



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

Geachte lezer,

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

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

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

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

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

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

Haren, 07-12-2015

Seismische scan
Martinikerk

1 september 2015



seismisch advies



Seismische Scan Martinikerk

Project: **Seismische scan Exemplarische gebouwen**

Betreft: **Martinikerk, in Groningen**

Datum: 1 september 2015

Code: 13663-006-K

Opdrachtgever: Gemeente Groningen

Contactpersoon: ir. E. van Deelen

Opgesteld door: ir. R. Roijackers (constructief)
ir. F. Hofmans (bouwkundig)

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

Contactpersoon: ir. M. G. Krüse

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

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

**Inhoudsopgave**

1.	Inleiding	5
1.1.	Vraagstelling / Doelstelling	5
1.2.	Aanpak	5
1.3.	Beschikbare gegevens	7
2.	Inventarisatie	9
2.1.	Algemeen	9
2.2.	Niet-constructieve elementen	11
2.3.	Constructieve elementen	21
3.	Analyse en oplossingsrichting aardbevingsbestendigheid	30
3.1.	Uitgangspunten	30
3.2.	Niet-constructieve elementen	33
3.3.	Constructieve elementen	36
3.4.	Indicatieve oplossingsrichting	42
3.5.	Aanbevelingen	43
3.6.	Nader onderzoek	43
Bijlagen		45
Bijlage 1	Checklist constructieve en niet-constructieve elementen	45
Bijlage 2	Tekeningen	46
Bijlage 3	Situatie	49
Bijlage 4	Meetresultaten sensoren Martinikerk, email Osmos Benelux d.d. 30-11-2014	51
Bijlage 5	Trillingsmeting Martinikerk, email CHRI d.d. 14-11-2014	55
Bijlage 6	Numerieke analyses en meetmethoden	58
Bijlage 7	Aardbevingsbestendigheid Bestaande Bouw	60

1. Inleiding

1.1. *Vraagstelling / Doelstelling*

De Gemeente Groningen heeft adviesbureau ABT|Wassenaar Seismisch Advies BV gevraagd onderzoek te doen naar de kwetsbaarheden van een aantal geselecteerde gebouwen onder invloed van aardbevingen. Een van deze gebouwen betreft de Martinikerk waarvan de rapportage voor u ligt.

Doel van dit onderzoek is inzicht te verkrijgen in de mate waarin het bestaande gebouw en de verschillende gebouwonderdelen in staat zijn om trillingen als gevolg van een aardbeving te weerstaan.

Bij de meeste gebouwen gebruiken we een scan methode volgens de Amerikaanse ASCE norm om de aardbevingsbestendigheid vast te leggen. Die norm is echter vooral bedoeld voor gangbare gebouwen en structuren. Voor de gebruikelijke gebouwen is er voldoende (statistische) informatie over het gedrag bij een beving. Ook kan het dynamisch gedrag van de gangbare gebouwen met eenvoudige berekeningen benaderd worden. De Martinikerk valt buiten deze kaders.

Dat wil niet zeggen dat er niets over de aardbevingsbestendigheid gezegd kan worden. De volgende aspecten zullen in dit rapport aan de orde komen:

- Het vastleggen van "Hoog Risico Bouw Elementen" (HRBE). Dit zijn individuele elementen in het gebouw die al bij een geringe aardbeving tot letsel kunnen leiden;
- Het vastleggen van bouwkundige en installatietechnische risico's op letsel en op schade. Hier gaat het om bouwkundige en installatietechnische elementen die bij gemiddelde of bij zwaardere aardbevingen beschadigd kunnen raken en tot letsel kunnen leiden. De aanpak van deze risico's is minder urgent dan de aanpak van de HRBE's, gezien de minder gevoelig zijn voor de kleinere aardbevingen.
- Het inventariseren van mogelijke constructieve risico's. Ook wordt een inzicht gegeven in welke vervolgonderzoeken noodzakelijk zouden zijn om de aardbevingsbestendigheid van de constructie te bepalen.

In Bijlage 7 wordt meer achtergrond informatie gegeven over aardbevingen.

1.2. *Aanpak*

Aardbevingen vormen een nieuw onderwerp in de Nederlandse bouwpraktijk. Een ontwerprichtlijn voor de toetsing op aardbevingsbestendigheid is in de maak (NPR 9998), maar is nog niet definitief.

De Amerikaanse norm ASCE/SEI 41-13 "Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings" biedt een methode om bestaande gebouwen te toetsen. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de constructie, maar ook naar bouwkundige elementen en de installaties. Het is bovendien een wereldwijd geaccepteerde manier bij de screening van gebouwen. De ASCE norm is geënt op Amerikaanse normen en op de Amerikaanse bouwpraktijk.

De eerste stap in het seismisch bestendig maken van gebouwen is een scan op basis van de ASCE norm. De scan bevat de stappen: inventariseren, analyseren en concluderen. In figuur 1.2 zijn deze stappen in samenhang weergegeven. Het inventariseren bestaat uit het verzamelen van data en het documenteren en het duiden van de bestaande situatie. In de volgende stap, het analyseren, wordt de bestaande situatie gespiegeld aan het toetsingskader. Dit gebeurt met behulp van een checklist gebaseerd op de ASCE. Gecontroleerd wordt of de genoemde aspecten voldoen aan de norm.

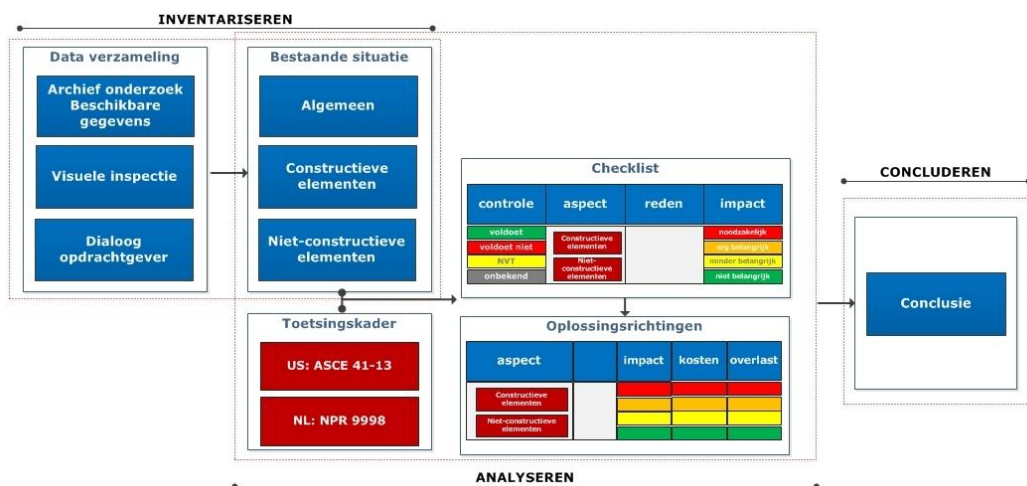
Per aspect wordt de impact op de aardbevingsbestendigheid gewaardeerd. Onder impact wordt verstaan hoe belangrijk (noodzakelijk, erg belangrijk, minder belangrijk, niet belangrijk) het beschouwde element is voor de weerbaarheid tegen een aardbevingsbelasting.

Voor constructieve elementen voldoen de checklists minder. Het gebouw wijkt teveel af van de standaard gebouwen die in de ASCE worden beschreven. Toch geeft een beoordeling van de aspecten uit de lijst een idee van de sterktes en zwaktes van de structuur.

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

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

De conclusies in dit rapport zijn gebonden aan de uitgangspunten zoals die in paragraaf 1.3.1 zijn vastgelegd. Voortschrijdend inzicht in de seismische activiteit of in de weerbaarheid van gebouwen kan op termijn herziening van de conclusies vereisen. Het onderzoek naar aardbevingen in Groningen heeft in het afgelopen jaar al tot vele nieuwe inzichten geleid en het is de verwachting dat ook de komende jaren de kennis zich verder zal ontwikkelen.



Figuur 1: Relatie van ontwerpstappen

Naast een controle conform de ASCE richtlijnen is er bij de controle voor de Martinikerk ook uitvoerig gebruik gemaakt van de NIKER documenten betreffende het seismisch risico voor cultureel erfgoed. De werkpakketten van NIKER beschrijven geregistreerde seismische schades aan cultureel erfgoed, methodes om risico's te beschrijven, analyse methode voor bestaande gebouwen en meetmethodes om het gedrag van bestaande gebouwen vast te leggen.

1.3. *Beschikbare gegevens*1.3.1. *Toetsingskader*

Titel document	Afkorting
Bouwbesluit 2012	BB
NPR 9998:2015 d.d. februari 2015, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen	NPR 9998 ¹
Memo ten behoeve van de minister van economische zaken, NNI, Voorlopige ontwerpuitgangspunten voor nieuwbouw en verbouw onder aardbevingsbelasting ten gevolge van de gaswinning in het Groningerveld d.d. 15 mei 2014	VU-NEN
NEN EN 1998-1, (Eurocode 8) Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen	NEN-EN 1998-1
NEN EN 1998-3, Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen	NEN-EN 1998-3
NEN EN 1998-5, Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten	NEN-EN 1998-5
ASCE 41-13, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings	ASCE
New Integrated Knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from Earthquake-induced Risk, work package 3-10	NIKER

Tabel 1: Toetsingskader

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

1.3.2.

Gebouwdocumenten

De volgende beschikbare documenten zijn gebruikt:

Bouwkundig / Constructief			
Tekeningnr.	Datum	Status	Omschrijving
▪ M24-1	1987	Archief gemeente	Plattegronden
▪ M24-2	1987		Plattegronden gewelven
▪ M24-3	1987		Kapplan
▪ M24-7	1987		Binnenaanzicht zuidgevel schip
▪ M24-8	1987		Binnenaanzicht noordgevel schip
▪ M24-9	1987		Binnenaanzicht westgevel schip & oostgevel transept
▪ M24-10	1987		Binnenaanzicht gevels kooromgang en koor
▪ M24-11	1987		Binnenaanzicht oostgevel transept gezien vanuit het koor
▪	1971		Opmeting fundering
▪	1967		Kapelkelder, verticale doorsnede
▪	1967		Indeling kelder onder kapel
▪	1967	Schoorsteenkanaal CV kelder	
Rapporten	Datum		Omschrijving
▪ Meetresultaten sensoren Martinikerk	30-11-2014		Osmos Benelux, per E-mail, Bijlage 4
▪ Trillingsmetingen Martinikerk	14-11-2014		CHRI, per E-mail, Bijlage 5
▪ Inspectierapport Monumentenwacht Objectnummer 090602	2014		Martinikerk met Kosterij

2. Inventarisatie

2.1. Algemeen

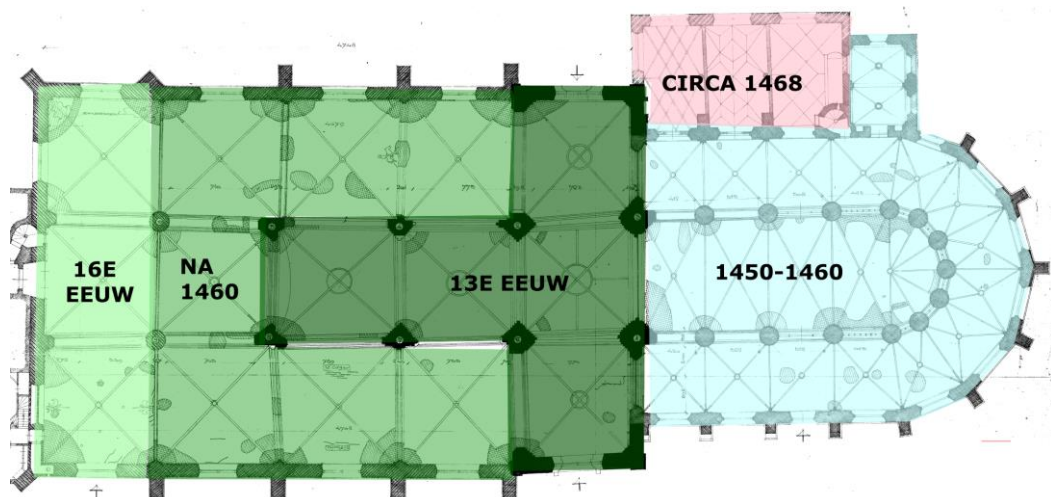
We hebben een plaatsbezoek uitgevoerd op 19 november 2014. Hierbij waren de volgende personen aanwezig:

- Ir. F. Hofmans bouwkundig adviseur
- Ir. R. Roijackers, constructief adviseur
- Ir. R. de Jong constructief adviseur
- Ir. W.O. Wassenaar stichting Martinikerk
- Ir. E. van Deelen namens de gemeente
- Dhr. J. van Haften senior monumenten
- Dhr. J. Knol bouwinspecteur

Het doel van de opname is om de huidige vorm, functie en staat van het gebouw vast te leggen. In de volgende paragrafen worden de bevindingen gegeven.

2.1.1. Beschrijving van het gebouw

De oriëntatie en omvang van de kerk is weergegeven op de kaart en luchtfoto in Bijlage 3. Het bouwvolume is in verschillende fasen gebouwd. De belangrijkste periodes zijn benoemd in Figuur 2.

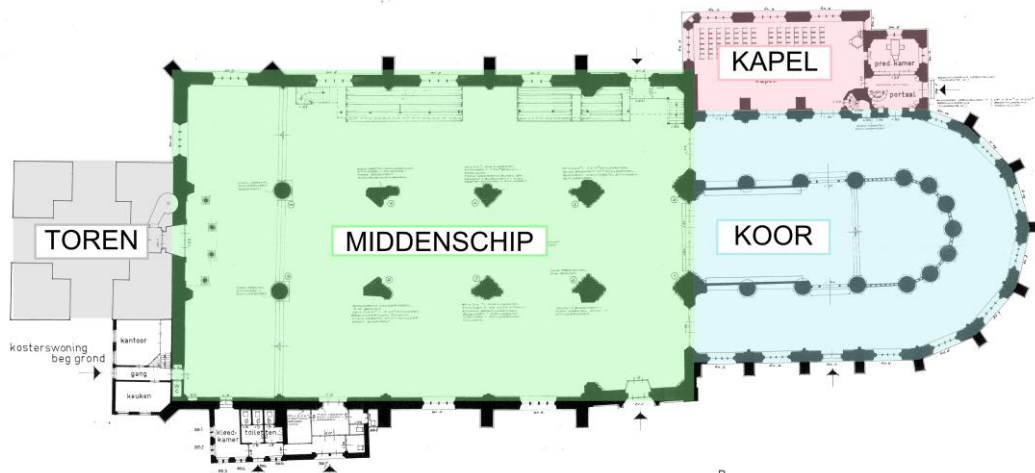


Figuur 2, bouwperiodes

- De oudste delen zijn romaans en dateren uit 13^e eeuw. Daarna hebben in de loop der eeuwen een aantal ingrijpende verbouwingen, uitbreidingen en restauraties plaatsgevonden. In de 15^e is het koor gebouwd en het gebouw kreeg in 1688 een rechte kroonlijst met doorlopend dak, nadat door een zware storm de vijf topgevels ernstig beschadigd waren. De meest recente grootschalige restauratie vond plaats tussen 1962 en 1975.
- Het gebouw is ontworpen als kerkgebouw. Op dit moment wordt het gebouw veelzijdig gebruikt, denk hierbij aan concerten, tentoonstellingen, trouwlocatie, tentamens ed.
- De hoofdafmetingen van het gebouw zijn vastgelegd op de plattegronden en in de doorsnede, zie Figuur 3.

Bruto vloeroppervlakte schip:	1620 m ²
Bruto vloeroppervlakte koor:	670 m ²
Bruto vloeroppervlakte kapel:	690 m ²

 De Martinitoren maakt geen onderdeel uit van deze scan. Ook de structuur van de aangebouwde kosterwoning en het "boter en broodhuisje" worden in deze seismische scan buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Overzicht plattegrond bouwvolume



Figuur 4, overzicht langsdoorsnede middenschip

2.1.2.

Geldigheid van de beschikbare stukken

Gezien het bouwjaar, de historische en monumentale status van de kerk zijn de beschikbare tekeningen veelal achteraf vervaardigd. Uitgewerkte detailtekeningen ontbreken.

Enkel van recentere uitbreidingen zijn originele tekeningen terug gevonden.

2.1.3.

Algemene conditie

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

- Aantasting van de materialen en/of de interne verbindingen
Bij de visueel waarneembare constructiedelen is aantasting door vocht waargenomen aan het metsel- en pleisterwerk.
- Scheurvorming
Er is scheurvorming waargenomen in de metselwerk gevels van het koor. De scheuren zijn zowel waargenomen in de buitengevel als aan de binnenzijde. Enkele scheuren zijn voorzien van scheurwijdtemeters die geregeld worden afgelezen. Ook in het middenschip is scheurvorming aanwezig.
- Verplaatsingen
De zuidgevel van het middenschip staat niet meer volledig te 'lood'. Met een schietlood wordt de scheefstand door de gebouweigenaar gemonitord.
- Uitgevoerde herstelwerkzaamheden
De laatste grote restauratie is in 1976 afgerond. Toen zijn tevens herstelwerkzaamheden uitgevoerd die nu niet waarneembaar zijn.



2.2. *Niet-constructieve elementen*

2.2.1. *Algemeen*

De drie bouwdelen (middenschip, koor en kapel) worden beschreven aan de hand van de volgende kenmerken:

- Gebouwschil
- Toegangen
- Inbouw
- installaties



Figuur 5, Zuidgevel van het schip



Figuur 6, zuid- en oostgevel van het koor



Figuur 7, oost- en noordgevel van het koor en de kapel



Figuur 8, noordgevel van de kapel en van het schip



2.2.2.

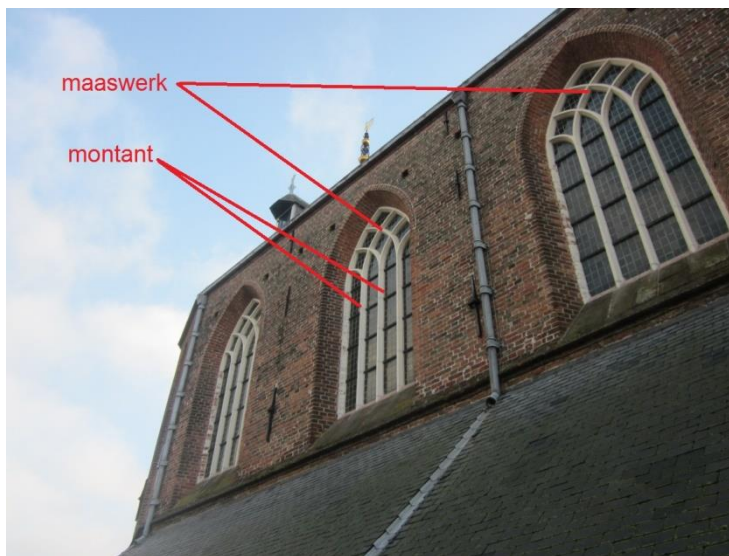
Gebouwschil

Gesloten gevel middenschip, koor en kapel

- De gevels bestaan uit metselwerk: muurdikte circa 100 cm.
- De gevels zijn aan de binnenzijde afgewerkt met een stuclaag.
- Steunberen, breedte 80-100cm.

Open gevel middenschip, koor en kapel

- Spitsboogramen met natuursteen montants en maaswerk, gevuld met glas in lood, Figuur 10 en Figuur 9. Schuin aflopende metselwerk waterslagen, Figuur 12.
- Deuren van hout met omlijsting van metselwerk of natuursteen, Figuur 11.



Figuur 10, glas in lood ramen



Figuur 9, glas in lood ramen



Figuur 12, gemetselde waterslagen



Figuur 11, Houten deuren middenschip en koor

- De ramen van de kapel zijn aan de buitenzijde voorzien van gelaagd glazen voorzetraam die op de hoogte van de brugstaven zijn bevestigd, Figuur 13 en Figuur 14.
- Een aantal ramen van het koor is aan de buitenzijde voorzien van gaas, Figuur 15.



Figuur 13, voorzetrampen aan buitenzijde kapel



Figuur 14, bevestiging voorzetrampen t.p.v. brugstaaf



Figuur 15, gaas aan buitenzijde t.p.v. ramen in het koor



Dak middenschip, koor en kapel

- Houten kapconstructie (sporenkap) met horizontaal houten beschoot, Figuur 16.
- Hierop aangebracht natuursteen leien welke zijn bevestigd met leihaken, Figuur 17.
- Dakkapellen: houten constructie met houten deurtjes of luiken, Figuur 18.



Figuur 16, houten kapconstructie middenschip



Figuur 17, natuursteen leien



Figuur 18, dakkapellen met houten luiken

2.2.3.

Toegangen

Het middenschip, het koor en de verschillende ruimten in de kapel worden afzonderlijk verhuurd. Hiervoor zijn deze delen voorzien van een eigen toegang.

- De toegang tot het middenschip wordt verkregen via de ingang onder de toren en een houten deur aan de zuidzijde, Figuur 11.
- De toegang tot het koor vindt plaats via de aansluiting op het middenschip en een houten deur aan de zuidzijde, Figuur 11.
- De kapel bestaande uit kelder, begane grond en verdieping heeft een eigen toegangsdeur en verbinding met het koor, Figuur 19.

Trappen

- In het middenschip is een houten balkon tegen de noordgevel geplaatst, Figuur 20. Dit balkon is toegankelijk via houten trappen.
- In de kapel zijn twee spiltrappen aanwezig. De houten trap leidt naar de verdieping en de kelder. De natuurstenen trap geeft toegang tot de kapconstructie.



Figuur 19, toegang kapel



Figuur 20, balkon met trap middenschip

2.2.4.

*Inbouw*Binnenwanden

Middenschip: hierin zijn geen scheidingswanden aanwezig.

Koor:

- de westwand van het koor, de wand tussen koor en middenschip, bestaat uit metselwerk pilaren, houten deuren met glas en daarboven boogvensters met glas met houten roedeverdeling, Figuur 21.
- de wand tussen koor en kapel is deels van metselwerk met tussen de pilaren opgenomen houten puien met deuren en glas in een houten roedeverdeling, Figuur 22.
- De wanden en gewelven zijn afgewerkt met pleisterwerk, Figuur 23 en Figuur 24.

Kapel:

- de wand tussen kapel en middenschip bestaat grotendeels uit metselwerk en een houten deur naar de verdieping van de kapel.



Figuur 21, binnenwanden tussen middenschip en koor



Figuur 22, wand tussen kapel en koor



Figuur 23, natuursteen vloerafwerking koor en pleisterwerk op gewelven



Figuur 24, pleisterwerk op wanden en gewelven

Vloer

Middenschip: houten balklaag met beplanking met daaronder een kruipruimte

Koor: natuursteen platen, Figuur 23

Kapel: keldervloer: beton

begane grond vloer: beton met eikenhouten delen.

verdiepingsvloer: vermoedelijk houten balklaag

Plafonds

- In alle delen wordt het plafond gevormd door verschillende varianten ribgewelven met in de gewelvvelden tussen de ribben ½ steens metselwerk, Figuur 25.
- De gewelven zijn aan de onderzijde afgewerkt met een stuc laag.
- Enkele gewelven zijn voorzien van een sluitsteen.



Figuur 25, bovenzijde gemetselde gewelven

Inrichting

Kapel:

- Lage stellingkasten staan tegen de wanden van de kelder onder de kapel.
- Oude kasten en een hoge klok tegen de wand van de bovenzaal van de kapel, Figuur 26.



Figuur 26, Hanglampen, klok en kasten in kapel

Middenschip:

- Een hoge klok tegen een wand.
- De houten preekstoel met houten klankbord is bevestigd aan een pilaar van het middenschip, Figuur 27 en Figuur 28.
- Er is een orgel aanwezig in het middenschip. Onder het orgel staan 4 kolommen, in deze kolom is scheurvorming geconstateerd, Figuur 30.
- De houten tribune heeft een verdieping welke aan de muur is bevestigd en aan de kerkzijde op houten kolommen draagt, Figuur 29. De verdieping is voorzien van een circa 80 cm hoog houten balustrade.



Figuur 27, preekstoel



Figuur 28, klankbord



Figuur 29, Balkon met balustrade dragend op kolommen



Figuur 30, Orgel en kolommen

Koor:

- Hier staat een kleiner orgel los in de ruimte.
- Diverse schilderijen hangen aan de wand van het koor. De bevestiging is in enkele gevallen met wandhaken, Figuur 31 en Figuur 32.



Figuur 31, schilderij zonder wandhaken



Figuur 32, schilderij met wandhaken

2.2.5.

Installaties

Veiligheidssystemen

Tegen de binnenzijde van de houten kappen is een droge sprinkler installatie aanwezig, Figuur 33. De functionaliteit ervan is niet bekend.

Gevaarlijke stoffen

De gasaansluiting voor cv ketels komt binnen in de kelder van de kapel, Figuur 36. Een stookruimte is gemaakt onder de kap van de kapel. De gasleiding wordt hiernaar toe geleid langs een metselwerk wand, Figuur 35.

Verlichting

In het middenschip en het koor is verlichting spaarzaam aanwezig in de vorm van spots en wandarmaturen.

In de kapel zijn kroonluchters en andere hangende lampen aanwezig, Figuur 26.

E-en W-installatie

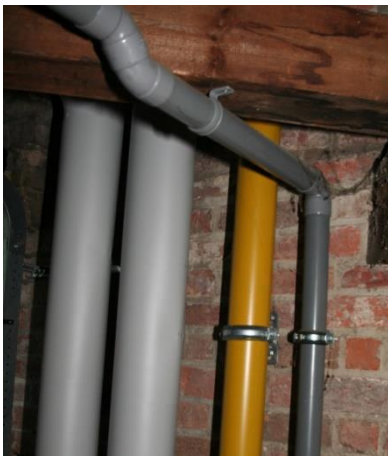
Warmte opwekking: 3 cv ketels zijn opgesteld in de technische ruimte boven de kapel, Figuur 34. De ketels worden gevoed door een gasleiding die vanuit de kelder naar de technische ruimte loopt.

Leidingen en kanalen

In de kruipruimte van het schip zijn de cv leidingen naar de convectieputten gemonteerd aan de balklaag.



Figuur 33, Sprinklerinstallatie in kap



Figuur 35, Toevoer van gasleiding technische ruimte



Figuur 36, Binnenkomst gasleiding in kelder

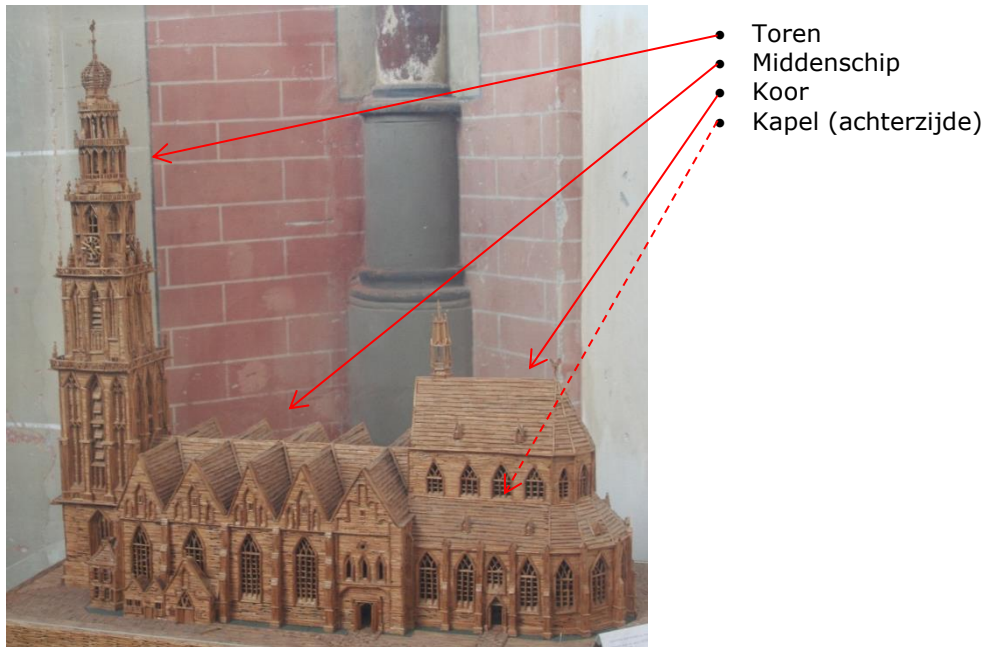


Figuur 34, Technische ruimte

2.3.

Constructieve elementen

De constructie van de kerk kan verdeeld worden in de drie secties: Het middenschip, het koor en de kapel. De toren vormt geen onderdeel van deze scan. Het seismisch gedrag van deze drie bouwdelen is volledig verschillend.



Figuur 37, macquette met bouwdelen



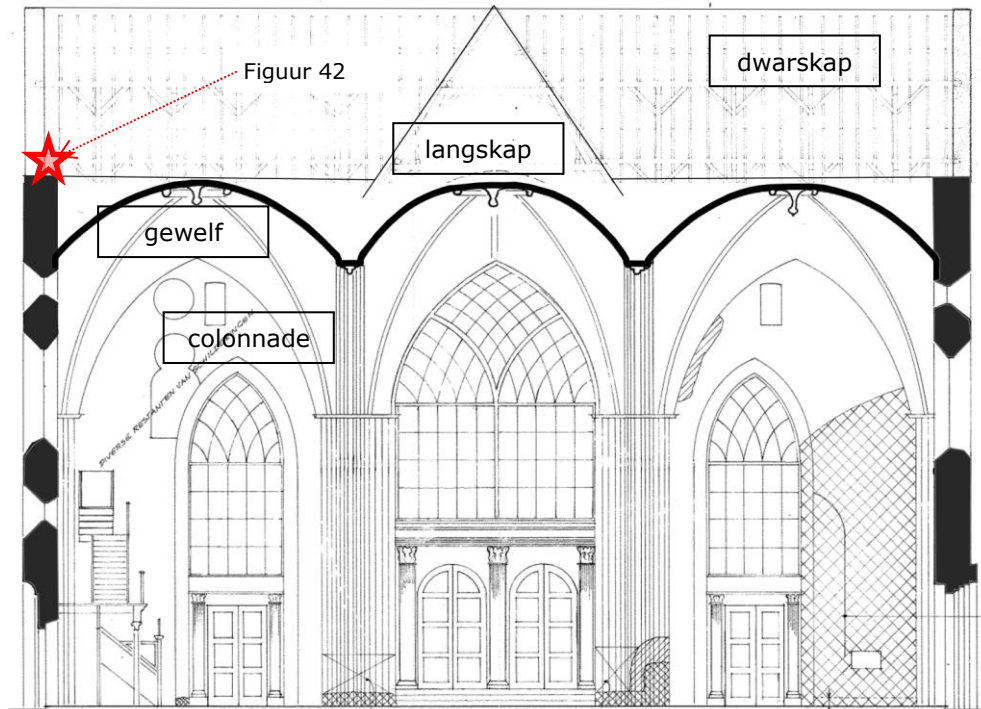
Figuur 38, langs- en dwarskappen van het middenschip met zicht op de Martinitoren

2.3.1.

Middenschip

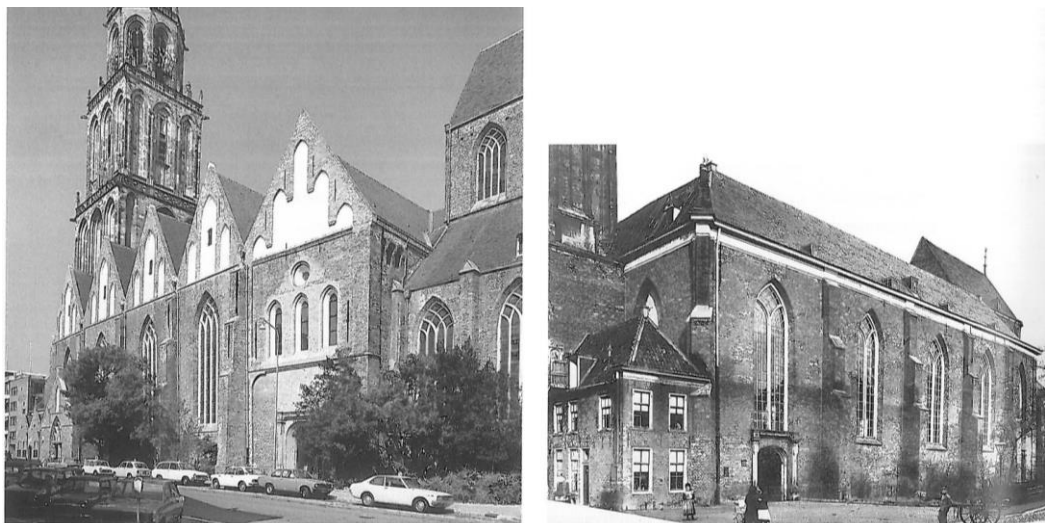
Beschrijving structuur

Het middenschip heeft 3 langsbeuken met 5 traveeën. De traveeën zijn onregelmatig van afmeting. De beuken worden gescheiden door colonnades met grote, gemetselde kolommen. Iedere cel van de 5 traveeën wordt afgedekt door een gemetseld gewelf.



Figuur 39, dwarsdoorsnede middenschip met drie beuken

Het middenschip wordt bedekt door een grote houten kap in langsrichting. De zijbeuken worden afgedekt met een vijftal houten kappen in dwarsrichting. De kappen in dwarsrichting zijn in de jaren 70 bij een recente restauratie geplaatst om meer druk op de penanten tussen de steunberen te geven. Een groot gedeelte van de kap van het middenschip is toen vervangen. Ook de topgevels op de zuidgevel zijn nieuw. Aan de zuidzijde zijn enkel muurankers te zien op de twee meest rechter steunberen. De overige hebben aan de buitenzijde geen zichtbare muurankers.



Figuur 40, Zuidgevel in de jaren 70 en in 1905

In langsricting wordt het middenschip gestabiliseerd door de beide zijgevels. De zijgevels worden echter door de grote ramen onderbroken. Het zijn de tussengelegen penanten die de windkrachten opnemen. In dwarsrichting kan niet worden uitgegaan van een schijfwerking van het dak of van de gewelven. Hier zijn het de centrale kolommen en de zware steunberen in de zijgevels die de stabiliteit waarborgen.



Muuranker op steunbeer

Figuur 41, zijgevel met penanten in langsricting en steunberen in dwarsrichting. Zie ook de muurankers aan de bovenzijde van de steunberen

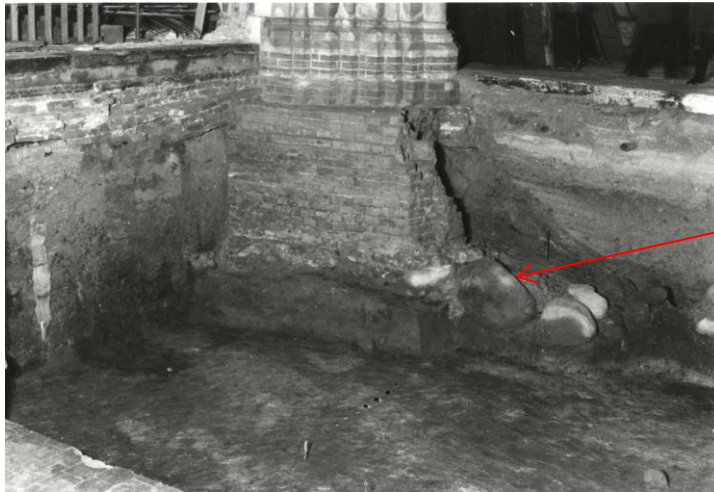
De houten kap is opgelegd op de zijgevels. Gesmede trekstangen zijn opgehangen aan de houten kap en koppelen beide zijgevels, zoals te zien is in Figuur 42. De gesmede trekstangen zijn aan de muurankers gekoppeld die aan de buitenzijde te zien zijn in de steunberen. Zie ook de zuidgevel in Figuur 41. Zoals al eerder aangehaald zijn aan de buitenzijde niet bij alle steunberen muurankers zichtbaar. De trekstangen lijken wel in ieder travee zichtbaar te zijn. Bij een nader onderzoek moeten alle trekstangen en muurankers in beeld worden gebracht. Dan kan ook nader onderzoek worden gedaan naar de niet zichtbare trekstangen aan de westzijde van de zuidgevel.



Muuranker op steunbeer
Gesmede trekstang

Figuur 42, koppeling van het muuranker van de steunbeer aan de gesmede trekstang. Zie ook de gemetselde gewelven onder en rechts op de foto

De kerk is gefundeerd op staal. Volgens sommige bronnen zou de toren op zo'n 3 meter diepte gefundeerd zijn. Enkele foto's van restauraties uit de jaren 30 van de vorige eeuw tonen de vrij gegraven fundering. In Figuur 43 is te zien dat de fundering is aangezet op enkele grotere zwerfkeien.



Zwerfkeien

Figuur 43, fundering van de Martinikerk

Er zijn ook foto's van een versterking van de fundering van de Martinitoren. Daar zou in de vorige eeuw de fundering versterkt zijn met een betonnen krans en betonnen palen. Maar de toren valt buiten de scope van dit onderzoek. De foto (zie Figuur 44) bevestigt wel het vermoeden van de aard en de aanlegdiepte van de fundering van de kerk.



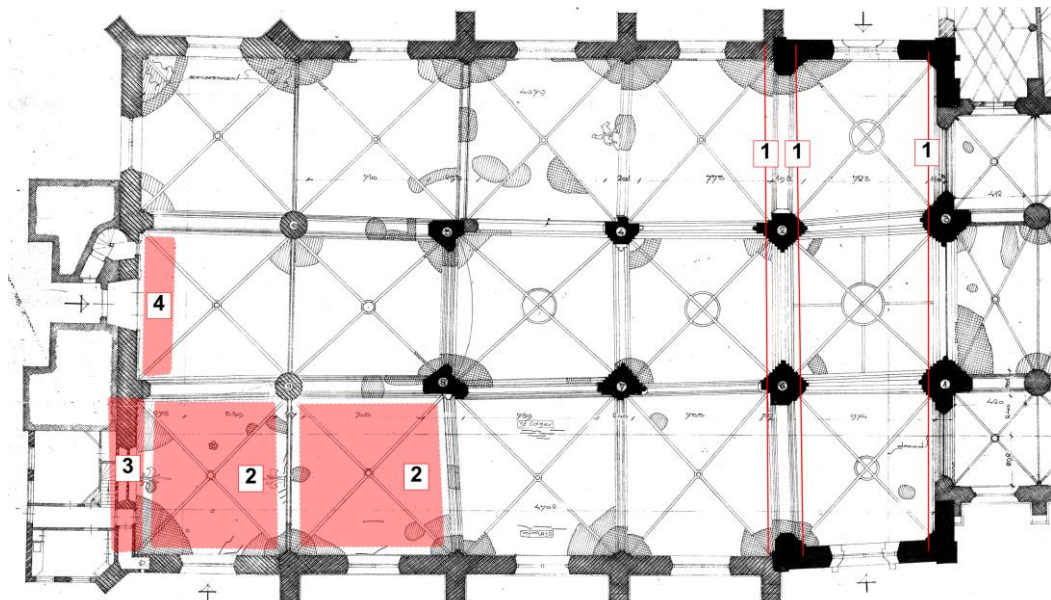
Figuur 44, versterking van de fundering van de Martinitoren



Beschrijving toestand

0. In de zijgevels van het middenschip is geen scheurvorming waargenomen.
1. Bij de laatste restauratie zijn enkele trekstangen aangebracht in de meest oostelijke travee van het middenschip. Deze trekstangen verbinden de tenen van de gewelven. Bij de overige traveeën zijn op deze hoogte geen trekstangen aanwezig. Het is niet bekend waarom enkel bij deze beuken trekstangen zijn aangebracht.
2. Er is scheurvorming waargenomen in de gewelven aan de zuidwestzijde. Deze scheurvorming is recent. Het volgende wordt hierover vermeld in inspectierapport van de monumentenwacht:
"Verspreid over de gewelven zijn enkele scheuren te vinden. Tijdens deze inspectie kregen wij de indruk dat er afgelopen jaren enige werking in de scheuren zit. Tijdens een voorgaande inspectie werd vermeld door de heer Barneveld dat alle scheuren in het verleden op tekening zijn vastgelegd. Het is misschien mogelijk aan de hand van deze aantekeningen te kijken of er werking in zit. Tijdens de inspectie wordt een betonnen kelder afgebroken door een kraan met een zware luchthamer. Deze werkzaamheden zijn zeer goed te voelen in de gehele kerk (met name ook in de kerkkap)."
3. Er zijn enkele scheuren zichtbaar in de zuidwestelijke kopgevel van het middenschip. Er zijn scheurmeters op de scheuren geplaatst.
4. De vloer onder het orgel verzakt. Dit wordt ook gemeld in het inspectierapport van de monumentenwacht:
"De kolommen onder het orgel verzakken en breken. De bodem klinkt in. Enkele kolommen zijn gebroken, vermoedelijk metselwerk. Door het zakken komen de kapitelen vrij van de constructie (vloer) die het orgel draagt. Hersteladvies: de verzakking van de ondergrond stabiliseren en zo mogelijk de kolommen opkrikken of aan bovenzijde voorzien van een vulstuk die de ruimte opvult."

In de tekst van de monumentenwacht wordt ten onrechte gesuggereerd dat de kolommen het orgel dragen. Enkele uitkragende stalen balken zijn hiervoor aangebracht, dit volgens tekeningen van Bureau Wassenaar.



Figuur 45, schade in middenschip

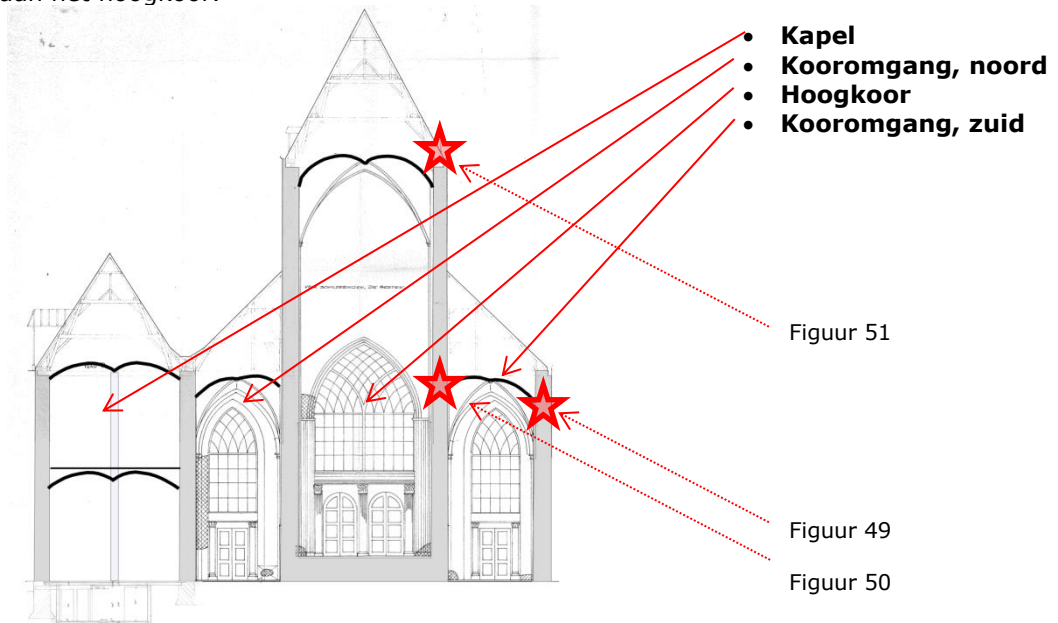
De scheurvorming is geconstateerd, maar is niet ingemeten of opgetekend. We bevelen aan om dit in een vervolgonderzoek wel te doen. Maar met name voor het gewelf plafond zullen hiervoor aanvullende maatregelen nodig zijn. De scheuren zijn vanaf de grond slecht waarneembaar en niet te meten.

2.3.2.

Koor

Beschrijving structuur

Het koor bestaat uit het centrale "hoogkoor" en de lagere "kooromgang". Het gemetselde gewelf van het hoogkoor wordt gedragen door hoge bakstenen penanten. Op een lager niveau bieden het houten dak en de gewelven van de kooromgang steun aan het hoogkoor.



Figuur 46, dwarsdoorsnede door koor en kapel

Zoals te zien is in Figuur 47 bieden de gevelpenanten met name steun in het vlak. Dit zowel voor het hoogkoor als voor de kooromgang. Uit het vlak zijn het op het lage niveau de steunberen die stabiliteit verlenen. Op het hogere niveau zijn geen steunberen aanwezig. Alle gevelvlakken kenmerken zich door een grote mate van transparantie. De penanten van het hoogkoor gaan ter hoogte van het lage dak over op ronde kolommen. Hier verandert de stijfheid van de structuur aanmerkelijk. De overgang is te zien in Figuur 48.



Figuur 47, koor exterieur



Figuur 48, koor interieur

Een stalen stang koppelt de buitengevel aan de achtergelegen kap. In Figuur 49 is de koppeling te zien van de kap van de kooromgang aan de buitenzijde. De muurankers zitten enkele decimeters naast de knik in de gevel. Dit is ook terug te zien in het gevelaanzicht van Figuur 47.



• Stalen stang tussen muuranker en het houten spant

Figuur 49, kap, gewelven en buitengevel van de kooromgang

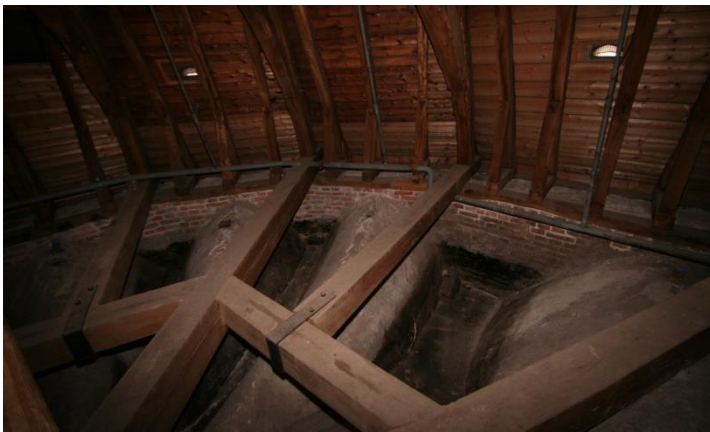
Op dezelfde hoogte, maar dan aan de andere kant van het gewelf wordt de kap gekoppeld aan de hoge gevel van het hoogkoor. Hier is aan de muur een stang aangebracht



• Stalen stangen, gekoppeld door een stalen spie door de gevorkte einden

Figuur 50, stalen stang aan de muur van het hoogkoor

De kap boven op het hoogkoor koppelt beide gevels en het gebogen einde van het koor. Hier zijn verder geen muurankers of stalen trekstangen zichtbaar.



Figuur 51, houten kap boven het gemetselde gewelf op het hoogkoor

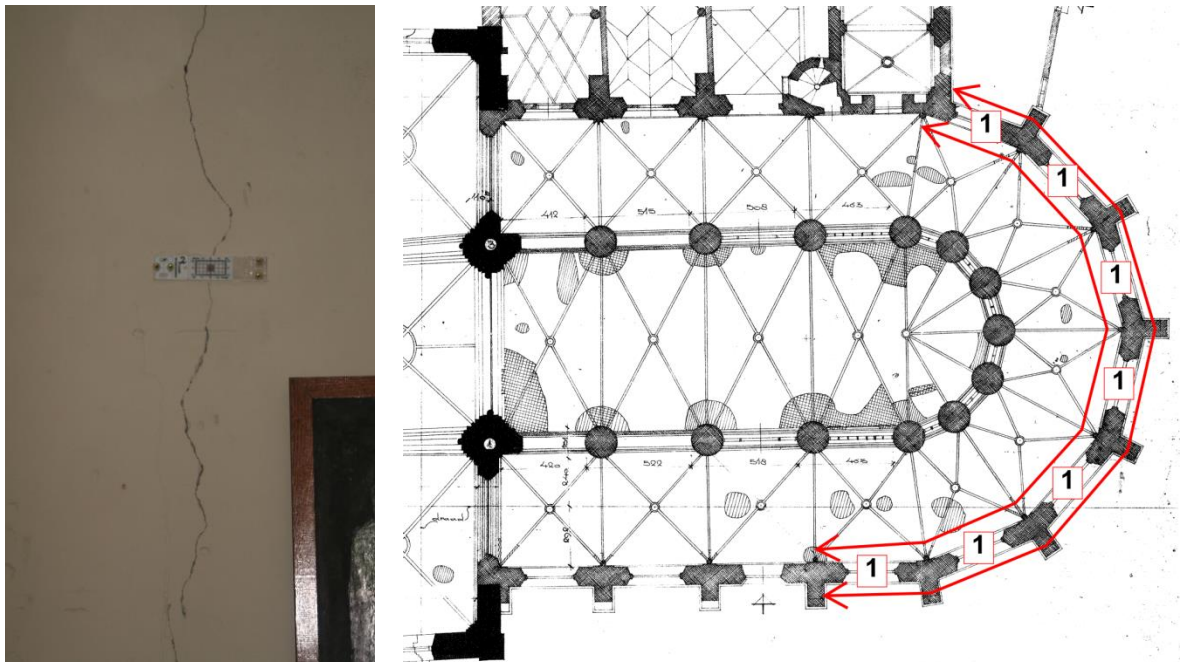
Beschrijving toestand

0. Zowel de gewelven van het hoogkoor als de gewelven van de kooromgang zijn in goede toestand. Er is geen schade waargenomen. Ook geen schade die gerelateerd kan worden aan de waargenomen scheuren in de gevels (1).
1. In het hoogkoor is uitvoerige schade waargenomen. Het betreft de gemetselde wanden van de kooromloop. In vrijwel iedere travée van de omloop zijn diagonale scheuren aanwezig. Aan de binnenzijde tekenen ze zich beter af dan aan de buitenzijde. Enerzijds omdat de binnenzijde glad gestukt is en scheuren minder zichtbaar zijn in de ruwere buitengevel. Anderzijds lijken de scheuren ook iets groter aan de binnenzijde te zijn. Enkele van de scheuren worden gemonitord. De grootte van de scheuren wordt bijgehouden. Zie de rapporten van Osmos (Bijlage 4) en van Caubergh Huygen (Bijlage 5). Deze scheurvorming is recent. Het volgende wordt hierover vermeld in inspectierapport van de monumentenwacht:

"In de zuidoostzijde van de kerk zijn een aantal nieuwe scheuren te vinden. Aan de binnenzijde van de kerk zijn de scheuren beter te zien. Deze scheuren zijn vermoedelijk veroorzaakt door werkzaamheden aan de zuidoostzijde van de kerk. Tijdens de inspectie waren deze werkzaamheden goed te voelen in de kerk. Met name in de kerk kap. De scheuren in de oostzijde van de kerk zijn aan de binnenzijde voorzien van een schaalverdeling. Door deze schaal is te zien of er werking in de gevels zit."

Verder meldt het rapport:

"Er zijn geen scheuren of verzakkingen in de gevels waargenomen die wijzen op gebreken aan de fundering."



Figuur 52, scheurvorming kooromgang

Kenmerkend aan de scheuren is dat ze enkel optreden aan de ronde beëindiging van het koor. Daar waar de penanten niet geheel in een rechte lijn staan. De scheurvorming is geconstateerd, maar is niet ingemeten of opgetekend. We bevelen aan om dit in een vervolgonderzoek wel te doen. Zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde, met vastlegging van de scheurwijdte op enkele plaatsen.

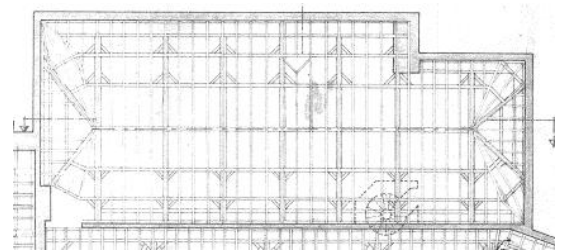


2.3.3.

Kapel

Beschrijving structuur

De kapel is in drie fases gebouwd. Het rechterdeel met het entreeportaal en de wenteltrap is het oudst (1450-1460). Kort daarna is de kapel met de bovenzaal aangebouwd (1468). De laatste bouwfase betreft de kelder die in 1966 onder de kapel is aangebracht.

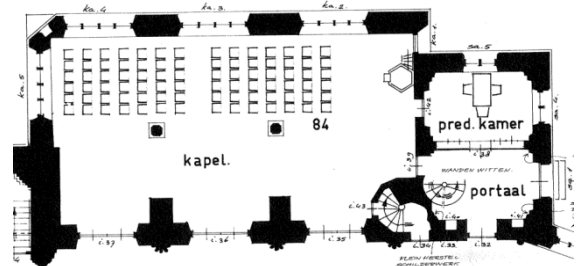


Figuur 53, kapel kap

De verdiepingvloer en de zoldering van de kapelzaal bestaan uit gemetselde bakstenen kruisgewelven. De gewelven dragen op de gemetselde gevels en op centrale kolommen midden in de ruimtes.

Boven de zoldering worden de gewelven afgedekt met een houten kap.

Zie ook Figuur 46 voor een doorsnede van de kapel met de kelder.

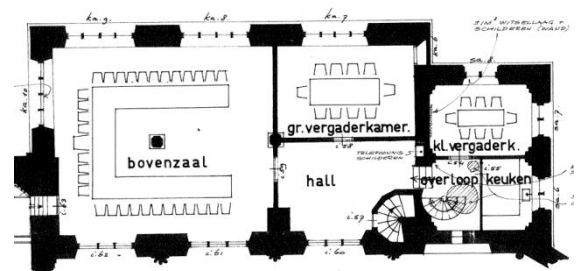


Figuur 54, kapel verdieping

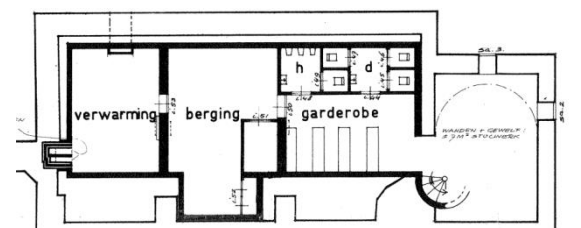
In de houten kap hangt een CV installatie. Zoals in Figuur 57 is te zien is hiervoor een schacht in het bestaande metselwerk gemaakt.

Beschrijving toestand

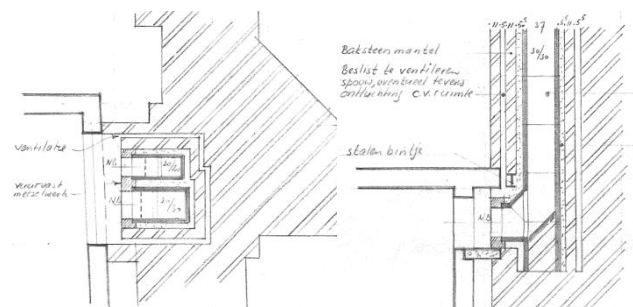
Er zijn geen noemenswaardige schades waargenomen in de kapel.



Figuur 56, kapel begane grond



Figuur 55, kapel kelder



Figuur 57, leidingschacht door bestaande muur

3. Analyse en oplossingsrichting aardbevingsbestendigheid

3.1. Uitgangspunten

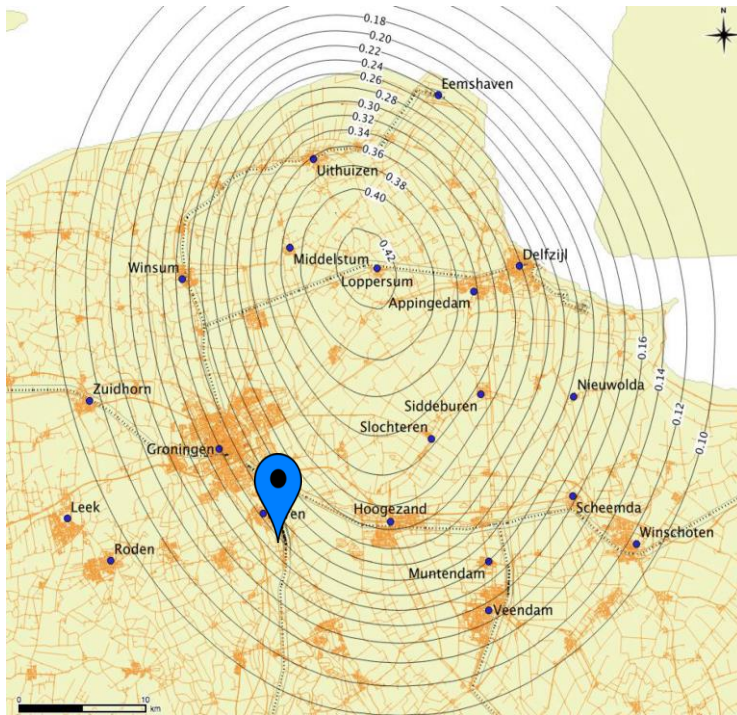
De gebouw-specifieke uitgangspunten die benodigd zijn voor het vaststellen van de randvoorwaarden voor de scan worden benoemd in tabel 2.

Uitgangspunt	Invoer	Bron
Piekgrondversnelling $a_{g,ref}$	0,24 g	NPR 9998
Gevolgklasse (Consequence Class)	CC3	BB
Belangklasse (Importance Class)	III	NEN-EN 1998-1

Tabel 2: Uitgangspunten seismische scan

Piekgrondversnelling²

De piekgrondversnelling met een standaard-herhalingsjijd van 475 jaar ($a_{g,ref}$) wordt voor de locatie van het gebouw vastgesteld aan de hand van Figuur 58.



Figuur 58, Contourplot van de piekgrondversnellingen $a_{g,ref}$ met een herhalingsjijd van 475 jaar (NPR d.d. februari 2015)

Gevolgklasse

Gevolgklasse CC3 is aangehouden zoals minimaal vereist is voor gebouwen die een publieksfunctie hebben.

Belangklasse

Belangklasse III is gehanteerd omdat de standzekerheid van belang is "bij publieke gebouwen groter dan 1.000 m²."

² Op dit moment wordt er onderzoek uitgevoerd naar de p_{ga} -waardes in het aardbevingsgebied. Mogelijk wordt de contourplot van piekgrondversnellingen binnenkort herwerkt. Mocht dat het geval zijn, dan kan het noodzakelijk zijn dat de conclusies en aanbevelingen hierop worden aangepast

3.1.1.

Grenstoestanden

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

Toets van de constructieve elementen:

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

Toets van de bouwkundige elementen:

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

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

	Bron	Grenstoestand	Waarde
Constructieve toets			
Berekening	NPR 9998	Near Collapse	
Herhalingstijd			3000 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,38 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			high
Bouwkundige toets			
Berekening	VU-NEN	Damage Limitation	
Herhalingstijd			100 jaar
Piekgrondversnelling $a_{g,d}$			0,12 g
Checklist	ASCE	Life Safety	
Seismisch niveau			moderate

Tabel 3: Gekozen toetsingsniveaus binnen de grenstoestanden

3.1.2.

Relevante ASCE checklists

Op basis van het beschreven randvoorwaarden en gebouwstructuur (een draagconstructie met ongewapende gemetselde wanden) zijn de onderstaande ASCE checklists gebruikt. De checklist voor niet-constructieve elementen is opgedeeld in de onderdelen 'gebouwschil', 'inbouw', 'toegangen' en 'installaties'. De ASCE checklist is echter bij een gebouw als deze minder relevant. De checklists zijn niet bedoeld om dergelijke onregelmatige structuren te beoordelen. De lijsten zijn alleen toegevoegd om een indruk te krijgen van de mogelijke kritische onderdelen.

Checklist omschrijving	Aanduiding
Constructieve elementen	
Basic checklist	16.1
Life safety basic configuration checklist	16.1.2 LS
Life safety structural checklist for building type URM: 'Unreinforced masonry bearing walls'	16.16 LS
Niet-constructieve elementen	
Nonstructural checklist	16.17

Tabel 4: Relevante ASCE checklists voor toetsing van constructieve elementen



3.2. *Niet-constructieve elementen*

3.2.1. *Algemeen*

De analyse van seismisch gevoelige elementen van de Martinikerk kan niet op een wijze plaatsvinden als bij de andere exemplarische gebouwen. Ingrepen die het monument blijvend aantasten in haar oorspronkelijke opbouw is bezien vanuit de historische waarde van de kerk niet wenselijk. Evenzo bestaat de wens de kerk te vrijwaren van schade welke het gevolg kan zijn van seismische activiteiten. Een spanningsveld waarvan wij vinden dat het op een pragmatische wijze dient te worden benaderd. De kerk staat er al eeuwen en heeft al veel doorstaan. De voor de kerk relatief korte periode waarin de seismische belasting zich zal manifesteren, vraagt om tijdelijke maatregelen zodat deze periode zo ongeschonden als mogelijk kan worden doorstaan. Met "relatief kort" bedoelen we echter nog steeds enkele decennia. Het kan nog vele jaren duren voordat de gaswinning volledig stopt en daarna zal in een periode van vele decennia het risico waarschijnlijk slechts langzaam verminderen.

Maatregelen die wij hier adviseren moeten dus zonder blijvende schade achter te laten, ongedaan gemaakt kunnen worden. Dit zullen vooral maatregelen zijn die de constructie van de kerk betreffen.

Hier zullen wij ingaan op maatregelen die genomen kunnen worden om de niet-constructieve elementen te beschermen. Hierbij worden alleen de kwetsbare elementen beschouwd. Een oplossingsrichting wordt aangegeven als de kans op ernstig persoonlijk letsel bestaat. In overige situaties wordt een advies gegeven.

3.2.2. *Gebouwschil*

Open gevel middenschip, koor en kapel

Alle glas in lood ramen zijn kwetsbaar, zowel het glas in lood als de montants. Breuk en uit de sponning vallen van het glas in lood kan optreden omdat het lood gemakkelijk vervormt. De montants zijn gestapelde natuursteen elementen veelal zonder doken. De montants zijn hierdoor gevoelig voor horizontale belastingen die als gevolg van seismische trillingen kunnen optreden.

Oplossingsrichting

Aan binnen- en buitenzijde van de glas-in-lood ramen een voorziening aanbrengen die: letsel voorkomt en het monument zoveel mogelijk beschermt. Bij de ramen van de kapel is aan de buitenzijde een bescherming van kunststof aangebracht. De bevestigingen hiervan zijn ter hoogte van de brugstaven aangebracht waardoor ze minder in het oog springen.

Aan de binnenzijde kan een folie worden geplakt over het glas en de montants heen.

Vervorming van de montants uit het vlak van de gevels kan worden beperkt door zowel aan binnen- als aan de buitenzijde horizontale stalen strips of staven aan te brengen.

3.2.3.

Inbouw

Binnenwanden

Koor:

De puien en boogvensters boven de deuren zijn grote vlakken. Om letsel te voorkomen kan het glas tegen breuk en uitvallen te worden beschermd of te worden vervangen.

Oplossingsrichting

De glasvlakken boven de deuren voorzien van gelaagd glas, of beschermen tegen breuk en uitvallen. Dit kan ook bereikt worden door een folie te plakken op het gehele puideel boven de deuren.

Kapel, Koor en Middenschip:

Het pleisterwerk op de wanden en gewelven is op een aantal plaatsen reeds gescheurd. Schade als gevolg van seismische activiteiten is niet ondenkbaar. Persoonlijk letsel kan optreden als stukken pleisterwerk vanaf de gewelven of van bovenaan de wanden losraken.

Oplossingsrichting

Door netten aan te brengen ter hoogte van de geboorte van de bogen en gewelven kan letsel voor een belangrijk deel worden voorkomen.

Inrichting

Kapel:

Een kast en een hoge klok tegen een wand kunnen mogelijk omvallen bij een aardbeving. Geringe kans op letsel vanwege beperkte gebruik van de ruimte. Maar wel kans op schade van de klok, de kast en de inhoud van de kast.

Oplossingsrichting

De kast en de klok met een beugel aan de wand bevestigen.

Middenschip:

De houten preekstoel met houten klankbord is bevestigd aan een pilaar van het middenschip. Het klankbord zien we als een high risk building element.

Oplossingsrichting

Nader onderzoek uitvoeren naar de manier waarop de preekstoel in zijn geheel is bevestigd. Het klankbord voorzien van een extra geschoorde ophang verankering die naar beneden vallen moet voorkomen.

Orgel:

Het orgel van het middenschip rust op een staalconstructie. De uitkragende staalconstructie is in de jaren 70 gemaakt. De scheurvorming in de kolommen wordt dan waarschijnlijk ook niet veroorzaakt door het gewicht van het orgel. Vermoedelijk zijn de verzakkingen van de fundering debet aan de scheurvorming in de (niet-constructieve) kolommen.

Oplossingsrichting

Eventueel kan nader onderzoek worden uitgevoerd naar de wijze waarop het orgel als geheel is verankerd. Daarbij kan ook de eventuele functionaliteit van de kolommen in relatie tot het orgel worden vastgesteld.

Het is niet duidelijk hoe de (zware) orgelpijpen in het orgel zijn geborgd. Het vallen van een orgelpijp kan zwaar letsel geven. De orgelpijpen zien we als een high risk building element.

Oplossingsrichting

Nagaan hoe de pijpen zijn bevestigd en daar waar noodzakelijk een extra borging aanbrengen.

Koor:

Diverse schilderijen hangen aan de wand van het koor.

Oplossingsrichting

Schilderijen die niet met haken zijn bevestigd alsnog van haken voorzien.

3.2.4.

InstallatiesVeiligheidssystemen

Tegen de binnenzijde van de houten kappen is een sprinkler installatie aanwezig. Deze is gezien de staat van onderhoud waarschijnlijk niet meer functioneel.

Oplossingsrichting

De werking van het systeem opvragen en controleren. Indien het systeem nog in gebruik is: de doorvoeren van leidingen en de bevestigingen controleren op de opneembare vervorming. Indien noodzakelijk flexibele koppelingen aanbrengen.

E&W installatie

Kapel:

De stookruimte voor de CV installatie is aangebracht onder de houten kap van de kapel. Enkele grote gasleidingen gaan van de gemetselde gevel naar de CV installatie. Het is niet duidelijk of de structuur voldoende standzeker is onder de versnelling van een aardbeving. Ook is onbekend welke vervormingen de gasleidingen hierbij zullen moeten ondergaan.

Oplossingsrichting

Onderzocht zal moeten worden of de huidige structuur de versnellingen van een aardbeving aan kan en of de leidingen bij de optredende vervormingen geen schade zullen ondervinden.

Gevaarlijke stoffen

Kapel:

De gasaansluiting voor cv ketels komt binnen in de kelder van de kapel. Hier is enige ruimte rondom de doorvoer aanwezig. Gezien de wanddikte van het metselwerk is de opneembare vervorming te gering. De gasleiding is bevestigd aan het metselwerk en maakt een haakse bocht door het metselwerk. Hier is geen ruimte rondom de doorvoer aanwezig, vervorming bij seismische trillingen kan hier tot schade leiden en een brandgevaarlijke situatie doen ontstaan.

Oplossingsrichting

Bij doorvoeren door het metselwerk ruimte maken. Afhankelijk van de wanddikte ruimte aanpassen.

Tevens daar waar dit van belang is flexibele koppelingen aanbrengen.

Verlichting

Kapel:

Kroonluchters en andere hangende lampen kunnen letsel geven als ze bij een aardbeving gaan slingeren en onderdelen naar beneden vallen.

Oplossingsrichting

Alle hangende lampen voorzien van drie extra schoren.

3.3. *Constructieve elementen*

3.3.1. *Algemeen*

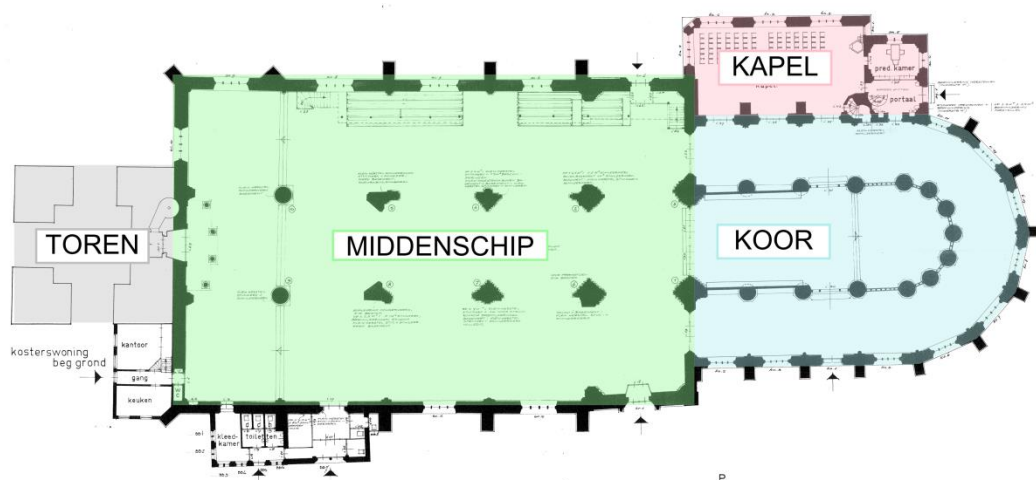
Bij een kerkgebouw kunnen bijna alle aanwezige wanden, vloeren en structuren beschouwd worden als "hoofddraagconstructie". Bij een aardbeving is het falen van de gehele structuur normaal gesproken niet aan de orde. Eerder zal het zo zijn dat bepaalde onderdelen van de structuur lokaal zullen bezwijken.

Zoals in de NIKER documenten toegelicht kan de constructie van een kerkgebouw beter worden verdeeld in zogenaamde "macro elementen". Het bezwijkmechanisme van iedere macro element wordt apart toegelicht.

Het gebouw kan constructief in vier macro elementen worden verdeeld:

- Middenschip
- Koor
- Kapel
- Toren

De toren maakt geen onderdeel uit van deze scan, maar het is natuurlijk niet ondenkbaar dat het bezwijken van de toren onder een aardbevingsbelasting een nefaste uitwerking zal hebben op de veiligheid in het kerkgebouw.



In de volgende paragrafen staan enkele bezwijkmechanismen beschreven die mogelijk bij een aardbeving in ieder van deze macro elementen op zouden kunnen treden.

Enkel met uitgebreide numerieke analyses, gestaafd door metingen ter plaatse kunnen conclusies worden getrokken over de werkelijke risico's op (lokaal) falen van de structuur.

Hierbij dient dan niet alleen naar de macro elementen op zich, maar ook naar hun onderlinge samenhang te worden gekeken. Het globale seismische gedrag zal immers ook in belangrijke mate afhangen van de interactie tussen de verschillende onderdelen. Bij deze analyse dient zeker ook de toren bij de beschouwing te worden betrokken. Dat vormt echter geen onderdeel van deze beperkte studie.

In paragraaf 3.4 en in Bijlage 6 wordt nader ingegaan op het noodzakelijke vervolgonderzoek om meer in detail op de specifieke problemen vat te kunnen krijgen.



3.3.2.

Middenschip

Algehele stabiliteit in dwarsrichting:

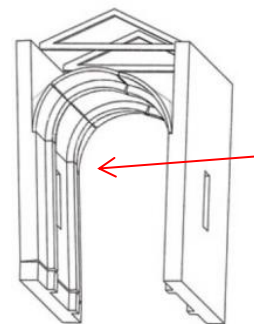
De stabiliteit van de gehele structuur is vooral gebaseerd op de sterkte en stijfheid van de zware gemetselde steunberen. Ook de beide kopgevels van het middenschip dragen bij aan de transversale stabiliteit. Het dynamisch gedrag hiervan dient bekeken te worden om gefundeerde uitspraken te kunnen doen.

Onderzoek

Bovengenoemd effect kan met een numerieke analyse nader in beeld gebracht worden. Zie ook de verdere toelichting over numerieke analyses en meetmethoden in Bijlage 6.

Oplossingsrichting

Een generieke oplossing is moeilijk te geven. Hiervoor dient eerst een gedetailleerde studie uitgevoerd te worden.



Zijgevels:

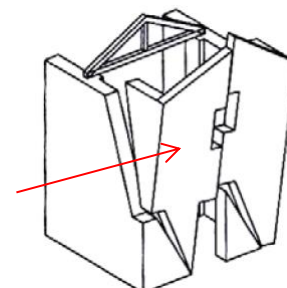
De zijgevels zijn redelijk open. Een trilling in de richting van de zijgevel kan de zwakke plekken van de gevel opzoeken. Dit speelt met name in de smalle latei boven de spitsboogramen. Maar ook uit het vlak kunnen de wanden in beweging komen. De wanden worden uit het vlak gesteund door de steunberen. Maar de gewelven drukken de gevels naar buiten ter plaatse van de latei boven de spitsboogramen.

Onderzoek

Bovengenoemde effecten kunnen met een numerieke analyse nader in beeld gebracht worden. Zie ook de verdere toelichting over numerieke analyses en meetmethoden in Bijlage 6.

Oplossingsrichting

Een generieke oplossing is moeilijk te geven. Hiervoor dient eerst een gedetailleerde studie uitgevoerd te worden.



Puntgevels:

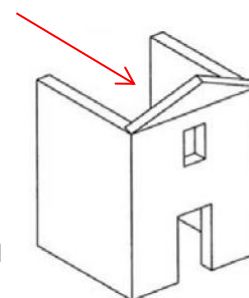
De puntgevels zijn een recente toevoeging aan het middenschip (zie Figuur 40). Een lokaal bezwijken van de puntgevel kan optreden als ze niet goed bevestigd is aan het achtergelegen dakvlak, of als de puntgevel zelf niet voldoende samenhang heeft.

Onderzoek

De verankeringen kunnen ter plaatse worden geïnventariseerd en vervolgens worden getoetst. De samenhang van de puntgevel dient met behulp van een numerieke analyse getoetst te worden, met name vanwege de grote openingen in het betreffende gevelvlak.

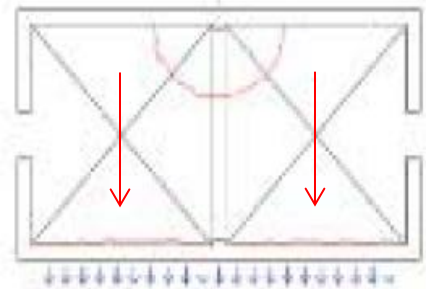
Oplossingsrichting

Het wegvallen van de puntgevel kan voorkomen worden door het plaatsen van aanvullende verankeringen tussen de gevel en het dakvlak. Mogelijk dient dan ook de puntgevel en het dakvlak zelf versterkt te worden met versterkingen aan de binnenzijde.



Gewelven:

Nagegaan moet worden of de gewelven voldoende steun ondervinden van de zijgevels en de steunberen. Als de steunberen in de beide gevels onafhankelijk van elkaar horizontaal bewegen kan de steundruk op de gewelven afnemen. Er is al schade in de gewelven waargenomen. Het is niet bekend waardoor deze scheuren veroorzaakt zijn. Mogelijk hebben bouwwerkzaamheden in de omgeving ertoe bijgedragen. Ongeacht de daadwerkelijke oorzaak, kan in ieder geval geconcludeerd worden dat de gewelven gevoelig zijn voor externe invloeden.



Onderzoek

Het feit dat er reeds scheuren zijn, maakt het mogelijk om progressie van mogelijke schade te monitoren. Wellicht kan met deze monitoring de oorzaak van de scheuren worden vastgesteld. Maar de monitoring kan ook aantonen of de grootte van de scheuren mogelijk beïnvloedt wordt door aardbevingen of door andere trillingen. Als een lichte aardbeving tot schade in de gewelven leidt, dan zullen de bestaande scheuren dit als eerste laten zien. Het is dan wel zaak dat de juiste metingen aan de scheuren worden verricht:

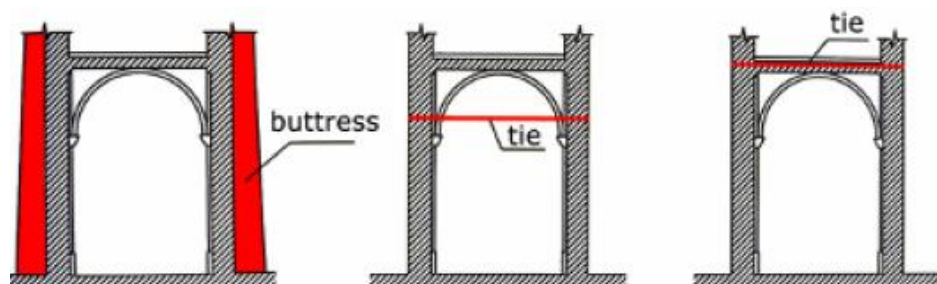
- Continue versnellingsmeters moeten de versnelling van de structuur in kaart brengen
- De scheurwijdte van enkele van de scheuren dient continue gemonitord te worden, zodat reversibele veranderingen in kaart worden gebracht.

Zie ook de verdere toelichting over numerieke analyses en meetmethoden in Bijlage 6.

Als geconstateerd wordt dat externe trillingen of kleinere aardbevingen een invloed hebben op de scheurvorming, dan dient dat de nodige aandacht te krijgen. Het risico op zware schade en op letsel bij een grote aardbeving is dan reëel, aangezien de gewelven een kritisch onderdeel van het gebouw zijn. Een mogelijk bezwijken van de gewelven geeft grote risico's.

Oplossingsrichting

Mogelijke oplossingen zijn erop gericht om de verschilvormingen van de beide gevels te beperken. Dit kan zijn door het toevoegen van extra verstijvingen aan de steunberen of het koppelen van beide gevels. Het is nu nog niet aan te geven of een dergelijke maatregel doorgevoerd moet worden. Deze maatregelen dienen vooraf goed geanalyseerd te worden, omdat verkeerd geplande of uitgevoerde versterkingen het gedrag bij een aardbeving ook kunnen verslechteren.



3.3.3.

Koor

Algehele stabiliteit in dwarsrichting:
zie middenschip

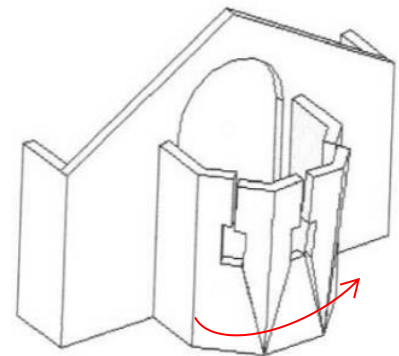
Zijgevels:
zie middenschip

Gewelven:
zie middenschip

Draaiing van het koor:

Er is uitvoerige scheurvorming waargenomen in de ronde achtergevel van het koor. De scheuren zijn zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde zichtbaar. De oorzaak van deze scheurvorming is niet vastgesteld, maar de scheuren zijn recent.

Het is niet aangetoond dat de nu aanwezige scheuren door aardbevingen zijn ontstaan. Een van de mogelijke oorzaken die genoemd worden zijn trillingen als gevolg van bouwwerkzaamheden in de buurt. Mocht dit daadwerkelijk de oorzaak zijn, dan is in ieder geval aangetoond dat het koor gevoelig is voor trillingen. Aardbevingen zouden mogelijk vergelijkbare schadebeelden kunnen geven, maar nader onderzoek hiernaar is noodzakelijk.



Eén van de kenmerkende aardbevingsschades bij kerken is het torderen van een aangebouwde apsis. In dit geval kan dit zowel optreden op het lage niveau bij de twee zijbeuken, als bij het hoogkoor. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit ten grondslag ligt aan de waargenomen scheurvorming.

Onderzoek

De reeds aanwezige scheuren in het koor kunnen gebruikt worden om de gevoeligheid van het metselwerk voor trillingen te kunnen staven. Als de scheuren door trillingen zijn ontstaan dan is het niet ondenkbaar dat nieuwe trillingen in de scheuren te registreren zijn. Een nieuwe trilling kan tot een (al dan niet reversibele) vergroting van de scheur leiden.

Het is dan wel zaak dat de juiste metingen aan de scheuren worden verricht:

- Continue versnellingsmeters moeten de versnelling van de structuur in kaart brengen
- De scheurwijdte van enkele van de scheuren dient continue gemonitord te worden, zodat reversibele veranderingen in kaart worden gebracht.
- Statische metingen kunnen blijvende scheurvergroting en progressie op langere schaal in beeld brengen

Zie ook de verdere toelichting over numerieke analyses en meetmethoden in Bijlage 6.

Oplossingsrichting

Een generieke oplossing is moeilijk te geven. Hiervoor dient eerst een gedetailleerde studie uitgevoerd te worden. De aanwezige scheurvorming verzwakt de constructieve doorsnede. Voor de constructieve samenhang dient de gedesintegreerde constructie te worden hersteld. Mogelijk door het injecteren van de bestaande scheuren, mogelijk door het inboeten en weer hermetiselen van gedeelten van de gescheurde wanden. Hiervoor dient echter eerst onderzocht te worden tot hoe diep de geconstateerde scheuren reiken.

3.3.4.

Kapel

Algehele stabiliteit:

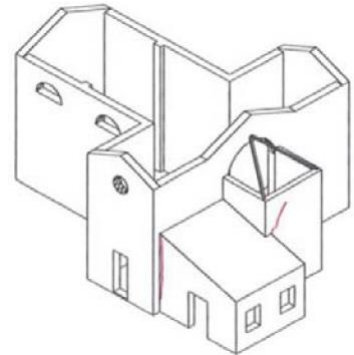
In tegenstelling tot het middenschip en het koor zitten hier de wanden op relatief korte afstand. Dat betekent dat in beide richtingen de stabiliteit wordt verzorgd door schijfwerking van de wanden en niet door portaalwerking van de steunberen. Hiermee is het gedrag van de structuur aanmerkelijk anders dan van het middenschip en het koor.

We achten het risico op schade aan de kapel lager in dan een risico op schade aan het middenschip en aan het koor.

Verder dient wel opgemerkt te worden dat de kapel een grote invloed kan hebben op het gedrag van het koor. De kapel steunt slechts de noordzijde van het koor. Deze asymmetrische steun zorgt ervoor dat het koor niet meer regelmatig belast wordt. Deze interactie dient nader bestudeerd te worden. Anderzijds kan het koor door grotere vervormingen ook schade geven aan de kapel.

Onderzoek

Bij het bestuderen van de werking van het koor dient nadere aandacht gegeven te worden aan de interactie met de kapel.



Gewelven:

Net als bij het middenschip en bij het koor zijn de gewelven een punt van aandacht. Bij een beving kan er schade ontstaan door differentiële vervormingen van beide gevels. Het risico achten we minder hoog dan bij het middenschip en bij het koor. Maar de verbindingen van de gevels aan de vloeren dienen hiertoe nader onderzocht te worden.



3.3.5. *Funderingsconstructie, algemeen*

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

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

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

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

Oplossingsrichting

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

3.4.

Indicatieve oplossingsrichting

In de analyse is voor een aantal gebouwonderdelen een indicatieve oplossingsrichting aangegeven, waarmee de weerbaarheid van het gebouw ten aanzien van seismische activiteit kan worden verhoogd. Een overzicht van de genoemde oplossingsrichtingen is gegeven in Tabel 5. Bij elke oplossingsrichting is aangegeven wat de impact van het doorvoeren van de maatregel is op de weerbaarheid. Daarnaast is een indicatie gegeven van de relatieve kosten en overlast die verwacht kunnen worden bij het uitvoeren van de ingreep.

Onderstaande lijst betreft enkel bouwkundige ingrepen. Voor een beter inzicht in de mogelijk noodzakelijke constructieve ingrepen dient aanvullend (intensief) onderzoek te worden uitgevoerd.

Onderdeel	Criterium	impact		
		Veiligheid	Kosten	Overlast
Constructieve elementen				
<i>Hoofddraagconstructie</i>				
Nader onderzoek, in overleg met de opdrachtgever nader te bespreken, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> • 3d inmeting van de kerk; • Numerieke analyse van de structuur; • Meting en monitoring van de structuur; • Materiaalonderzoek. 				
Niet-Constructieve elementen				
<i>Gebouwschil</i>				
Metselwerk borgen en schuren injecteren				
Glas in lood en montants aan binnen en buitenzijde borgen				
<i>Inbouw</i>				
Verankeren preekstoel ³				
Verankering orgelpijpen verbeteren ⁴				
Binnenpuien: gelaagd glas aanbrengen en borgen				
Verankeren losse inventaris				
<i>Installaties</i>				
Doorvoeren van gasleiding aanpassen en flexibele koppelingen aanbrengen				
Leidingsystemen voorzien van flexibele koppelingen en terugslagkleppen				
Hanglampen voorzien van 3 schoren en deze aan constructie bevestigen				

criterium
norm
'boven' norm

impact
hoog/veel
aanzienlijk
beperkt
laag/weinig

Tabel 5: Samenvatting indicatieve oplossingsrichtingen.

³ De controle van de bevestiging van de preekstoel en het klankbord dient naar onze mening op korte termijn plaats te vinden, aangezien deze relatief kwetsbaar is bij een aardbeving.

⁴ De controle van de verankering van de orgelpijpen dient naar onze mening op korte termijn plaats te vinden, aangezien het falen van de borging al bij een geringe aardbeving tot letsel kan leiden.



3.5. *Aanbevelingen*

Met de conclusies uit dit rapport kan een inschatting worden gemaakt van de weerbaarheid van het gebouw tijdens een aardbeving.

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

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

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

3.6. *Nader onderzoek*

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

- Hoofddraagconstructie: Uitvoeriger conclusies en een betere onderbouwing van de weerbaarheid van de hoofddraagconstructie tegen aardbevingen zijn pas te verkrijgen na een nadere intensieve analyse. In deze analyse kan het verwachte gedrag van de genoemde macro elementen getoetst worden aan meetgegevens. Vervolgens dient een totaalmodel van de kerk en de toren inzicht te geven in de samenwerking van de verschillende onderdelen. Een uitgebreider inzicht in de omvang van deze analyse is gegeven in Bijlage 6.
- De volgende kwetsbare elementen, zoals vernoemd in paragraaf 3.4:
 - Het klankbord van de preekstoel
 - De bevestiging van de orgelpijpen
- Het vaststellen van de grondsamenstelling door het uitvoeren van een nader bodemonderzoek;
- Nadere informatie over de rekenwijze van en de mogelijke schadebeelden bij liquefactie;



Bijlagen

Bijlage 1

Checklist constructieve en niet-constructieve elementen

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Het beschouwde element is [...] voor de weerbaarheid van het gebouw tegen een aardbevingsbelasting </div>										<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Erg belangrijk Belangrijk Minder belangrijk Niet belangrijk </div>

16.0 SPECIFIEKE AANDACHTPUNTEN

16.0b Aandachtpunten volgend uit screening gebouw

tekst		
16.0b_a	De ophanging van het klankbord boven de preekstoel komt nu op één punt samen.	Erg belangrijk
16.0b_b	De metselwerkwanden van het koor zijn onder de ramen gescheurd (scheurwijdte meters zijn aanwezig)	Belangrijk
16.0b_c	Kolommen onder orgel zijn gescheurd, verzakking	Erg belangrijk
16.0b_d	aanvullende eis 4	
16.0b_e	aanvullende eis 5	

16.17 NIET CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

16.17a GEBOUWSCHIL

Cladding and Glazing		LS-		
16.17a_a	NVT	LS-MH; PR-MH. CLADDING ANCHORS: Cladding components weighing more than 50 kg/m ² are mechanically anchored to the structure at a spacing equal to or less than the following: for Life Safety in Moderate Seismicity, 2 m; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 1,2 m. (Commentary: Sec. A.7.4.1. Tier 2: Sec. 13.6.1)		
16.17a_b	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 ² in area are laminated annealed or laminated heat-strengthened glass and are detailed to remain in the frame when cracked. (Commentary: Sec. A.7.4.8. Tier 2: Sec. 13.6.1.5)	nagenoeg alle glas in lood ramen	Erg belangrijk

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA


nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			
Masonry Veneer										
			16.17a_h		NVT			LS-LMH; PR-LMH. TIES: Masonry veneer is connected to the backup with corrosion-resistant ties. There is a minimum of one tie for every 0,25 m ² , and the ties have spacing no greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 900 mm.; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 600 mm. (Commentary: Sec. A.7.5.1. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)	geen spouwmuur	
			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)	hoge dikke opgemetselde muren	Belangrijk
			16.17a_j		NVT			LS-LMH; PR-LMH. WEAKENED PLANES: Masonry veneer is anchored to the backup adjacent to weakened planes, such as at the locations of flashing. (Commentary: Sec. A.7.5.3. Tier 2: Sec. 13.6.1.2)		
			16.17a_k		NVT			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)		
			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		NVT			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)		
			16.17a_n		NVT			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		NVT			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)		
Parapet: 16.17a_										
			16.17a_p		V			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)	balkon en dakranden 0.2/0.4=0,5	Belangrijk
			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			VN		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)	houten balustrade balkons, pinakels op dakkapellen en koor en preekstoel	Erg belangrijk
Masonry Chimneys										
			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)		

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: #ffcc00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: #ccffcc; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: #ccffff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>
16.17b INBOUW										
		Partitions								
		16.17b_a			VN			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)		Belangrijk
		16.17b_b		V				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)	gewelven /wanden	Belangrijk
		16.17b_c				NVT		LS-MH; PR-MH. DRIFT: Rigid cementitious partitions are detailed to accommodate the following drift ratios: in steel moment frame, concrete moment frame, and wood frame buildings, 0,02; in other buildings, 0,005. (Commentary A.7.1.2 Tier 2: Sec. 13.6.2)	hoeveel is de vervorming???	
		16.17b_d						LS-not required; PR-MH. LIGHT PARTITIONS SUPPORTED BY CEILINGS: The tops of gypsum board partitions are not laterally supported by an integrated ceiling system. (Commentary: Sec. A.7.2.1. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		16.17b_e						LS-not required; PR-MH. STRUCTURAL SEPARATIONS: Partitions that cross structural separations have seismic or control joints. (Commentary: Sec. A.7.1.3. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		16.17b_f						LS-not required; PR-MH. TOPS: The tops of ceiling-high framed or panelized partitions have lateral bracing to the structure at a spacing equal to or less than 2 m. (Commentary: Sec. A.7.1.4. Tier 2: Sec. 13.6.2)		
		Ceilings								
		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 ² of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)	gewelven = zwaar plafond	
		16.17b_h				NVT		LS-MH; PR-LMH. SUSPENDED GYPSUM BOARD: Suspended gypsum board ceilings have attachments that resist seismic forces for every 1,2 m ² of area. (Commentary: Sec. A.7.2.3. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
		16.17b_i				NVT		LS-not required; PR-MH. INTEGRATED CEILINGS: Integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14,4 m ² , and ceilings of smaller areas that are not surrounded by restraining partitions, are laterally restrained at a spacing no greater than 4 m with members attached to the structure above. Each restraint location has a minimum of four diagonal wires and compression struts, or diagonal members capable of resisting compression. (Commentary: Sec. A.7.2.2. Tier 2: Sec. 13.6.4)		
		16.17b_j				NVT		LS-not required; PR-MH. EDGE CLEARANCE: The free edges of integrated suspended ceilings with continuous areas greater than 14,4 m ² 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 ² 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 ² and has a ratio of long-to-short dimension no more than 4-to-1. (Commentary: Sec. A.7.2.7. Tier 2: 13.6.4)		
		Contents and Furnishings								
		16.17b_n				NVT		LS-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				VN		LS-H; PR-MH. TALL NARROW CONTENTS: Contents more than 2 m high with a height-to-depth or height-to-width ratio greater than 3-to-1 are anchored to the structure or to each other. (Commentary: Sec. A.7.11.2. Tier 2: Sec. 13.8.2)	klokken	Minder belangrijk
		16.17b_p				VN		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)	klein en groot orgel	Belangrijk
		16.17b_q						LS-not required; PR-MH. ACCESS FLOORS: Access floors more than 200 mm. high are braced. (Commentary: Sec. A.7.11.4. Tier 2: Sec. 13.8.3)		
		16.17b_r				VN		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)	klein orgel	Minder belangrijk
		16.17b_s				VN		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)	klankbord preekstoel	Minder belangrijk

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: #90ee90; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: #add8e6; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>
16.17c TOEGANGEN										
		Stairs						LS-		
			16.17c_ay		NVT			LS-LMH; PR-LMH. STAIR ENCLOSURES: Hollow-clay tile or unreinforced masonry walls around stair enclosures are restrained out-of-plane and have height-to-thickness ratios not greater than the following: for Life Safety in Low or Moderate Seismicity, 15-to-1; for Life Safety in High Seismicity and for Position Retention in any seismicity, 12-to-1. (Commentary: Sec. A.7.10.1. Tier 2: Sec. 13.6.2 and 13.6.8)		
			16.17c_b	V				LS-LMH; PR-LMH. STAIR DETAILS: In moment frame structures, the connection between the stairs and the structure does not rely on shallow anchors in concrete. Alternatively, the stair details are capable of accommodating the drift calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.1 without including any lateral stiffness contribution from the stairs. (Commentary: Sec. A.7.10.2. Tier 2: 13.6.8)	spiltrappen kapel geheel opgesloten	Belangrijk
16.17d INSTALLATIES										
		Life Safety Systems						LS-		
			16.17d_a			O		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)		Belangrijk
			16.17d_b		VN			LS-LMH; PR-LMH. FLEXIBLE COUPLINGS: Fire suppression piping has flexible couplings in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.2. Tier 2: Sec. 13.7.4)		Erg belangrijk
			16.17d_c			NVT		LS-LMH; PR-LMH. EMERGENCY POWER: Equipment used to power or control life safety systems is anchored or braced. (Commentary: Sec. A.7.12.1. Tier 2: Sec. 13.7.7)		
			16.17d_d			NVT		LS-LMH; PR-LMH. STAIR AND SMOKE DUCTS: Stair pressurization and smoke control ducts are braced and have flexible connections at seismic joints. (Commentary: Sec. A.7.14.1. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_e			NVT		LS-MH; PR-MH. SPRINKLER CEILING CLEARANCE: Penetrations through panelized ceilings for fire suppression devices provide clearances in accordance with NFPA-13. (Commentary: Sec. A.7.13.3. Tier 2: Sec. 13.7.4)		
			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)		
		Hazardous Materials						LS-		
			16.17d_g			NVT		LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL EQUIPMENT: Equipment mounted on vibration isolators and containing hazardous material is equipped with restraints or snubbers. (Commentary: Sec. A.7.12.2. Tier 2: 13.7.1)		
			16.17d_h			NVT		LS-LMH; PR-LMH. HAZARDOUS MATERIAL STORAGE: Breakable containers that hold hazardous material, including gas cylinders, are restrained by latched doors, shelf lips, wires, or other methods. (Commentary: Sec. A.7.15.1. Tier 2: Sec. 13.8.4)		
			16.17d_i		VN			LS-MH; PR-MH. HAZARDOUS MATERIAL DISTRIBUTION: Piping or ductwork conveying hazardous materials is braced or otherwise protected from damage that would allow hazardous material release. (Commentary: Sec. A.7.13.4. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)	gasleiding	Erg belangrijk
			16.17d_j		VN			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)	gasleiding	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)	gasleiding	Erg belangrijk
			16.17d_l			NVT		LS-MH; PR-MH. PIPING OR DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping or ductwork carrying hazardous material that either crosses seismic joints or isolation planes or is connected to independent structures has couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.13.6. Tier 2: Sec.13.7.3, 13.7.5, and 13.7.6)		
		Light Fixtures						LS-		
			16.17d_m			NVT		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)		
			16.17d_n		VN			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)	kroonluchters en andere hanglampen in kapel	Belangrijk
			16.17d_o			NVT		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)		

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			
			Mechanical and Electrical Equipment					LS-		
			16.17d_p					LS-H; PR-H. FALL-PRONE EQUIPMENT: Equipment weighing more than 10 kg whose center of mass is more than 1,2 m above the adjacent floor level, and which is not in-line equipment, is braced. (Commentary: A.7.12.4. Tier 2: 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_q					LS-H; PR-H. IN-LINE EQUIPMENT: Equipment installed in-line with a duct or piping system, with an operating weight more than 40 kg, is supported and laterally braced independent of the duct or piping system. (Commentary: Sec. A.7.12.5. Tier 2: Sec. 13.7.1)		
			16.17d_r					LS-H; PR-MH. TALL NARROW EQUIPMENT: Equipment more than 2 m high with a height-to-depth or height-to-width ratio greater than 3-to-1 is anchored to the floor slab or adjacent structural walls. (Commentary: Sec. A.7.12.6. Tier 2: Sec. 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_s					LS-not required; PR-MH. MECHANICAL DOORS: Mechanically operated doors are detailed to operate at a story drift ratio of 0.01. (Commentary: Sec. A.7.12.7. Tier 2: Sec. 13.6.9)		
			16.17d_t					LS-not required; PR-H. SUSPENDED EQUIPMENT: Equipment suspended without lateral bracing is free to swing from or move with the structure from which it is suspended without damaging itself or adjoining components. (Commentary: Sec. A.7.12.8. Tier 2: Sec. 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_u					LS-not required; PR-H. VIBRATION ISOLATORS: Equipment mounted on vibration isolators is equipped with horizontal restraints or snubbers and with vertical restraints to resist overturning. (Commentary: Sec. A.7.12.9. Tier 2: Sec. 13.7.1)		
			16.17d_v					LS-not required; PR-H. HEAVY EQUIPMENT: Floor-supported or platform-supported equipment weighing more than 200 kg is anchored to the structure. (Commentary: Sec. A.7.12.10. Tier 2: 13.7.1 and 13.7.7)		
			16.17d_w					LS-not required; PR-H. ELECTRICAL EQUIPMENT: Electrical equipment is laterally braced to the structure. (Commentary: Sec. A.7.12.11. Tier 2: 13.7.7)		
			16.17d_x					LS-not required; PR-H. CONDUIT COUPLINGS: Conduit greater than 60 mm. trade size that is attached to panels, cabinets, or other equipment and is subject to relative seismic displacement has flexible couplings or connections. (Commentary: Sec. A.7.12.12. Tier 2: 13.7.8)		
			Piping					LS-		
			16.17d_y					LS-not required; PR-H. FLEXIBLE COUPLINGS: Fluid and gas piping has flexible couplings. (Commentary: Sec. A.7.13.2. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_z					LS-not required; PR-H. FLUID AND GAS PIPING: Fluid and gas piping is anchored and braced to the structure to limit spills or leaks. (Commentary: Sec. A.7.13.4. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_aa					LS-not required; PR-H. C-CLAMPS: One-sided C-clamps that support piping larger than 60 mm. in diameter are restrained. (Commentary: Sec. A.7.13.5. Tier 2: Sec. 13.7.3 and 13.7.5)		
			16.17d_ab					LS-not required; PR-H. PIPING CROSSING SEISMIC JOINTS: Piping that crosses seismic joints or isolation planes or is connected to independent structures has couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.13.6. Tier 2: Sec.13.7.3 and Sec. 13.7.5)		
			Ducts					LS-		
			16.17d_ac					LS-not required; PR-H. DUCT BRACING: Rectangular ductwork larger than 0,6 m ² in cross-sectional area and round ducts larger than 700 mm. in diameter are braced. The maximum spacing of transverse bracing does not exceed 10 m. The maximum spacing of longitudinal bracing does not exceed 20 m. (Commentary: Sec. A.7.14.2. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_ad					LS-not required; PR-H. DUCT SUPPORT: Ducts are not supported by piping or electrical conduit. (Commentary: Sec. A.7.14.3. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_ae					LS-not required; PR-H. DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Ducts that cross seismic joints or isolation planes or are connected to independent structures have couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.14.5. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			16.17d_af					LS-not required; PR-H. DUCTS CROSSING SEISMIC JOINTS: Ducts that cross seismic joints or isolation planes or are connected to independent structures have couplings or other details to accommodate the relative seismic displacements. (Commentary: Sec. A.7.14.5. Tier 2: Sec. 13.7.6)		
			Elevators					LS-		
			16.17d_ag					LS-H; PR-H. RETAINER GUARDS: Sheaves and drums have cable retainer guards. (Commentary: Sec. A.7.16.1. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ah					LS-H; PR-H. RETAINER PLATE: A retainer plate is present at the top and bottom of both car and counterweight. (Commentary: Sec. A.7.16.2. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ai					LS-not required; PR-H. ELEVATOR EQUIPMENT: Equipment, piping, and other components that are part of the elevator system are anchored. (Commentary: Sec. A.7.16.3. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_aj					LS-not required; PR-H. SEISMIC SWITCH: Elevators capable of operating at speeds of 50 m/min or faster are equipped with seismic switches that meet the requirements of ASME A17.1 or have trigger levels set to 20% of the acceleration of gravity at the base of the structure and 50% of the acceleration of gravity in other locations. (Commentary: Sec. A.7.16.4. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ak					LS-not required; PR-H. SHAFT WALLS: Elevator shaft walls are anchored and reinforced to prevent toppling into the shaft during strong shaking. (Commentary: Sec. A.7.16.5. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_al					LS-not required; PR-H. COUNTERWEIGHT RAILS: All counterweight rails and divider beams are sized in accordance with ASME A17.1. (Commentary: Sec. A.7.16.6. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_am					LS-not required; PR-H. BRACKETS: The brackets that tie the car rails and the counterweight rail to the structure are sized in accordance with ASME A17.1. (Commentary: Sec. A.7.16.7. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_an					LS-not required; PR-H. SPREADER BRACKET: Spreader brackets are not used to resist seismic forces. (Commentary: Sec. A.7.16.8. Tier 2: 13.8.6)		
			16.17d_ao					LS-not required; PR-H. GO-SLOW ELEVATORS: The building has a go-slow elevator system. (Commentary: Sec. A.7.16.9. Tier 2: 13.8.6)		

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: #FFD700; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: #FFD700; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: #00B0F0; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>

16.1 DRAAGCONSTRUCTIE

16.1 BASIC CHECKLIST

Very Low Seismicity

Structural Components

16.1_a	V			LOAD PATH: The structure shall contain a complete, well-defined load path, including structural elements and connections, that serves to transfer the inertial forces associated with the mass of all elements of the building to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.4.1.1)				Erg belangrijk
16.1_b	VN			WALL ANCHORAGE: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on the diaphragm for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections shall have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1. Tier 2: Sec. 5.7.1.1)	De gewelven steunen deels de muren, maar kunnen gezien hun gebolde vorm en materialisering niet beschouwd worden als een volwaardige schijf.			Erg belangrijk

16.1.2LS LIFE SAFETY BASIC CONFIGURATION CHECKLIST

Low Seismicity

Building System

General

16.1.2LS_a	V			LOAD PATH: The structure shall contain a complete, well defined load path, including structural elements and connections, that serves to transfer the inertial forces associated with the mass of all elements of the building to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.4.1.1)				Erg belangrijk		
16.1.2LS_b	VN			ADJACENT BUILDINGS: The clear distance between the building being evaluated and any adjacent building is greater than 4% of the height of the shorter building. This statement shall not apply for the following building types: W1, W1a, and W2. (Commentary: Sec. A.2.1.2. Tier 2: Sec. 5.4.1.2)	De naastgelegen Martinstoren is vasrtgebouwd aan de kerk. Een mogelijke trilling van de toren zal een invloed hebben op de Martinikerk.			Erg belangrijk		
16.1.2LS_c	NVT			MEZZANINES: Interior mezzanine levels are braced independently from the main structure or are anchored to the seismic-force-resisting elements of the main structure. (Commentary: Sec. A.2.1.3. Tier 2: Sec. 5.4.1.3)						
Building Configuration										
16.1.2LS_d	NVT			WEAK STORY: The sum of the shear strengths of the seismic-force-resisting system in any story in each direction is not less than 80% of the strength in the adjacent story above. (Commentary: Sec. A.2.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.2.1)						
16.1.2LS_e	NVT			SOFT STORY: The stiffness of the seismic-force-resisting system in any story is not less than 70% of the seismic-force-resisting system stiffness in an adjacent story above or less than 80% of the average seismic-force-resisting system stiffness of the three stories above. (Commentary: Sec. A.2.2.3. Tier 2: Sec. 5.4.2.2)						
16.1.2LS_f	VN			VERTICAL IRREGULARITIES: All vertical elements in the seismic-force-resisting system are continuous to the foundation. (Commentary: Sec. A.2.2.4. Tier 2: Sec. 5.4.2.3)	Met name in het hoogkoor zijn er kolommen die over de hoogte van sectie veranderen.			Belangrijk		
16.1.2LS_g	VN			GEOMETRY: There are no changes in the net horizontal dimension of the seismic-force-resisting system of more than 30% in a story relative to adjacent stories, excluding one-story penthouses and mezzanines. (Commentary: Sec. A.2.2.5. Tier 2: Sec. 5.4.2.4)	De constructie varieert wel aanienlijk over de verschillende verdiepingen. Zowel in het middenschip als in het koor.			Belangrijk		
16.1.2LS_h	VN			MASS: There is no change in effective mass more than 50% from one story to the next. Light roofs, penthouses, and mezzanines need not be considered. (Commentary: Sec. A.2.2.6. Tier 2: Sec. 5.4.2.5)	Er is geen regelmatige massa verdeling over de hoogte. In geen van de drie gebouwdelen			Belangrijk		
16.1.2LS_i	VN			TORSION: The estimated distance between the story center of mass and the story center of rigidity is less than 20% of the building width in either plan dimension. (Commentary: Sec. A.2.2.7. Tier 2: Sec. 5.4.2.6)	Met name het koor is torsiegevoelig. Zowel vanwege de geometrie van het koor zelf, als vanwege de (asymmetrisch) aangebouwde kapel.			Belangrijk		

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			
Moderate Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low Seismicity.										
<i>Geologic Site Hazards</i>										
			16.1.2LS_j				O	LIQUEFACTION: Liquefaction-susceptible, saturated, loose granular soils that could jeopardize the building's seismic performance shall not exist in the foundation soils at depths within 15 m under the building. (Commentary: Sec. A.6.1.1. Tier 2: 5.4.3.1)		
			16.1.2LS_k	V				SLOPE FAILURE: The building site is sufficiently remote from potential earthquake-induced slope failures or rockfalls to be unaffected by such failures or is capable of accommodating any predicted movements without failure. (Commentary: Sec. A.6.1.2. Tier 2: 5.4.3.1)		Minder belangrijk
			16.1.2LS_l	V				SURFACE FAULT RUPTURE: Surface fault rupture and surface displacement at the building site are not anticipated. (Commentary: Sec. A.6.1.3. Tier 2: 5.4.3.1)		Minder belangrijk
High Seismicity: Complete the Following Items in Addition to the Items for Low and Moderate Seismicity.										
<i>Foundation Configuration</i>										
			16.1.2LS_m				O	OVERTURNING: The ratio of the least horizontal dimension of the seismic-force-resisting system at the foundation level to the building height (base/height) is greater than 0.6Sa. (Commentary: Sec. A.6.2.1. Tier 2: Sec. 5.4.3.3)		Minder belangrijk
			16.1.2LS_n		VN			TIES BETWEEN FOUNDATION ELEMENTS: The foundation has ties adequate to resist seismic forces where footings, piles, and piers are not restrained by beams, slabs, or soils classified as Site Class A, B, or C. (Commentary: Sec. A.6.2.2. Tier 2: Sec. 5.4.3.4)	Er is geen koppeling aanwezig tussen de kolommen en steunberen	Minder belangrijk

Project	Seismische scan Exemplarische gebouwer	Martinikerk	Werkcode	13663-006-K
Opdrachtgever	Gemeente Groningen		Referentie	rrk/djk
Onderwerp	ASCE 41-13 Checklist		Printdatum	18-05-15
Versienummer	nr. 2		Adviesgroep	SA

nr	seismicity	part	item	Compliant (voldoet)	Non Compliant (voldoet niet)	Not Applicable (NVT = komt niet voor)	Unknown (Onbekend)	check	reden gebrek	Impact
				V	VN	NVT	O			<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Erg belangrijk</div> <div style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px;">Belangrijk</div> <div style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px;">Minder belangrijk</div> <div style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; padding: 2px;">Niet belangrijk</div>

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

Low and Moderate Seismicity

Seismic-Force-Resisting System

16.16LS_a			VN		REDUNDANCY: The number of lines of shear walls in each principal direction is greater than or equal to 2. (Commentary: Sec. A.3.2.1.1. Tier 2: Sec. 5.5.1.1)				Dit gaat niet op voor het koor. Voor de overige gebouwdelen wordt hier wel aan voldaan	Erg belangrijk	
16.16LS_b				O	SHEAR STRESS CHECK: The shear stress in the unreinforced masonry shear walls, calculated using the Quick Check procedure of Section 4.5.3.3, is less than 0,2 N/mm ² for clay units and 0,5 N/mm ² for concrete units. (Commentary: Sec. A.3.2.5.1. Tier 2: Sec. 5.5.3.1.1)					Erg belangrijk	
Connections											
16.16LS_c			VN		WALL ANCHORAGE: Exterior concrete or masonry walls that are dependent on the diaphragm for lateral support are anchored for out-of-plane forces at each diaphragm level with steel anchors, reinforcing dowels, or straps that are developed into the diaphragm. Connections shall have adequate strength to resist the connection force calculated in the Quick Check procedure of Section 4.5.3.7. (Commentary: Sec. A.5.1.1. Tier 2: Sec. 5.7.1.1)				De verankeringen van de wanden aan de gewelven, dwarwanden en daken dient nader onderzocht te worden.	Erg belangrijk	
16.16LS_d				O	WOOD LEDGERS: The connection between the wall panels and the diaphragm does not induce cross-grain bending or tension in the wood ledgers. (Commentary: Sec. A.5.1.2. Tier 2: Sec. 5.7.1.3)						
16.16LS_e			NVT		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)					Erg belangrijk	
16.16LS_f			NVT		GIRDER-COLUMN CONNECTION: There is a positive connection using plates, connection hardware, or straps between the girder and the column support. (Commentary: Sec. A.5.4.1. Tier 2: Sec. 5.7.4.1)					Belangrijk	

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

Seismic-Force-Resisting System

16.16LS_g			NVT		PROPORTIONS: The height-to-thickness ratio of the shear walls at each story is less than the following (Commentary: Sec. A.3.2.5.2. Tier 2: Sec. 5.5.3.1.2): Top story of multi-story building: 9 First story of multi-story building: 15 All other conditions: 13					Minder belangrijk
16.16LS_h				O	MASONRY LAYUP: Filled collar joints of multi-wythe masonry walls have negligible voids. (Commentary: Sec. A.3.2.5.3. Tier 2: Sec. 5.5.3.4.1)					

Diaphragms (Stiff or Flexible)

16.16LS_i			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)				Er zijn grote openingen in de zijgevels van het middenschip en van het koor.	Minder belangrijk
16.16LS_j			V		OPENINGS AT EXTERIOR MASONRY SHEAR WALLS: Diaphragm openings immediately adjacent to exterior masonry shear walls are not greater than 2,5 m long. (Commentary: Sec. A.4.1.6. Tier 2: Sec. 5.6.1.3)					Minder belangrijk

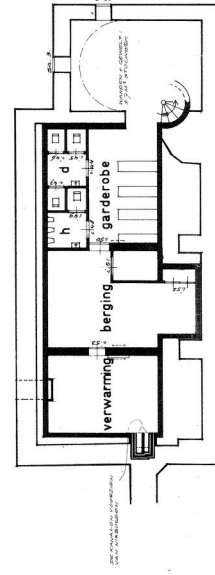
Flexible Diaphragms

16.16LS_k			NVT		CROSS TIES: There are continuous cross ties between diaphragm chords. (Commentary: Sec. A.4.1.2. Tier 2: Sec. 5.6.1.2)					Minder belangrijk	
16.16LS_l			NVT		STRAIGHT SHEATHING: All straight sheathed diaphragms have aspect ratios less than 2-to-1 in the direction being considered. (Commentary: Sec. A.4.2.1. Tier 2: Sec. 5.6.2)						
16.16LS_m			NVT		SPANS: All wood diaphragms with spans greater than 8 m consist of wood structural panels or diagonal sheathing. (Commentary: Sec. A.4.2.2. Tier 2: Sec. 5.6.2)						
16.16LS_n			NVT		DIAGONALLY SHEATHED AND UNBLOCKED DIAPHRAGMS: All diagonally sheathed or unblocked wood structural panel diaphragms have horizontal spans less than 13 m and aspect ratios less than or equal to 4-to-1. (Commentary: Sec. A.4.2.3. Tier 2: Sec. 5.6.2)						
16.16LS_o			VN		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)				enige schijfwerking wordt ontleend aan gewelven.	Minder belangrijk	
Connections											
16.16LS_p				O	STIFFNESS OF WALL ANCHORS: Anchors of concrete or masonry walls to wood structural elements are installed taut and are stiff enough to limit the relative movement between the wall and the diaphragm to no greater than 3 mm. before engagement of the anchors. (Commentary: Sec. A.5.1.4. Tier 2: Sec. 5.7.1.2)						
16.16LS_q			VN		BEAM, GIRDER, AND TRUSS SUPPORTS: Beams, girders, and trusses supported by unreinforced masonry walls or pilasters have independent secondary columns for support of vertical loads. (Commentary: Sec. A.5.4.5. Tier 2: Sec. 5.7.4.4)				Er is geen tweede draagweg voor balken in deze structuren	Minder belangrijk	

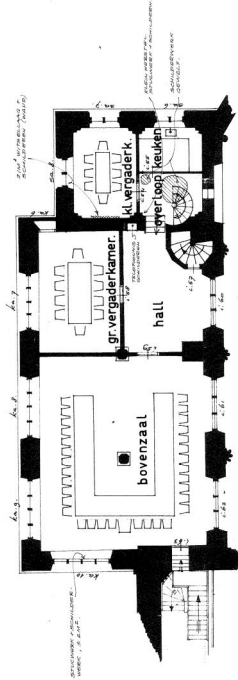
Bijlage 2

Tekeningen

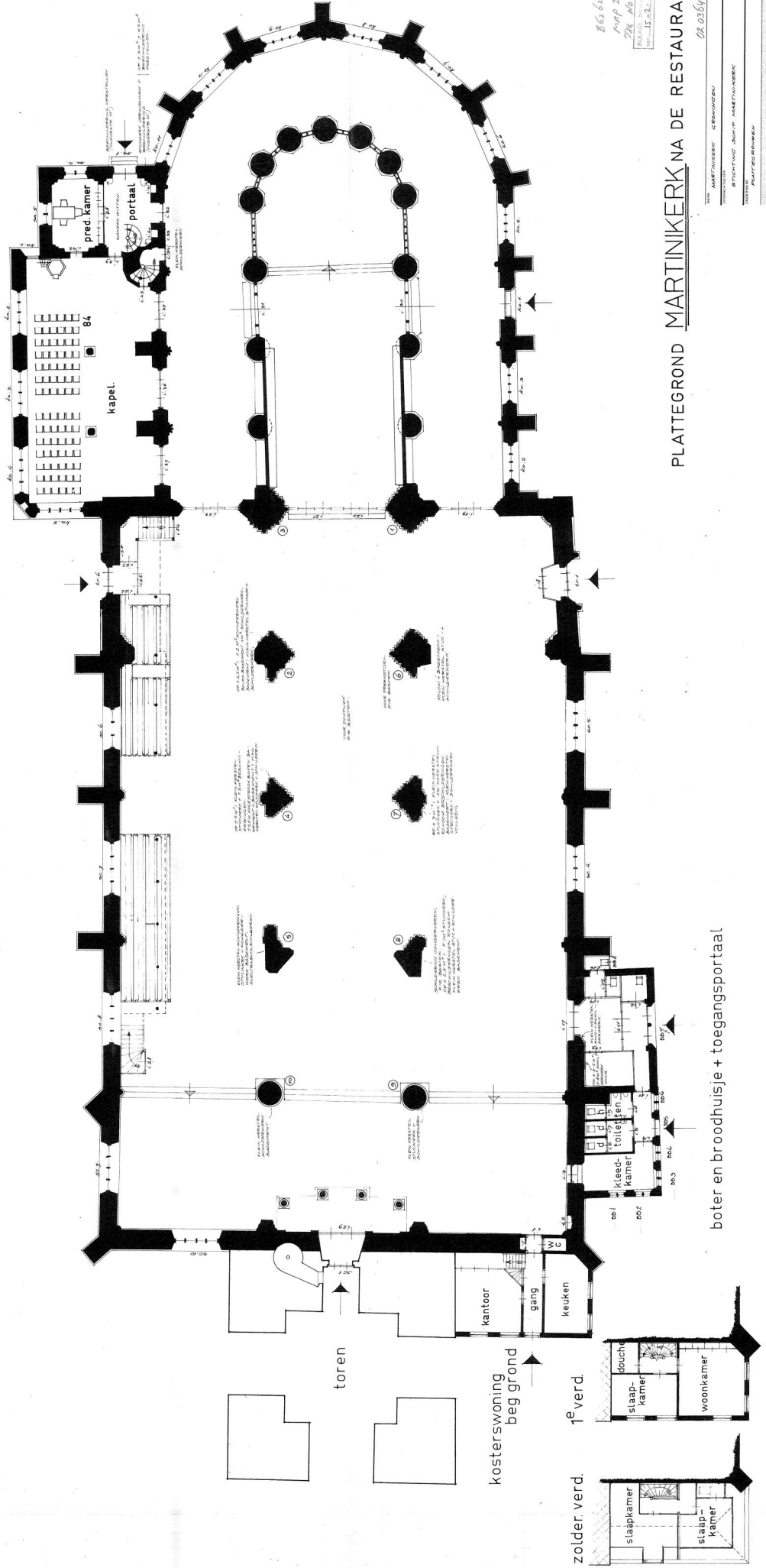
- Constructief
- Bouwkundig



kelder onder kapel.



verdieping van kapel en sacristie.



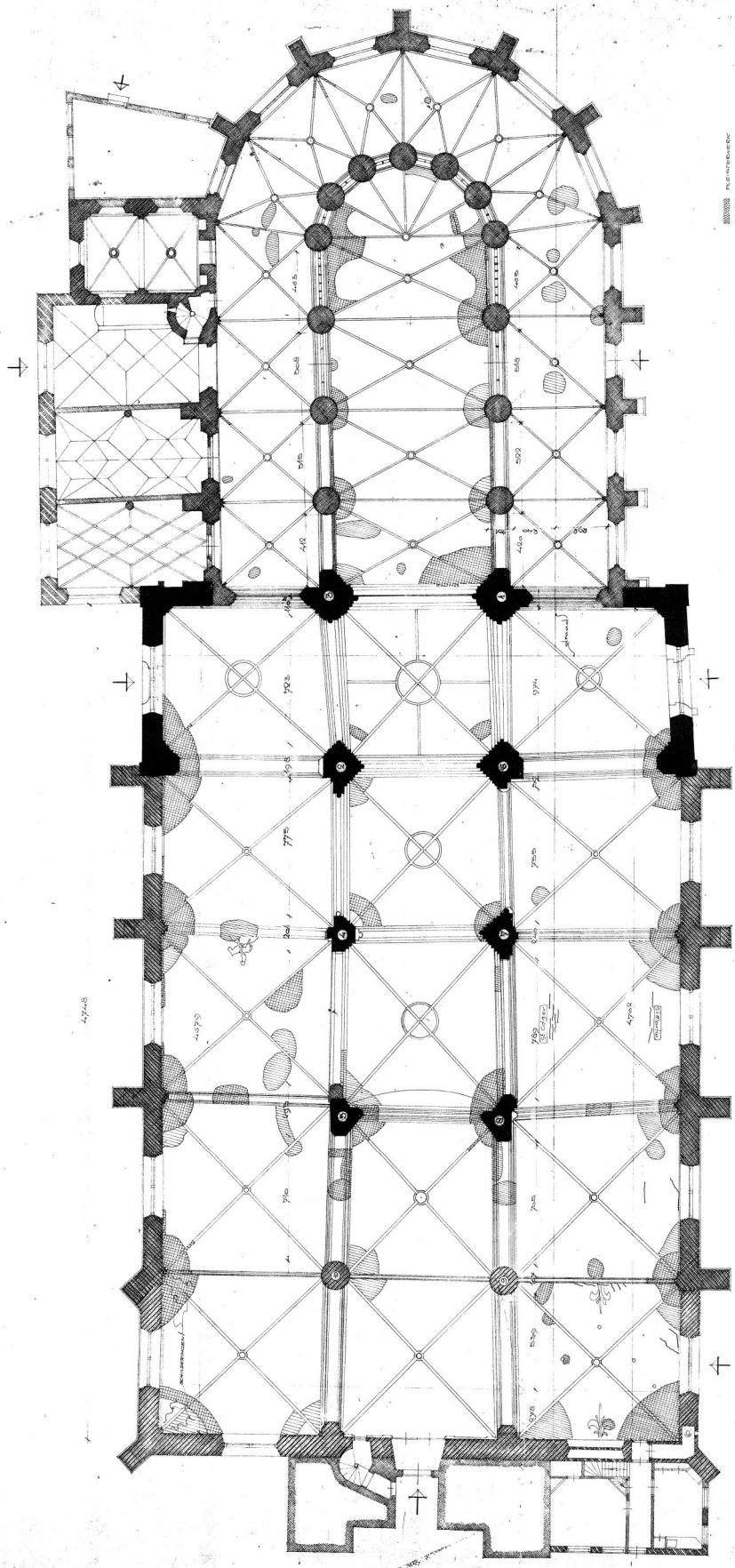
boter en broodhuisje + toegangsportaal

B62 62 E
App Z
Zak. No 9
R.I. No. 02. 66.

PLATTEGROND MARTINIKERK NA DE RESTAURATIE B 6262

Martiniereck Brouwerij
Bijvoering Jansz - Martiniereck
Staats 1.020

IR. L.W. BARNEVELD - ARCHITECT BNA



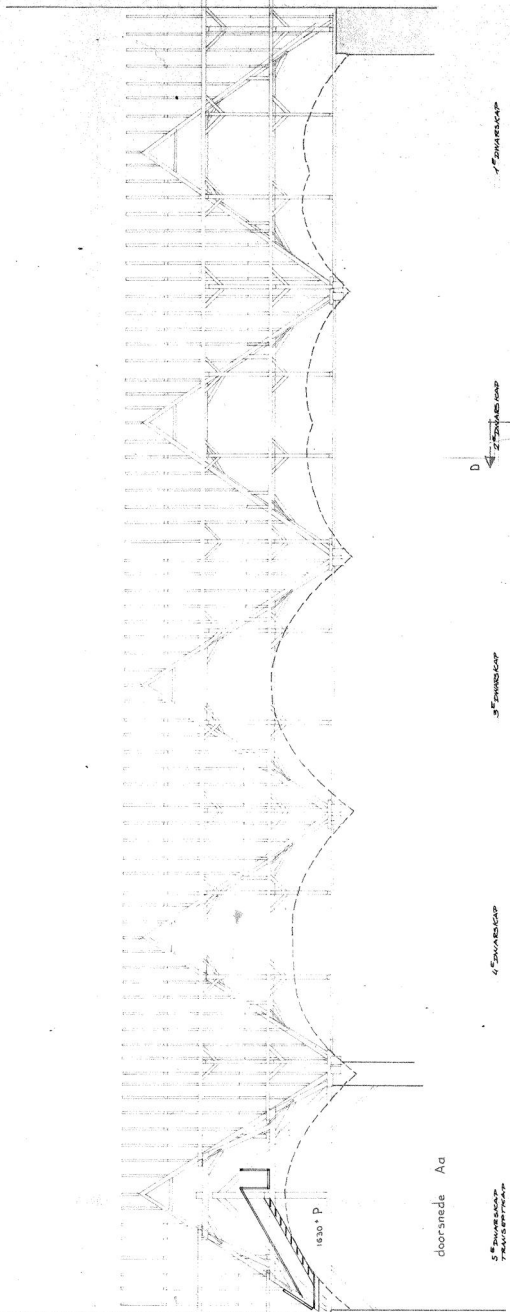
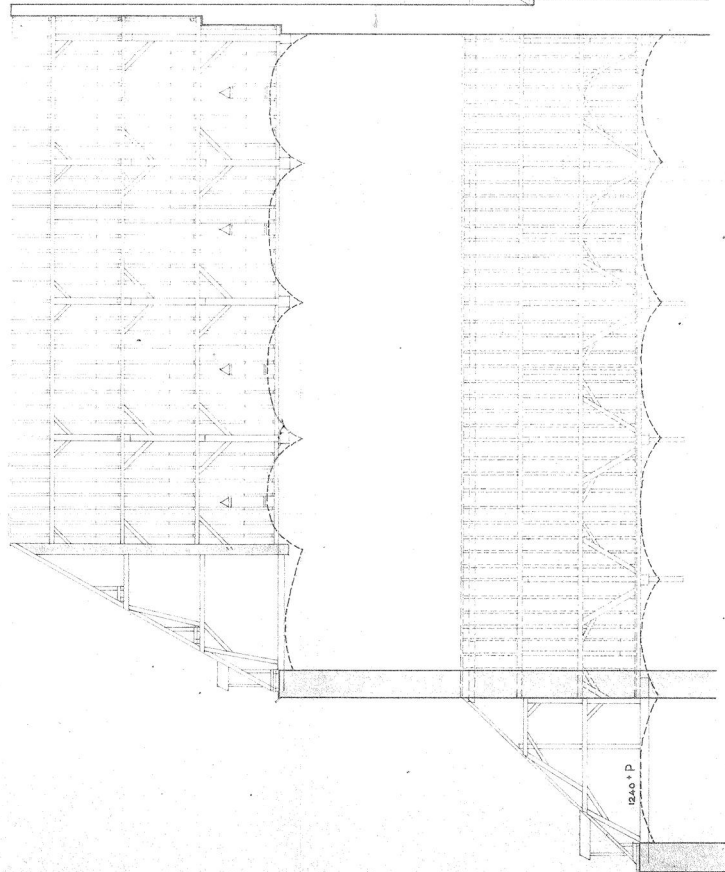
B. 669
 17. 11. 1927
 12. 10.

III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	IX B	X B	XI B	XII B
100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000	100 10000

PLANNING: *Dr. B. 669*
 ARCHITECT: R. L. W. BARNEVELD - ARCHITEKT BNA
 DATE: 1927

Dimensions:
 4.856
 7.15
 8.56
 11.10
 7.85
 14.0
 4.58
 4.35
 8.1
 4.35
 8.0
 4.35
 8.0

R. L. W. BARNEVELD - ARCHITEKT BNA
 100 10000



1:500 P

doorsnede Aa

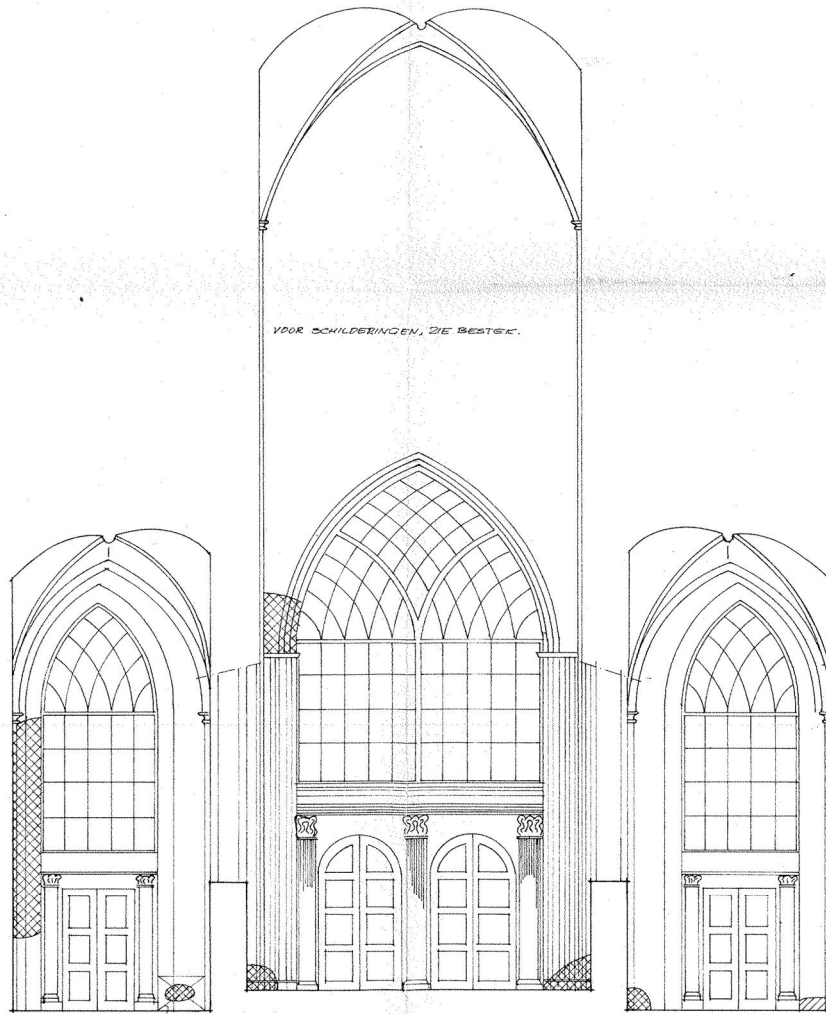
4e verdieping

3e verdieping

2e verdieping

1e verdieping

D



VOOR SCHILDERINGEN, ZIE BESTEK.

kleinherdteel schilderwerk.

BINNEAANZICHT WESTGEVEL KOOR.

BIJLAGE, behorende bij brief van S. en V.
van 15-2-1988 nr. 661

WITSELLAAG (OCHHELPKALK) + HERSTEL SCHILDERINGEN
IN BLOKMOTIEF MET VOEG OP:
- OMRANDINGEN VAN MUUROPNINGEN.
- KOLONETTEN E.D.
PLEISTERWERK

WERK
MARTINIKERK GRONINGEN

OPDRACHTGEVER
STICHTING SCHIP MARTINIKERK

ONDERWERP
BINNEAANZICHT OOSTGEVEL TRANSEPT
BEZIEN VANUIT HET KOOR

IR. L.W. BARNEVELD - ARCHITEKT B.N.A.

DD 3-9-87
GET B BOS

WERKNR BLADNR

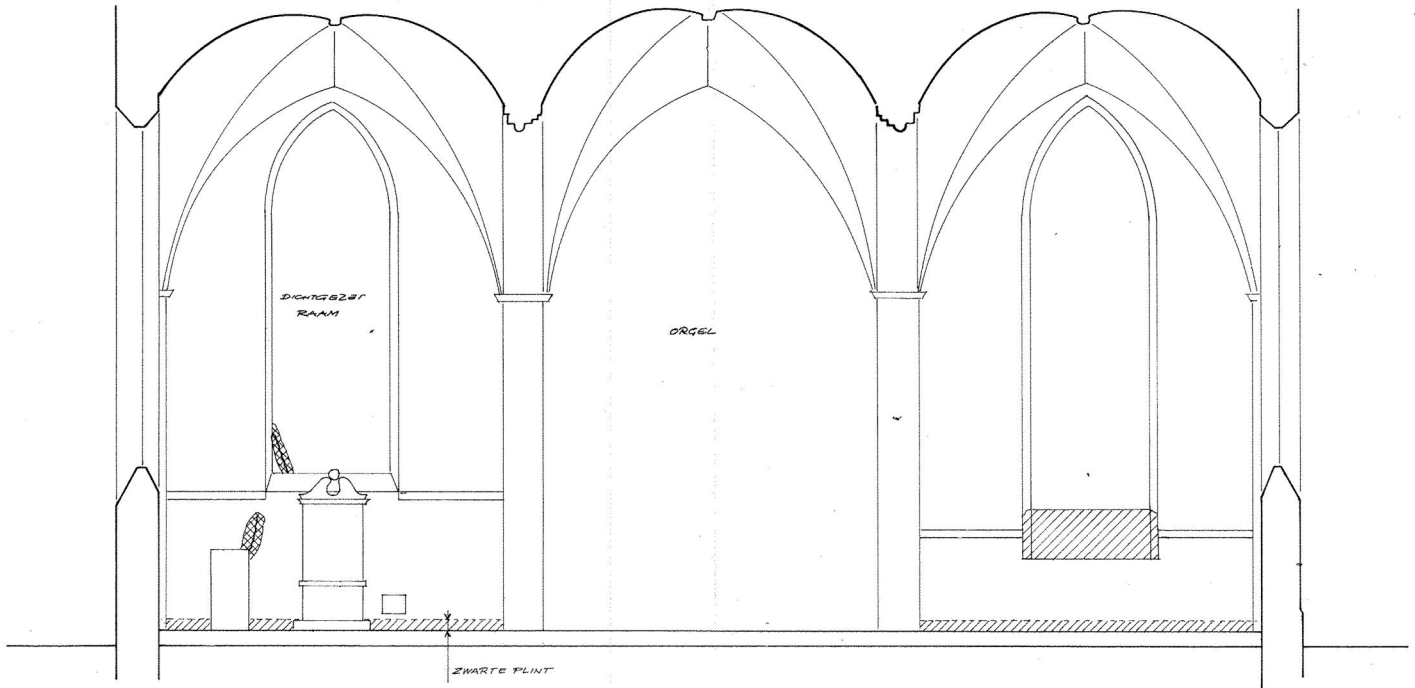
M.24 (1)

SCHAAL 1:100

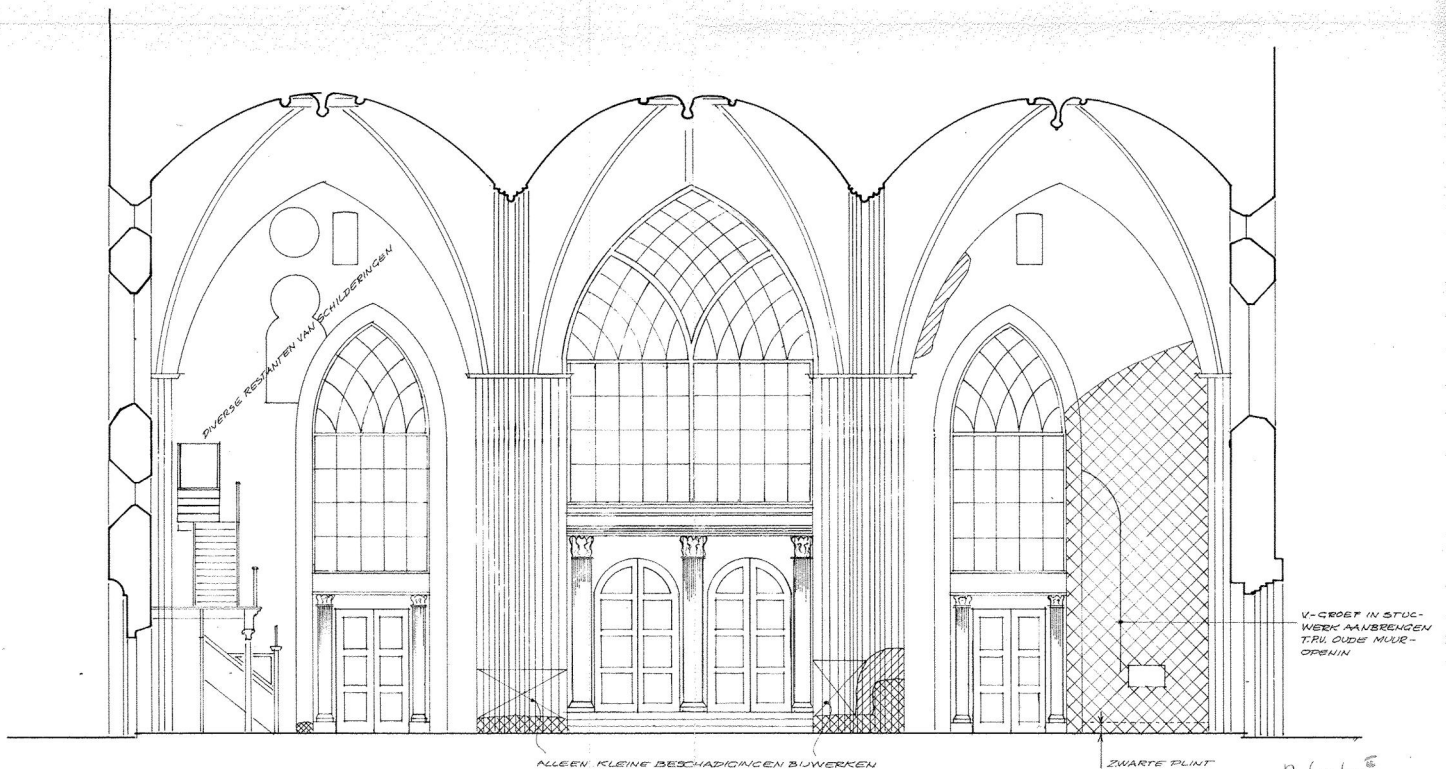
OUDE NIJK IN 'T JATSTRAAT 6
9712 EG GRONINGEN
TEL. 050-150847

GEW A 12/10/87 623/10/87 C D E F G H I J

B 6262
MAP II
TEK II



BINNENAANZICHT WESTGEVEL SCHIP



Alleen kleine beschadigingen bijwerken

V-gezet in stucwerk aanbrengen t.r.v. oude muuropeningen

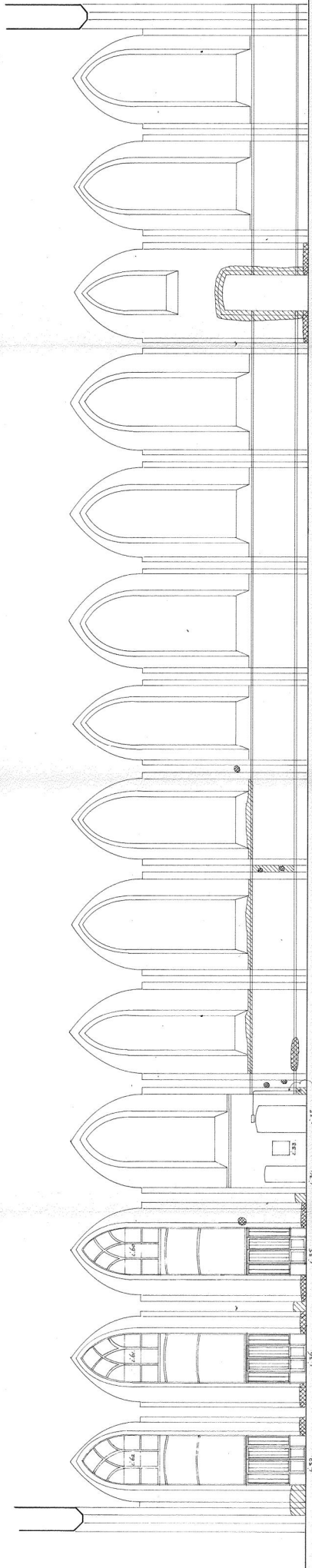
WITSELLAAG (SCHELPKALK) + HERSTEL
 SCHILDERINGEN IN BLOKMOTIEF MET VOEGEN OP:
 - OMRANDINGEN VAN MUUROPENINGEN.
 - KOLNETTEN E.D.

PLEISTERWERK.

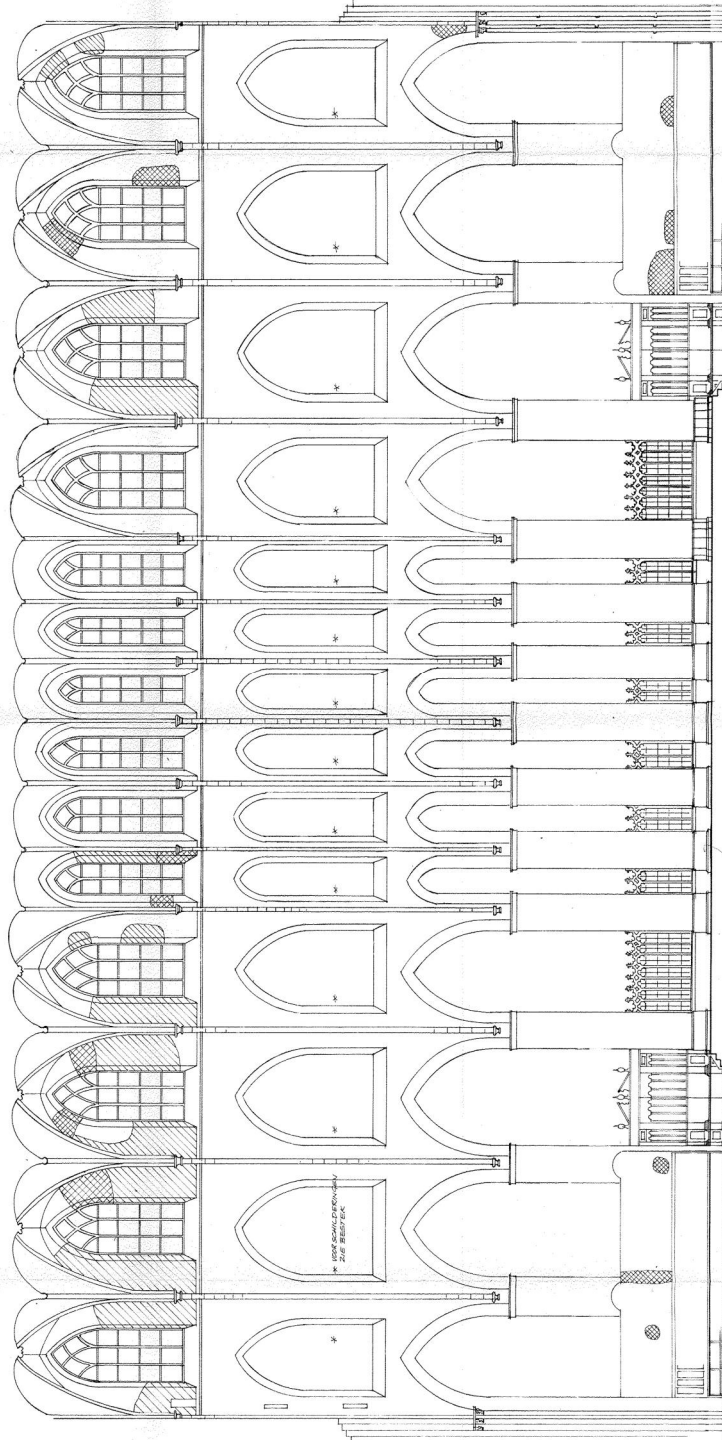
BIJLAGE, behorende bij brief van S. en V.
 van 15-2-1988, nr. 661

WERK	MARTINIKERK GRONINGEN	DD	24/7/87
OPDRACHTGEVER	STICHTING SCHIP MARTINIKERK	GET	ATD
ONDERWERP	BINNENAANZICHT WESTGEVEL SCHIP BINNENAANZICHT OOSTGEVEL TRANSEPT	WERKNR	M.24
		BLADNR	(?)
		SCHAAL	1:100

IR. L.W. BARNEVELD - ARCHITEKT B.N.A. OUDE KIRK IN 'T JATSTRAAT 6
 9712 EG. GRONINGEN
 TEL. 050-180847



ZIJNVAANZICHT GEVELS TOEGANG (UITZELAGEN)



ALERME BESCHADIGINGEN AAN BISTUMSKERK DEZIE ARCHIEFDEDE VAN DE INLEIDEN (TOEGANG, PAV. 137) WERSTELLEN, ZONNENWALPERSIENDE

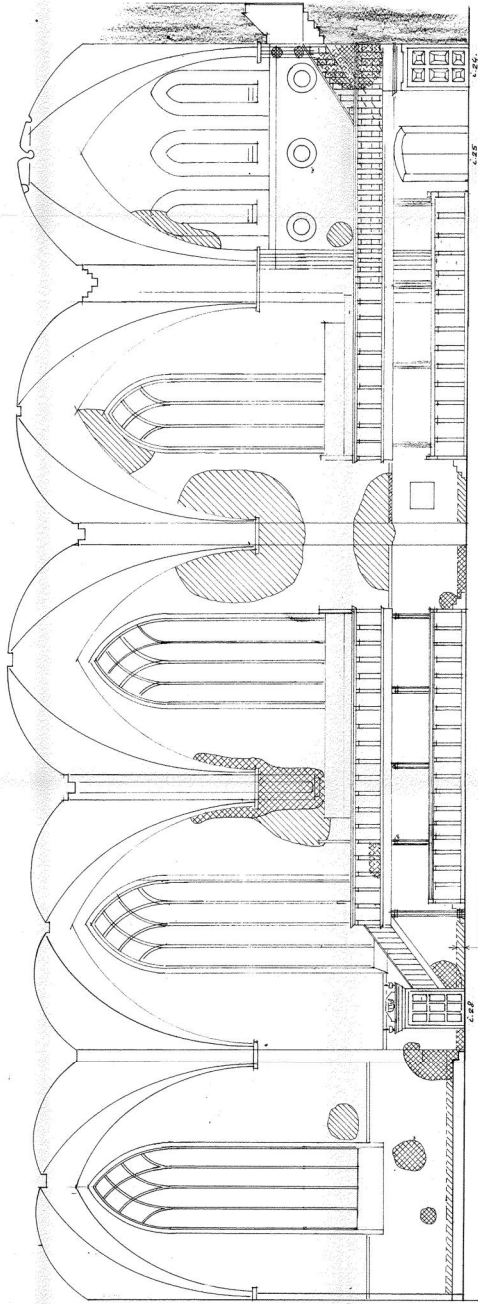
ZIJNVAANZICHT GEVELS TOEGANG (UITZELAGEN)

BILLAGE, bijbehorende bijl. van 5 tot 10, V.
 W.N. 15-2, 15.08.11, 64

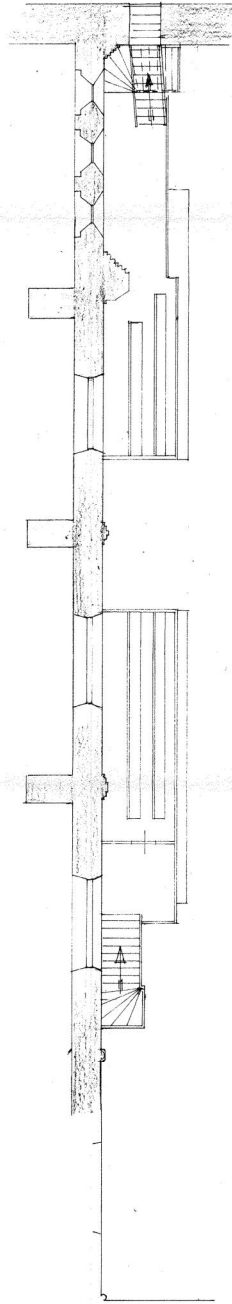
WERK: WED. J. B. VAN DER WOUDE, ARCHIEF SCHIEDAMSE
 IN BEZIT VAN DE NED. ARCHIEF VAN DE
 - BAMBORGERKERK
 - BAMBORGERKERK
 - BAMBORGERKERK
 - BAMBORGERKERK

DO	25/1/1913	BLAD	10
GET	1913	SCHAAL	1:100
WERK	1024	BLAD	10
OPDRACHTER	ZIJNVAANZICHT GEVELS TOEGANG EN KOUDE		
OPDRACHTER	ZIJNVAANZICHT GEVELS TOEGANG EN KOUDE		
OPDRACHTER	ZIJNVAANZICHT GEVELS TOEGANG EN KOUDE		

R. L.W. BARNEVELD - ARCHITEKT BNA
 Oude Lijn 7, Amsterdam
 9710 BS Groningen
 Tel. 1080-1082



BINNENRUIMTE, ADRDEVEL SCHIP

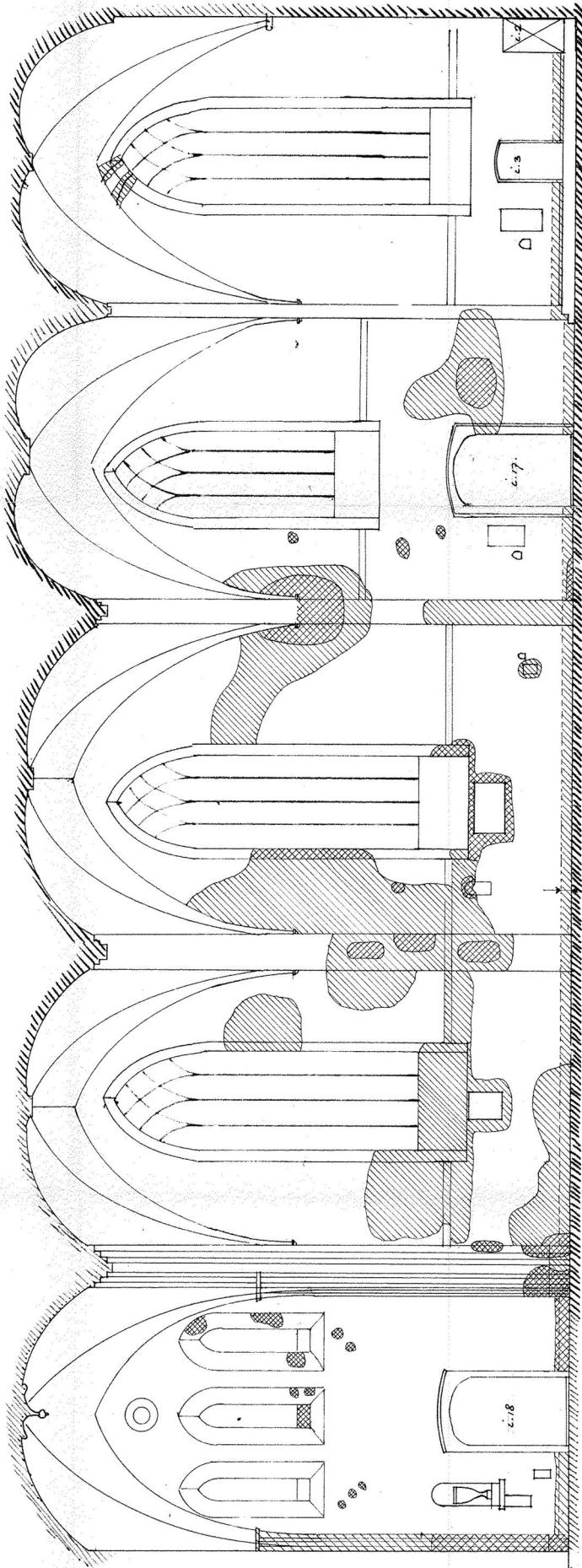


B 62.62
 W. 15
 T. 15
 BILLAGE: behouding in best. v. v. v.
 N.B. 15-2
 15.11.15
 15.11.15

WERK: MARTINIKERK GROENINGEN
 OORSPRONKELIJK: GET. J. VAN DER WOUDE
 VERWERK: STICHTING SCHIP MARTINIKERK
 UITSCHERPEL: BARNVELD ARCHITECT BNA
 SCHAAL: 1/100

IR. L.W. BARNVELD - ARCHITECT - BNA.
 OVP: A. 15.11.15, B. 15.11.15, C. 15.11.15, D. 15.11.15

BUREAU: L. W. BARNVELD - ARCHITECT - BNA
 ADRES: BARNVELD 10, 1017 CA AMSTERDAM
 TEL: 020-6100441



INNENAANZ. ZUIDGEVEL SCHIP

BILLAGE, behorende bij brief van 8 en V.
van 15-2 19.03 nr. 66

- WITTELIJN (SCHERPLIJK) +
- WITTELIJN (SCHERPLIJK) +
- RAAMTRANKINGEN
- KOLONNETTEN
- CORDONLUSTEN
- FLEISTERWERK

B6262
MCP II
T8K 16

WERK	MARTINIKERK GRONINGEN
OPDRACHTGEVER	STICHTING SCHIP MARTINIKERK
ONDERWERP	INNENAANZICHT ZUIDGEVEL SCHIP
DD	JULI '72
GET	JAN VEERHUIS
WERKNR	BLAAT
	M24
SCHAAL	1:100

IR. L.W. BARNEVELD - ARCHITEKT B.N.A.

GEW. A. 24/7/77 B. 12. 10/87 c. 23/10/87 D

OUDE KUIK IN 'T JATSTRAAT 8
9712 BR BRONNEN
TEL. 090-158847

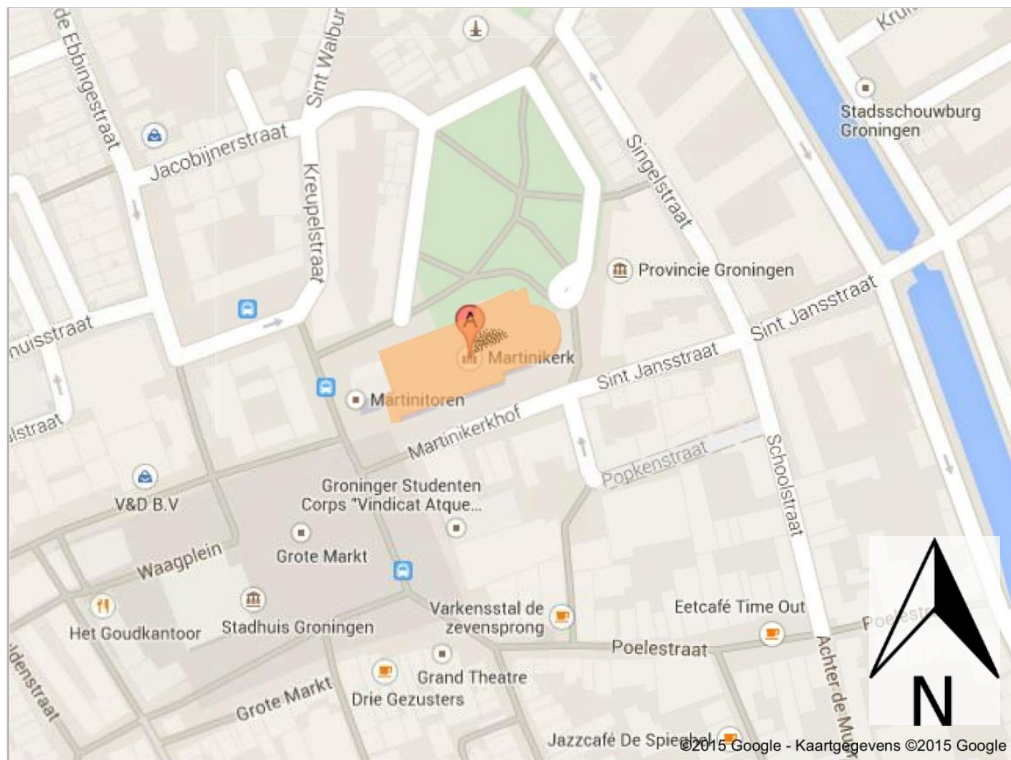
I J



Bijlage 3

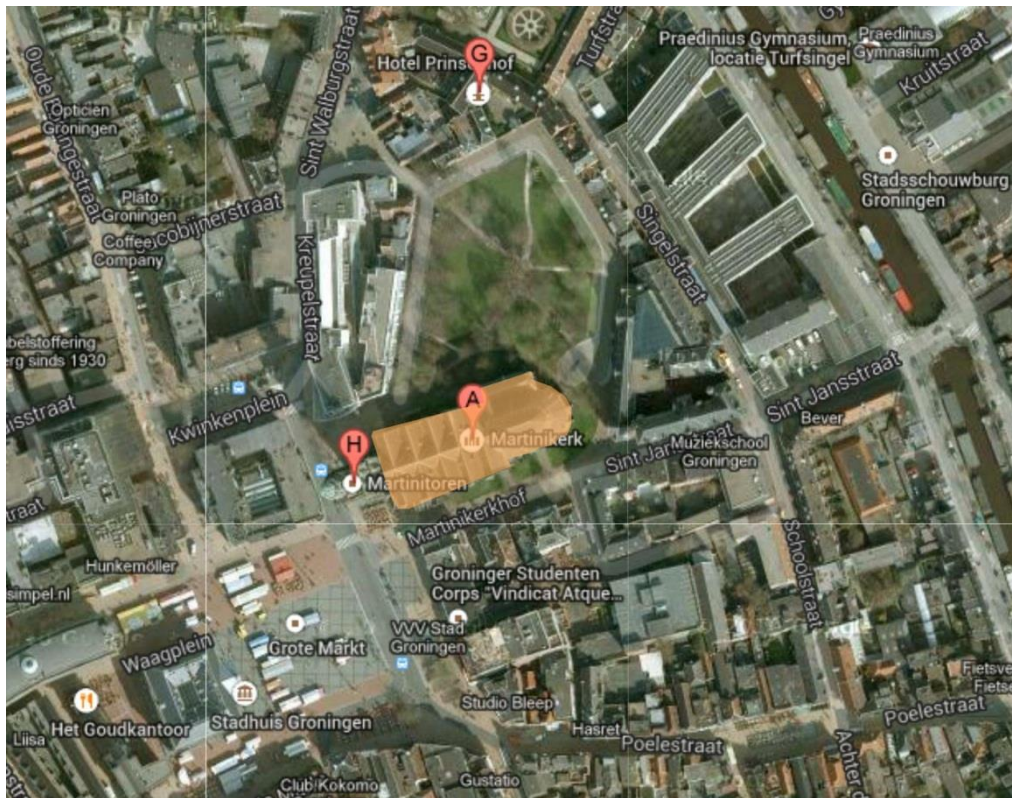
Situatie

Situatie



Kaart

Bron: Google maps



Luchtfoto

Bron: Google maps



Bijlage 4

Meetresultaten sensoren Martinikerk, email Osmos Benelux d.d. 30-11-2014

Van: **OSMOS Benelux** <info@osmosbenelux.be>
Datum: donderdag 13 november 2014
Onderwerp: Martinikerk
Aan: Otto en Susan Wassenaar <farrwass@gmail.com>
Beste heer Wassenaar,

Aansluitend op ons telefoongesprek van vandaag stuur ik je hierbij de meetresultaten van de twee sensoren die ik laatst heb kunnen uitlezen in de Martinikerk.

- SCHEUR_2_ KOOR (A8 AA A9):

De statische deformaties (blauwe lijn) zijn tot nu toe stabiel. Er doen zich echter wel regelmatig dynamische registraties voor maar die zijn altijd reversibel.

De rode lijn stelt het verloop van de omgevingstemperatuur voor.

- STEUNBEER_KERK (A5 1F 42) :

De statische deformaties (blauwe lijn) zijn tot nu toe stabiel. Er doen zich echter wel regelmatig dynamische registraties voor maar die zijn altijd reversibel.

Op 30 september (= dag van grote aardbeving) hebben er zich meerdere dynamische registraties voorgedaan, verspreidt over een periode van +/- 4 minuten. Deze hebben echter geen bijkomende schade veroorzaakt.

Hieronder vindt u de huurprijzen voor de sensoren die momenteel in de Martinikerk zijn aangebracht. De prijzen zijn in functie van de looptijd van het afgesloten contract.

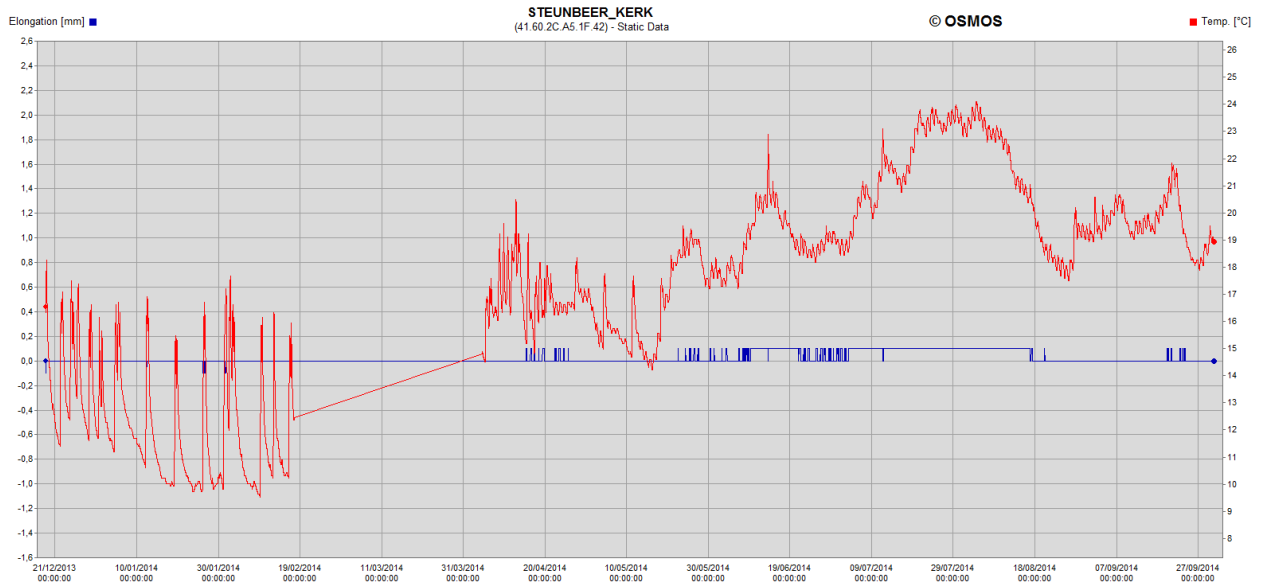
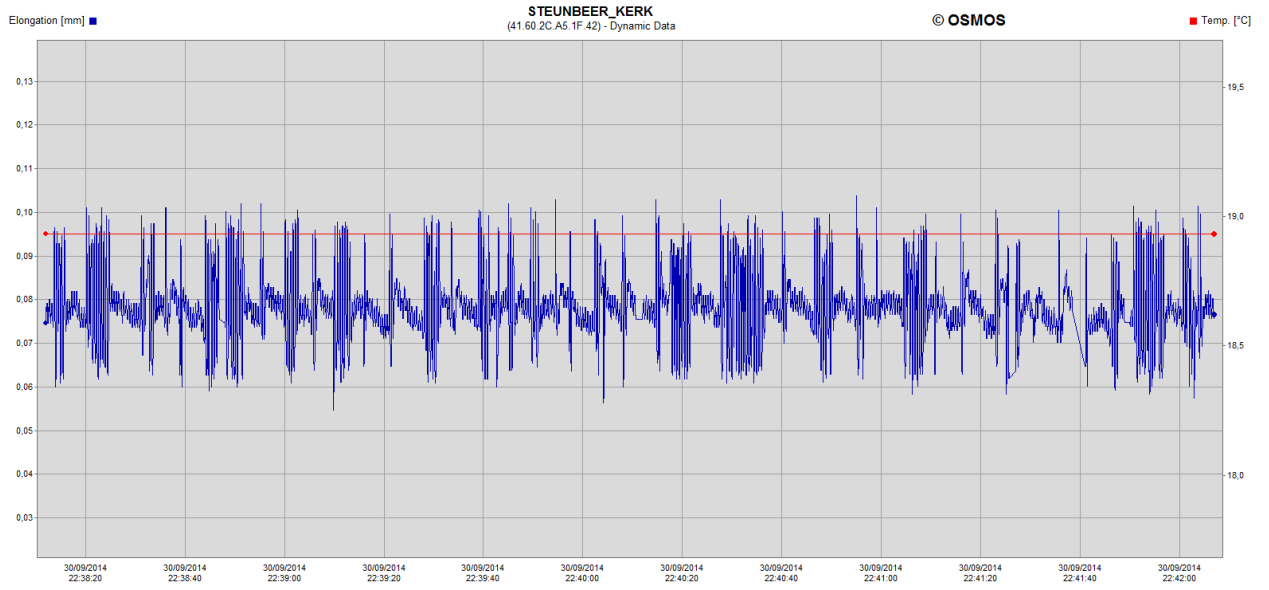
- 6 maanden contractduur = 175 €/maand/stuk
- 6 à 24 maanden contractduur = 150 €/maand/stuk
- > 24 maanden contractduur = 130 €/maand/stuk

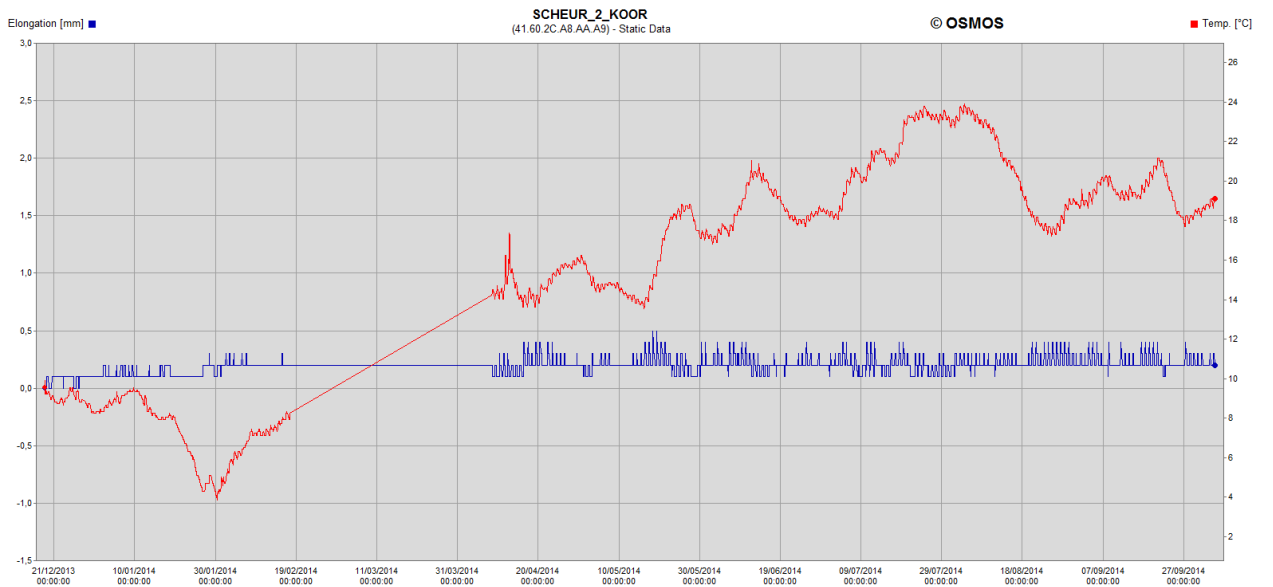
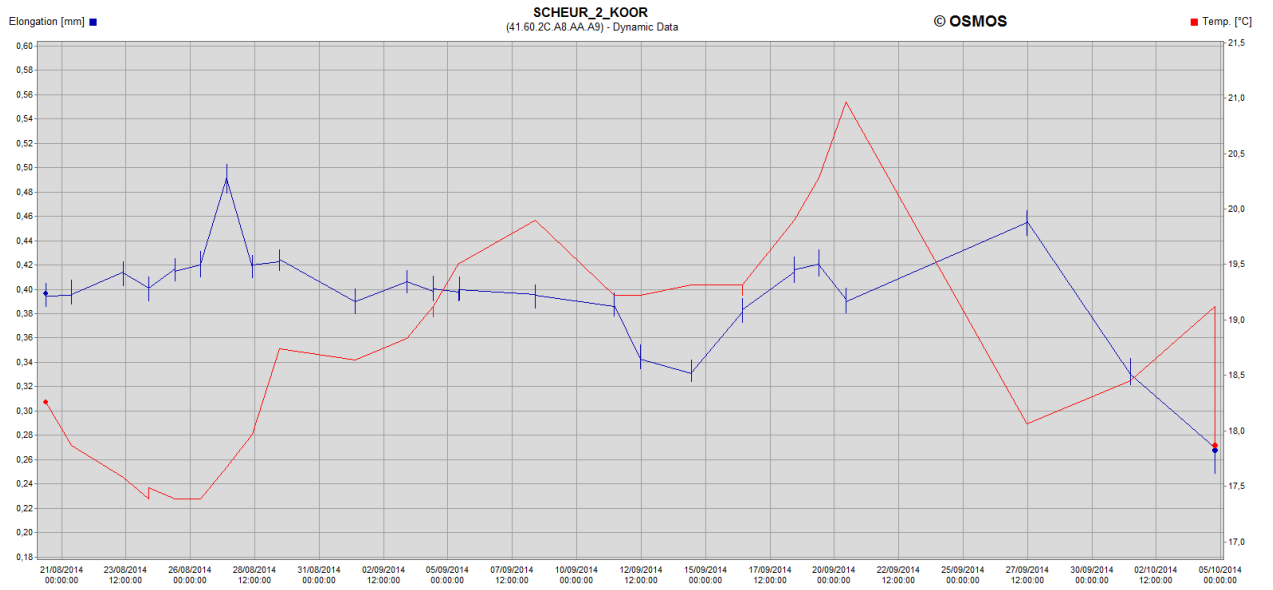
Het downloaden van de meetgegevens en rapporteren (geheugen capaciteit van de sensor is 6 maanden, dus bij een download en rapportage kan maximaal 6 maanden voorafgaand aan de download beschouwd worden) kan op afroep en kost 800 €/stuk.

Het vervangen en configureren van de huidige sensoren door nieuwe bieden wij u gratis aan bij het aangaan van één van bovenvermelde contracten.

Met vriendelijke groet,

Ing. Jo Blomme
Directeur
OSMOS Benelux bvba
Mob. +32/473.68.30.68
www.osmosbenelux.be







Bijlage 5

Trillingsmeting Martinikerk, email CHRI d.d. 14-11-2014

Van: **Hans van der Vecht** <H.vanderVecht@chri.nl>

Datum: vrijdag 14 november 2014

Onderwerp: Trillingsmeting Martinikerk

Aan: "farrwass@gmail.com" <farrwass@gmail.com>

Goedemiddag Otto Wassenaar,

Naar aanleiding van het telefonisch overleg van vanochtend ontvangt u hierbij twee korte registraties van de gemeten trillingssterkte op het fundament van de Martinikerk, tegen de voet van de Martinitoren. Het betreft de registratie op het moment van de bevingen op 30 september 2014 (Garmerwolde op circa 7 km afstand van de Martinitoren/kerk; 11:42:09 uur, Mw = 2,8) en op 13 februari 2014 (Leermens op circa 21 km afstand van de Martinitoren/kerk, 02:13:14 uur, Mw = 3,0). De tussen () vermelde gegevens zijn afkomstig van het KNMI.

Per registratie is het verloop van de trillingssnelheid als functie van de tijd in drie grafieken weergegeven. In de grafieken staat de trillingssnelheid langs de verticale as (in mm/s) en de tijd langs de horizontale as (in seconden). De bovenste twee grafieken geven de trillingssnelheid in de twee horizontale en onderling loodrechte richtingen (X en Y), de onderste grafiek geeft de trillingssnelheid in verticale richting (Z).

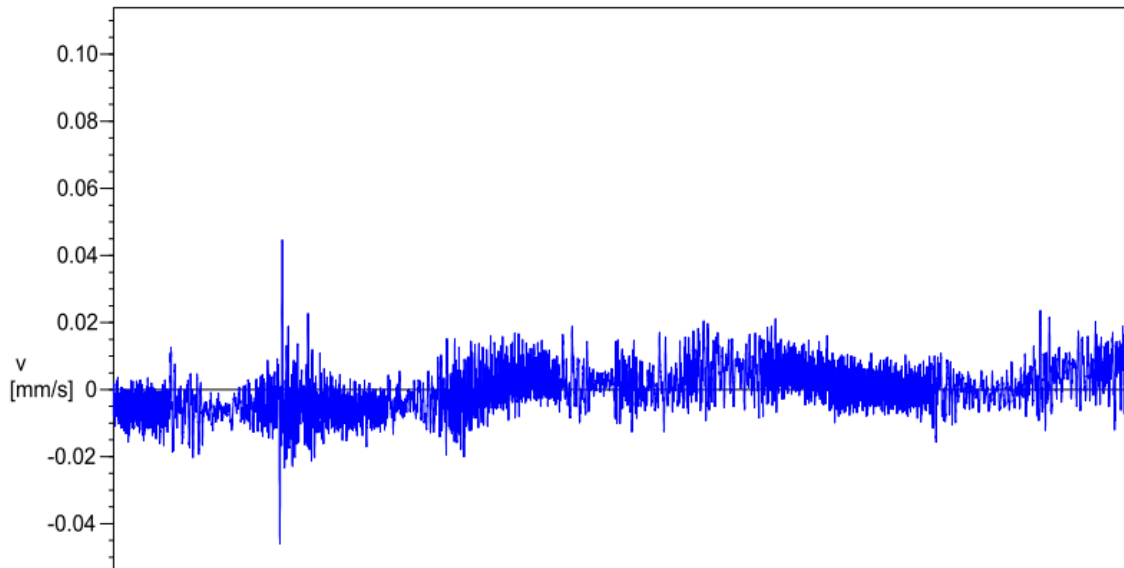
Opmerking

Over de registratie van 30 september heb ik zo mijn twijfels of de gemeten trillingssnelheid het gevolg is van de beving. Rond het tijdstip van de beving is wel een piek gemeten met een niveau van circa 0,10 mm/s, maar het verloop van de trilling lijkt niet erg op dat van een beving. Het tijdstip van de piek is 11:45:04 uur en valt redelijk samen met het tijdstip van de door het KNMI geregistreerde beving. De klok van onze meetapparatuur is niet gesynchroniseerd met de wereldklok, zodat een verschil in het tijdstip van de beide registraties te verwachten is. In dit geval circa 3 minuten. Verder hebben wij geen registraties rond het moment van de beving. Onze laatste registratie voor het moment van de beving was om 08:21:20 uur en de eerstvolgende om 12:01:23 uur.

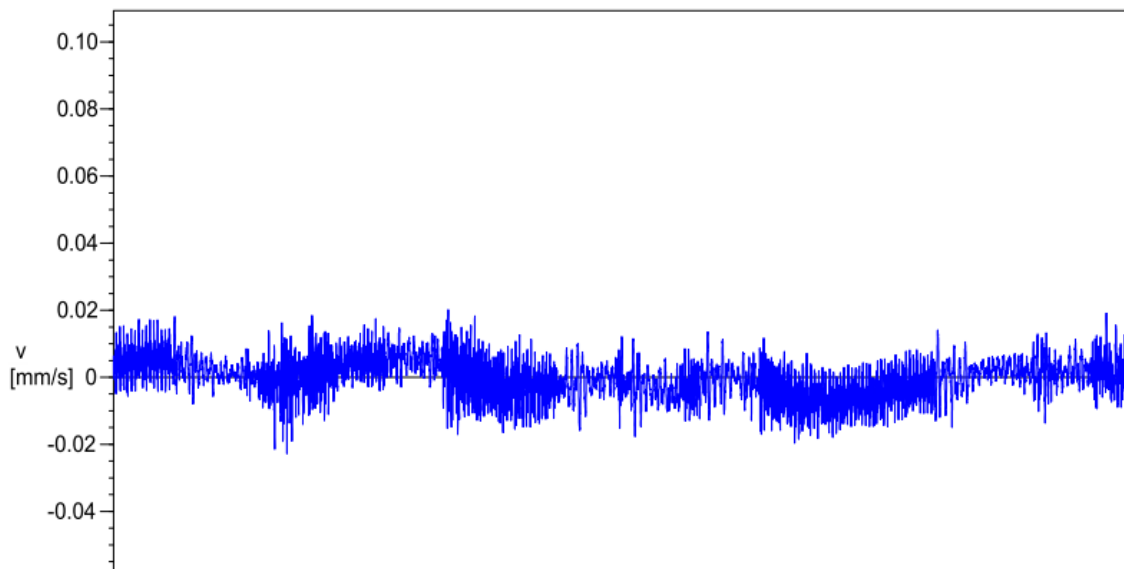
Met vriendelijke groet,

Hans van der Vecht

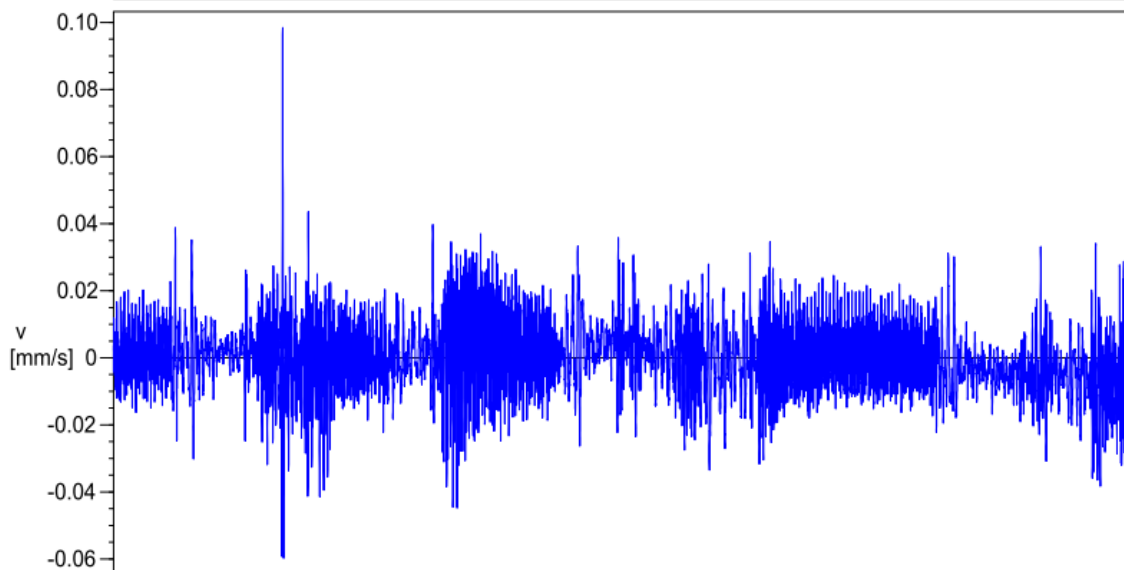
File: C:\Users\h.vandervecht\Desktop\BEVINGEN GRONINGEN\MartinatorEAWLight4.6 Analysis date: 14.11.2014 13:22
Station: ZT20 kruipr martinikerk Date: 30.09.2014 Whole time history: YES
Instrument status: **WARNING** Time history Offset corrected: YES



X-Channel:
Max. uncorrected:
0.04932 mm/s
Max. corrected:
0.04599 mm/s



Y-Channel:
Max. uncorrected:
0.02932 mm/s
Max. corrected:
0.02274 mm/s

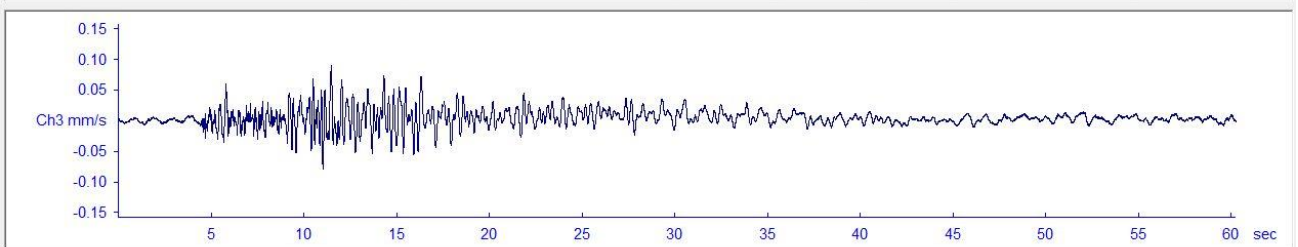
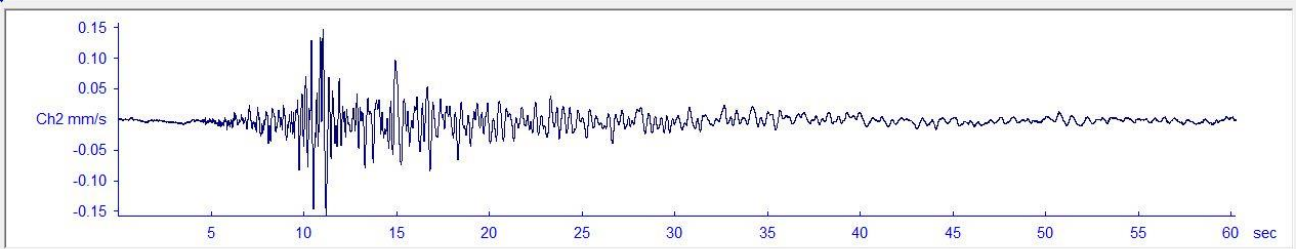
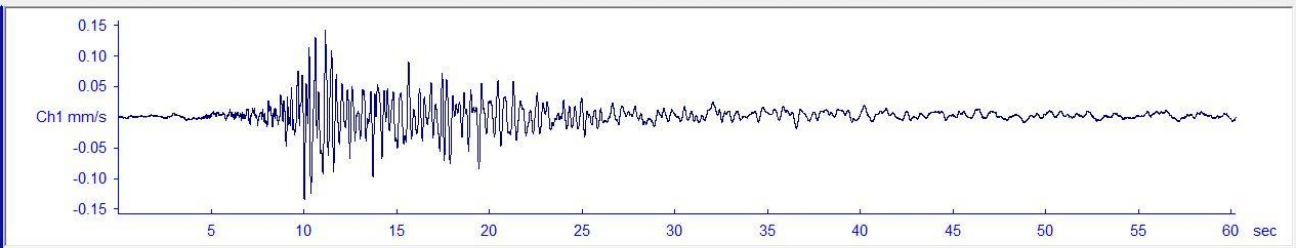


Z-Channel:
Max. uncorrected:
0.11376 mm/s
Max. corrected:
0.09849 mm/s

11:44:00 10 20 30 40 50 Time [H:m:s]
↑ Trigger: 11:45:04.350



File Name: ...a\2014-02-13\----035.XMR Event Nr.: 35 Peak(1) = 0.141 mm/s RMS(1) = 0.0192 mm/s
Signal: Baseline corrected Event Date: 13-2-2014 Peak(2) = 0.157 mm/s RMS(2) = 0.0179 mm/s
Station: ZT20 kruipr martinikerk Start Time: 3:13:23 + 170 ms Peak(3) = 0.0901 mm/s RMS(3) = 0.0149 mm/s



Control panel for the seismic software interface.

Buttons: **< Signal >**, **Text**, **Print**, **Quit**

Zoom: **Zoom** 0.00 | 60.28 | **-** **+** **<** **>**

Point: **Point** T: V:

Buttons: **Start** **Stop** Continuous display

Filename	Date	Time	Duration[s]	Peak Ch1	Peak Ch2	Peak Ch3
----035.XMR	13-2-2014	3:13:33	60.280	0.139	0.157	0.094

Bijlage 6 Numerieke analyses en meetmethoden

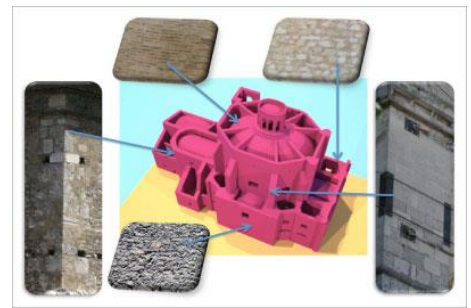
Meting

Een eerste stap van een uitgebreid onderzoek zal zijn het volledig inmeten van de bestaande structuur, bij voorkeur door een laserscan. Hiermee wordt in een korte periode een groot, compleet en accuraat 3d-model van de kerk verkregen. Deze zal dienen als uitgangspunt voor een numerieke analyse.



Materiaal onderzoek

Veel gegevens ontbreken echter van een dergelijk gebouw, waardoor de nauwkeurigheid van de analyses beperkt is. Nader onderzoek naar de gebruikte materialen, constructiewijzen en detailleringen moet meer informatie geven om de nauwkeurigheid van de berekeningen te kunnen verbeteren.



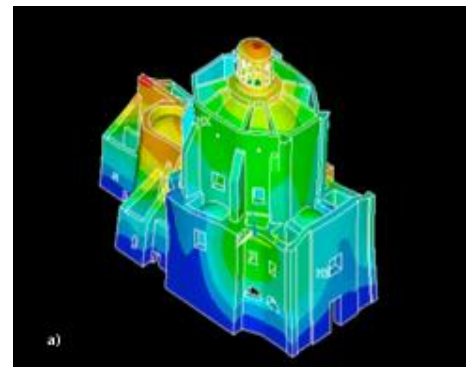
Numerieke Analyse

Een monumentaal gebouw als de Martinikerk kan niet eenvoudig worden berekend op aardbevingsbestendigheid. Enkel de meest complexe software en rekenmethoden zijn toereikend om het werkelijke gedrag van de (deel-)structuren te beschrijven.

Voorgesteld wordt om een 3d modale analyse op te stellen voor het totale gebouw met individuele modellen voor specifieke onderdelen.

Het complete model kan de interactie tussen de verschillende macro elementen in beeld brengen, zoals eerder aangehaald in paragraaf 2.3.

De diverse deelmodellen kunnen gebruikt worden om lokale mechanismen te toetsen en om de materiaolgegevens te valideren. Dit laatste wordt gedaan door de resultaten uit de berekeningen te vergelijken met de gegevens uit de metingen die in de volgende paragraaf worden beschreven.





Meting en Monitoring

De beste mogelijkheid om de berekeningen van de structuren te staven is door ze vergezeld te laten gaan met metingen aan de constructie. Het berekende gedrag wordt dan vergeleken aan het gemeten gedrag. Door calibratie van de berekeningen wordt een nauwkeuriger model gekregen en kunnen er meer betrouwbare resultaten verkregen worden.

Er zijn verschillende metingen die aan het gebouw verricht kunnen worden:

- Statische metingen;
De bewegingen van de constructie worden over langere termijn in beeld gebracht. Mogelijke langdurige processen zoals seizoensinvloeden worden in beeld gebracht.
- Directe dynamische metingen;
De structuur wordt in gecontroleerd in trilling gebracht en de respons van de constructie wordt direct gemeten. Hiermee kunnen de dynamische parameters als eigen frequentie en demping worden bepaald.
- Continue metingen;
Het gedrag van de constructie wordt realtime gemeten, met meerdere metingen per seconde. Dit kunnen zowel trillingsmetingen als rekmetingen zijn. De metingen geven een zeer gedetailleerd beeld van zeer tijdelijke processen zoals onder andere aardbevingen. Hiermee kan zeer direct in beeld worden gebracht wanneer een trilling heeft plaats gevonden, wat de karakteristieken van de trilling zijn geweest en wat de trillingen tot gevolg hebben gehad.



Al de metingen samen kunnen een zeer goed beeld geven van het gedrag van de constructie. Dit dient echter gepaard te gaan met het opstellen van een goed ruimtelijk (reken-)model van het gebouw.

Het verdient aanbeveling om een goed analyse- en meetplan op te zetten, alvorens daadwerkelijk tot metingen over te gaan. Het meten is immers niet een doel op zich, het dient een middel te zijn voor een goede analyse.



1. Inleiding

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

1.1. Aardbevingen in Groningen

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

De overheid en de NAM spannen zich gezamenlijk in om de aardbevingsproblematiek te doorgronden en om adequate maatregelen te ontwikkelen teneinde bestaande schade te repareren en toekomstige schade zoveel mogelijk te voorkomen. De opgedane kennis is door de Rijksoverheid grotendeels vrijgegeven.

Deze kennis is erg technisch en specialistisch en voor leken moeilijk te duiden. Daarnaast verschijnen in de media regelmatig artikelen van personen die hun eigen 'oplossingen' hebben om gebouwen aardbevingsbestendig te maken. Die artikelen zijn niet altijd even consistent en betrouwbaar en dat leidt tot twijfel over wat nu de beste strategie is om gebouwen beter bestand te maken tegen aardbevingen.

De NAM heeft een internationaal ingenieursbureau opdracht gegeven om de gevolgen van de aardbevingen op bestaande panden te onderzoeken en het ontwikkelen van nieuwe regelgeving voor "Groninger aardbevingen".

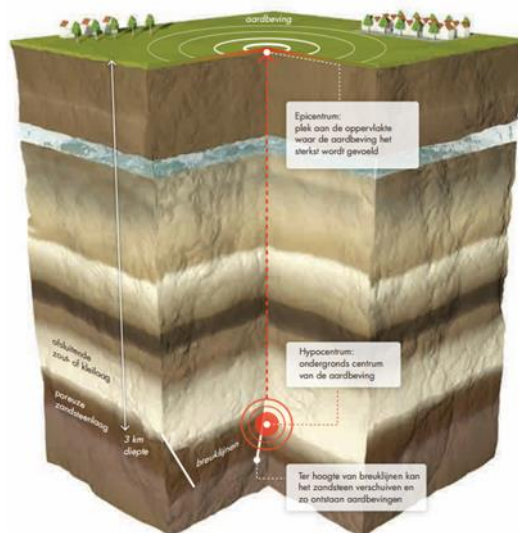
In deze notitie wordt de relatie tussen aardbevingen en schade aan bebouwing uitgelegd aan de hand van de stukken die door de Rijksoverheid openbaar zijn gemaakt. Daarbij wordt niet al te diep ingegaan op de technische details.

1.2. Aardbeving Mechanisme

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

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

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

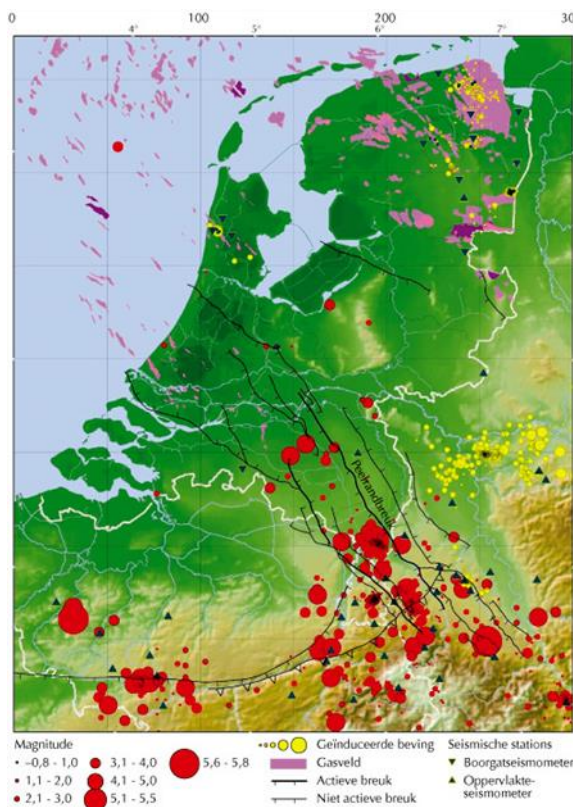


1.3.

De zwaarte van de aardbeving

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

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



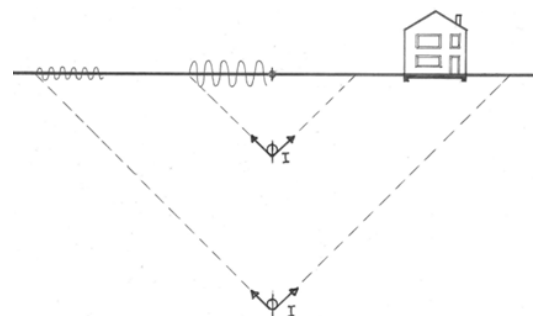
Bijgaande kaart toont de aardbevingen in en rond Nederland. In Groningen is sprake van geïnduceerde bevingen door gaswinning. De geïnduceerde aardbevingen zijn aangeduid met gele stippen. De relatieve grootte van de stip geeft de orde van grootte van de gemeten magnitude aan.

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

1.4.

De diepte van de aardbeving

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



2. Regelgeving

2.1. *Bouwbesluit*

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

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

2.2. *NPR 9998*

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

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

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

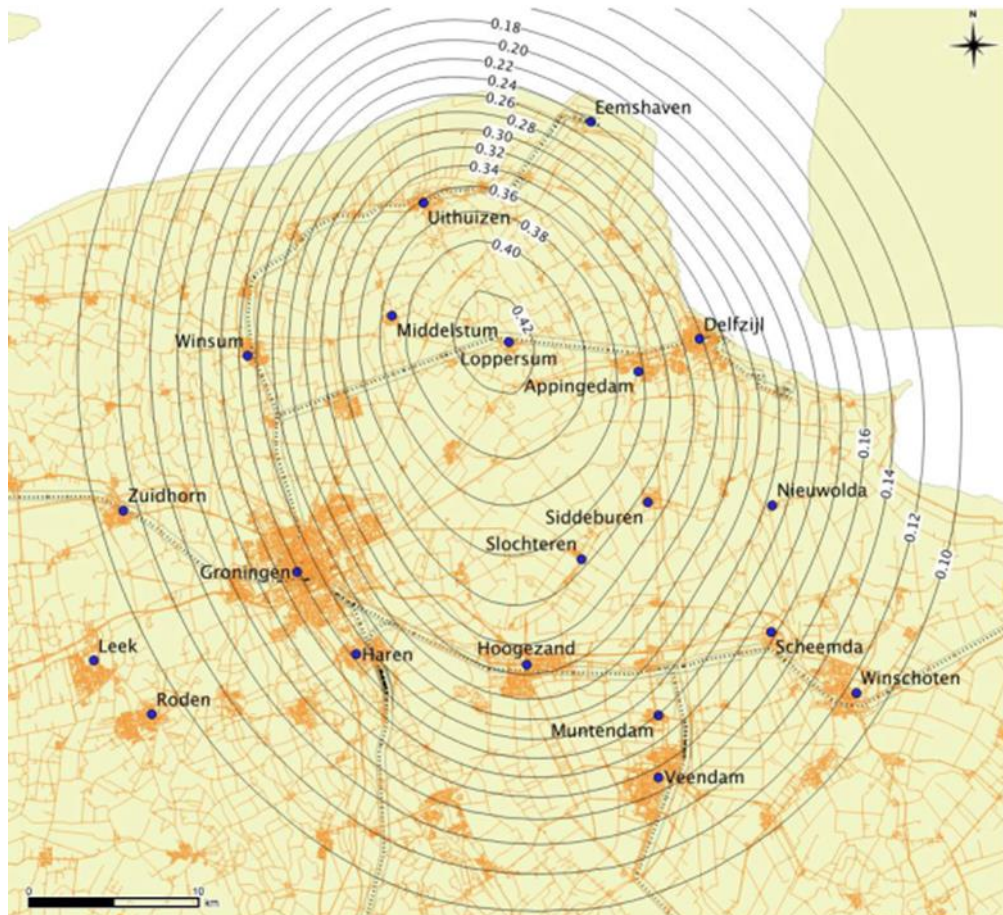
2.3. *Toetsing conform de voorlopige NPR 9998 d.d. februari 2015*

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

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

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

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



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

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

3. Aardbevingsbestendig bouwen

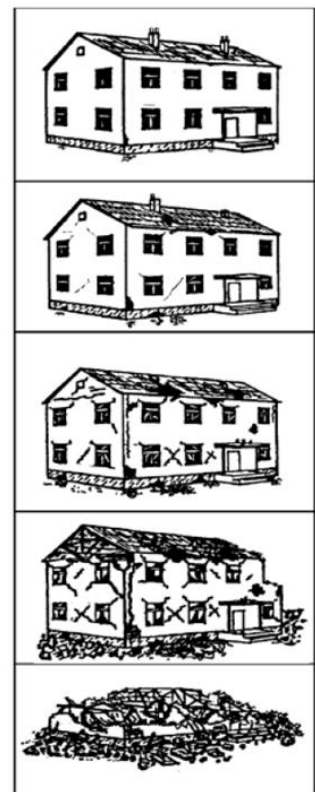
3.1. Algemene risico's bij aardbevingen

Aardbevingen kennen twee belangrijke risico's:

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

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

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



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

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

3.2.

Aardbevingsbestendige constructie

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

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

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



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

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

