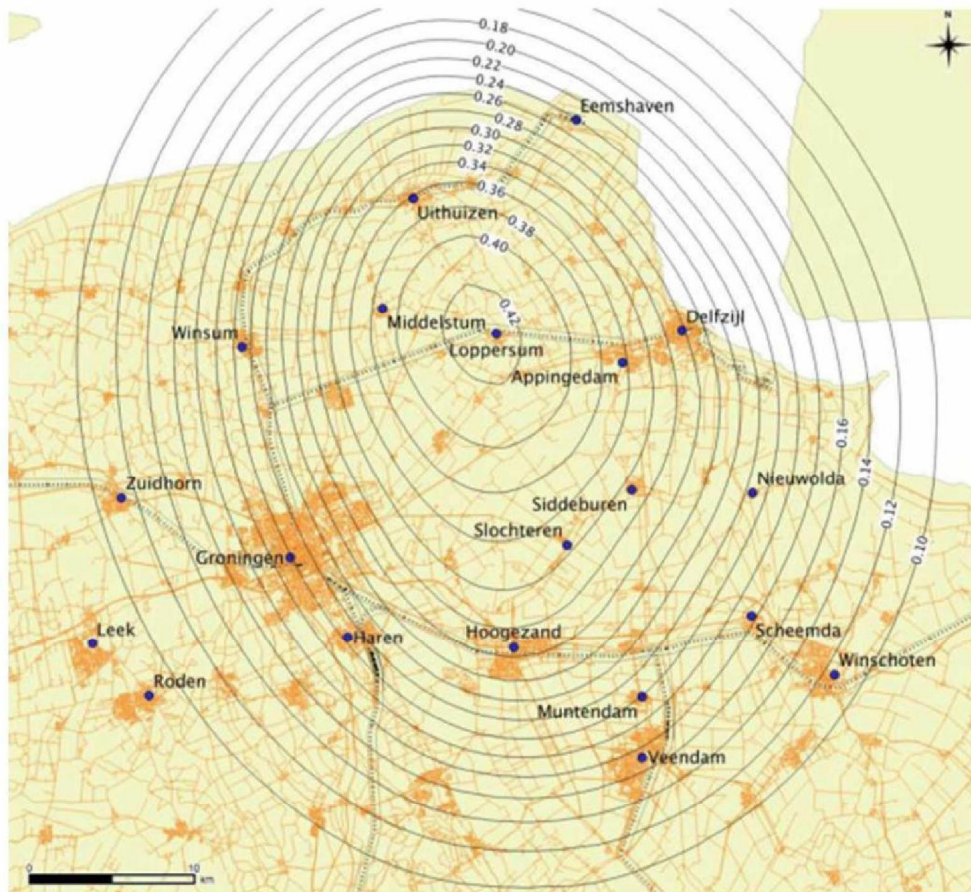
*Toetsing conform de voorlopige ontwerprijtlijn d.d. 15 Mei 2014*

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

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

De belasting op de gebouwen kan worden berekend met de verwachte versnelling van de grond onder het gebouw. Dit wordt veelal uitgedrukt met een zogenaamde referentie piekgrondversnelling ( $a_{g,ref}$ ) op een rotsachtige bodem (grondtype A). De referentie piekgrondversnelling, vastgesteld door de Nationale Autoriteiten, geldt voor een referentieperiode van de seismische activiteit (475 jaar volgens Eurocode 8) bij een aanvaardbaar veiligheidsrisico ('No Collapse'), wat equivalent is aan een zekere overschrijdingskans in 50 jaar (10% volgens Eurocode 8).

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



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

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

### 3. Aardbevingsbestendig bouwen

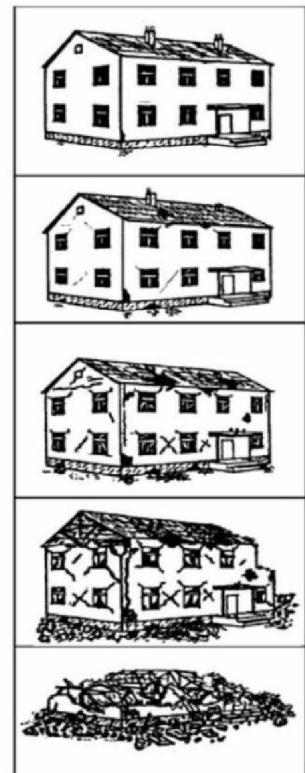
#### 3.1. Algemene risico's bij aardbevingen

Aardbevingen kennen twee belangrijke risico's:

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

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

- **Damage Limitation (DL):** De constructie is alleen licht beschadigd waarbij constructieve elementen niet significant zijn vervormd en hun sterkte- en stijfheidseigenschappen hebben behouden. Niet-dragende elementen mogen verspreid kleine scheuren vertonen die economisch gezien eenvoudig kunnen worden gerepareerd. Permanente vervormingen zijn verwaarloosbaar. De constructie zelf behoeft geen reparatie.
- **Significant Damage (SD):** De constructie is aanzienlijk beschadigd met enige reststerkte, waarbij verticale elementen nog in staat zijn verticale belastingen af te dragen. De niet-constructieve onderdelen zijn beschadigd waarbij niet-dragende scheidingswanden en invulpanelen niet uit hun vlak zijn gekomen. Gematigde permanente vervormingen zijn aanwezig. De sterkte van de constructie is zodanig dat naschokken, mits gematigd in zwaarte zonder verdere beschadigingen kunnen worden weerstaan. Bij overschrijden van deze grenstoestand loont het waarschijnlijk niet de moeite over te gaan tot herstel.
- **No 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 "No Collapse", aangezien dit een primair veiligheidsrisico betreft. Als een aardbeving plaatsvindt, moeten mensen de tijd hebben het gebouw veilig te verlaten en mogen gebouwen die op aardbevingen berekend zijn niet instorten. Als we hierna spreken over 'aardbevingsbestendig' bedoelen we dat het veiligheidsrisico aanvaardbaar is (No Collapse). Dit betekent niet dat het gebouw elke aardbeving zonder schade zal doorstaan. Met name bij de zware aardbevingen kan schade verwacht worden, maar de veiligheid moet gegarandeerd blijven.

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



3.2.

**Aardbevingsbestendige constructie**

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

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

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



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

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

