



# De bouwkundige uitdaging in het noorden

5.1.2e

Project Manager Uitvoering  
Groningen Aardbevingen – Bouwkundig Versterken

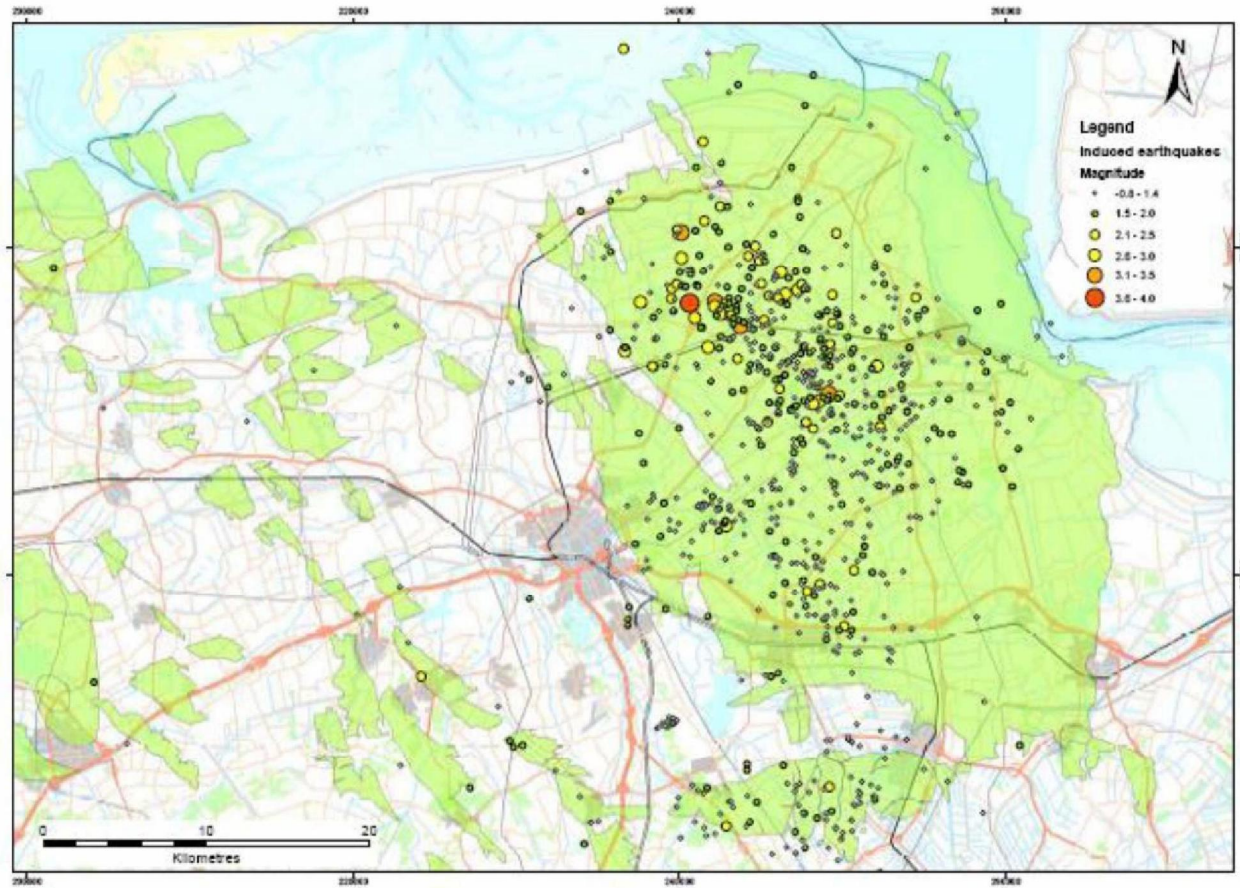


## Het Groningen gasveld

---

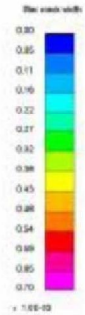
- Een van de grootste gasvelden ter wereld
- In productie sinds begin jaren 60
- Totale productievolume : 2.800 miljard m<sup>3</sup>
- Reeds gewonnen : 2.020 miljard m<sup>3</sup>
- Bodemdaling prognose maximaal 47cm in 2070
- Geleidelijke toename geïnduceerde aardbevingen
  
- Huizinge 16 augustus 2012 : 3.6 op de Schaal van Richter

# Aardbevingen

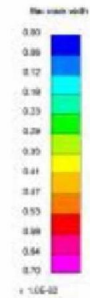


# Seismisch gedrag van gebouwen

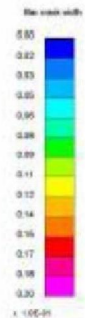
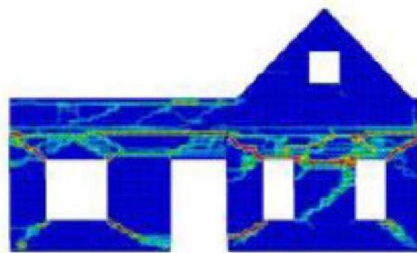
DISPLOT - Time history 0.1g  
 1. Max. 14.000000 0.171000000 Max. 4.000000 0.000000+000



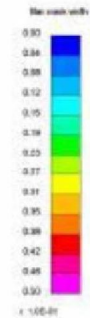
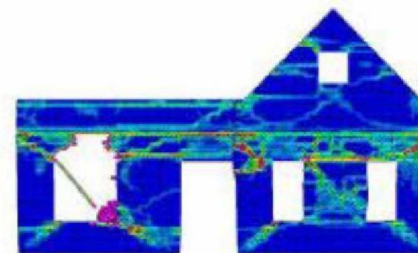
DISPLOT - Time history 0.25g  
 1. Max. 16.0000 1.024000000 Max. 4.000000 0.000000+000



DISPLOT - Time history 0.5g  
 1. Max. 16.000000 0.704000000 Max. 4.000000 0.000000+000



DISPLOT - Time history 0.75g  
 1. Max. 16.000000 0.851200000 Max. 4.000000 0.000000+000



## Schadeherstel versus bouwkundig versterken

---

### ■ Schadeherstel

- Cosmetisch van aard
- Variërend schadebeeld; verhelpen soms lastig en vervelend
- Geen afname veiligheidsrisico
- Zal blijven voorkomen, ook na bouwkundig versterken

### ■ Bouwkundig versterken

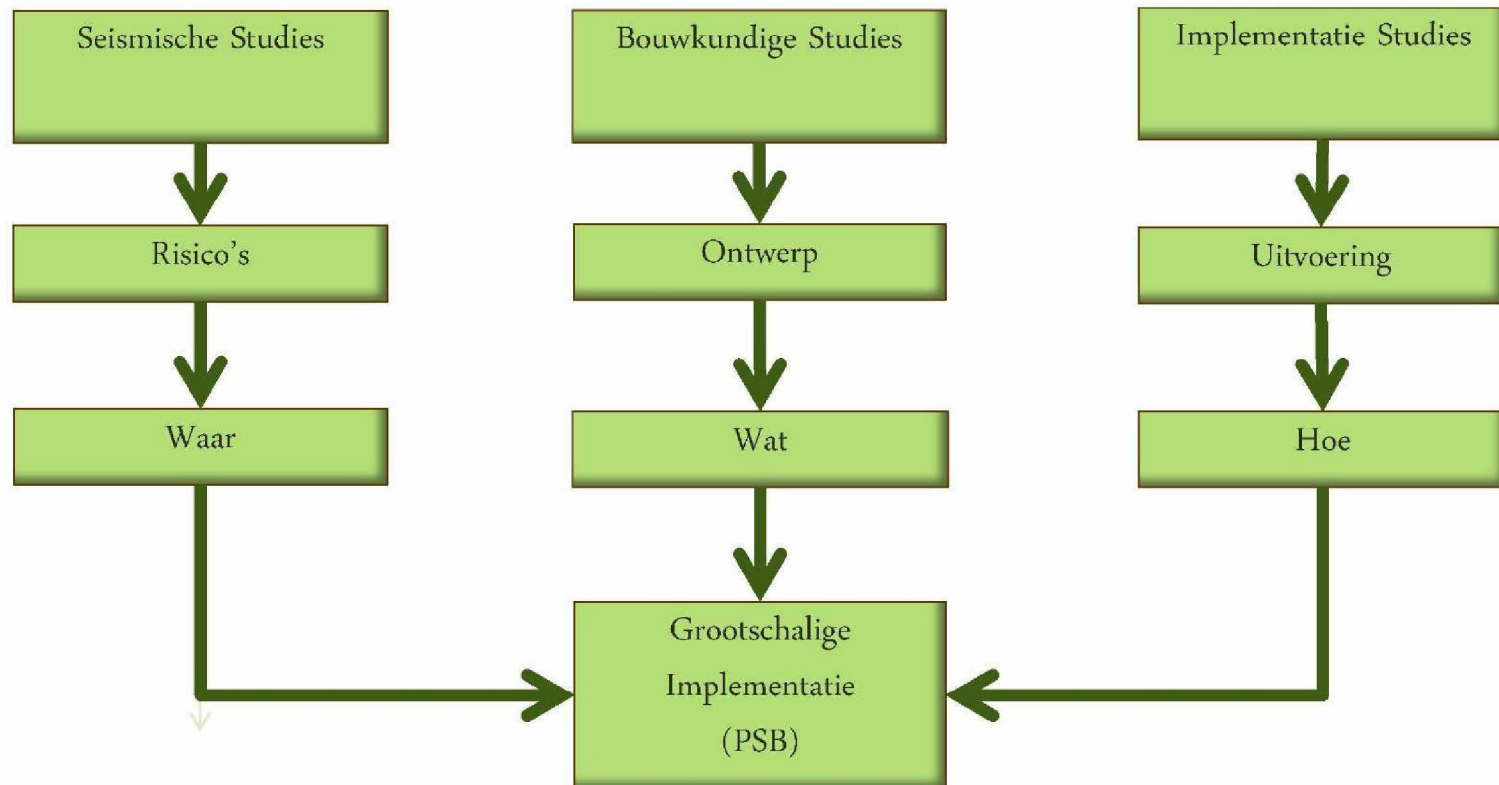
- Aanpassingen aan constructie
- Ingrijpende maatregelen
- Verminderen veiligheidsrisico; voorkomt geen nieuwe schade

## Strategie bouwkundig versterken

---

- Doel
  - Perspectief bieden voor de bewoners
  - Reduceren van levensgevaar (ALARP)
- Aanpak
  - Studie seismische risico's
  - Studie bouwkundig versterken
  - Studie implementatie
  - Grootschalige implementatie
  - Voor de regio – Door de regio

## Aanpak Bouwkundig Versterken



## Eurocode 8

---

- Algemene uitgangspunten en ontwerpregels
- Landelijke implementatie d.m.v. “Nationale Annex”
- Eurocode 8 is niet van toepassing in Nederland
- NEN commissie werkt aan een Nederlandse Annex
- NAM werkt nauw samen met de NEN commissie
- Voorjaar 2014 : Handreiking (nieuwbouw)
- Voorjaar 2015 : Nationale Praktijk Richtlijn (?)
- 2016 : Nederlandse Annex voor Eurocode 8 (NEN Norm)
- 2016 : Bouwbesluit



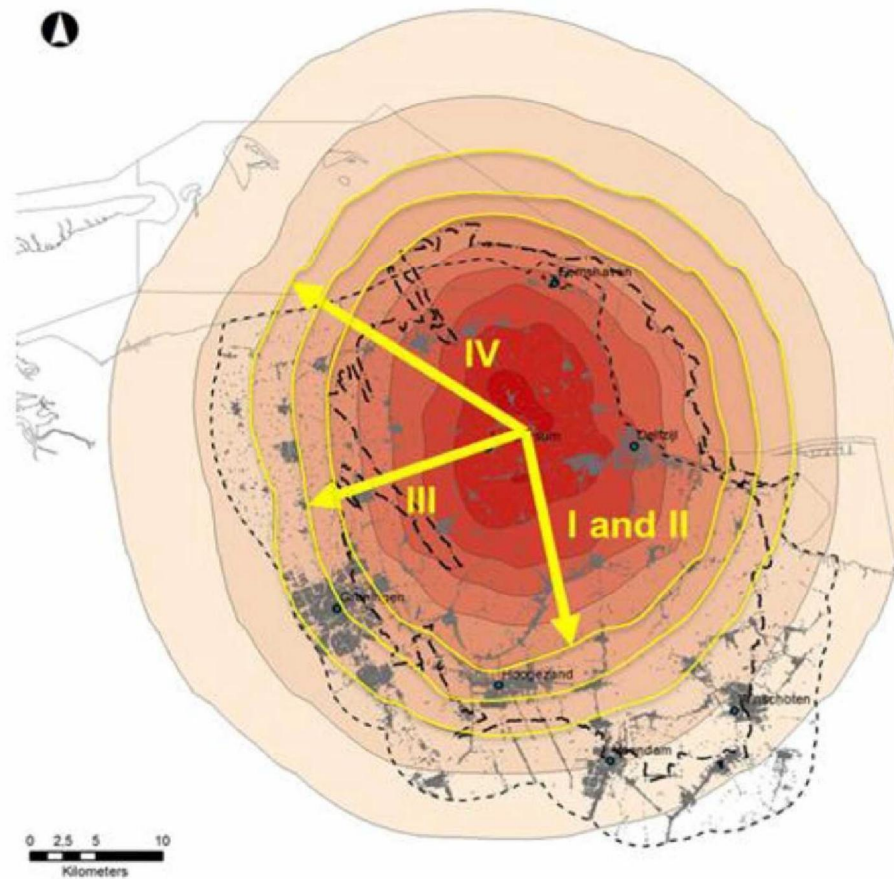
## Gebouwklassen volgens Eurocode 8

---

Klasse	Omschrijving
IV	Van vitaal belang voor de bescherming van de bevolking (ziekenhuis, brandweer, ambulance, politie)
III	Aardbevingsbestendigheid van belang i.v.m. consequenties (school, bejaardentehuis, gemeentehuis)
II	Woonhuizen
I	Gering belang voor de veiligheid (bijgebouwen, schuren)

---

## Prioritering



- Klasse II gebouwen
  - PGA > 0.3g
  - Ca. 42,300
- Klasse III gebouwen
  - PGA > 0.25g
  - Ca. 500
- Klasse IV gebouwen
  - PGA > 0.2g
  - Ca. 100

Afhankelijk van doorlopende studies naar de ondergrond en sterkte van gebouwen

## Risico benadering

---

- Seismisch risico
  - Prioriteit voor gebieden met hoogste seismisch risico
  - Van binnen naar buiten werken
- Kwetsbaarheid van gebouwen
  - Relatieve kwetsbaarheid op basis van inspecties
- Belang van het gebouw
  - Soort gebouw
  - Soort gebruik
  - Klasse indeling volgens Eurocode 8

## Gebouw eigenschappen

### Type

- Vrijstaand
- 2 onder 1 kap
- Villa
- Rijtjeshuis
- Boerderij
- Arbeiderswoning
- Schuur

### Verdiepingen

- 1 – 2
- > 2

### Constructie

- Stijve vlakken
- Flexibele vlakken
- Betonvloeren
- Houten vloeren
- Paalfundering
- Fundering op staal

### Leeftijd

- Voor 1920
- 1920 - 1960
- Na 1960

### Materiaal

- Metselwerk
- Gewapend beton
- Hout
- Staal

10 typen huizen – 87% Metselwerk

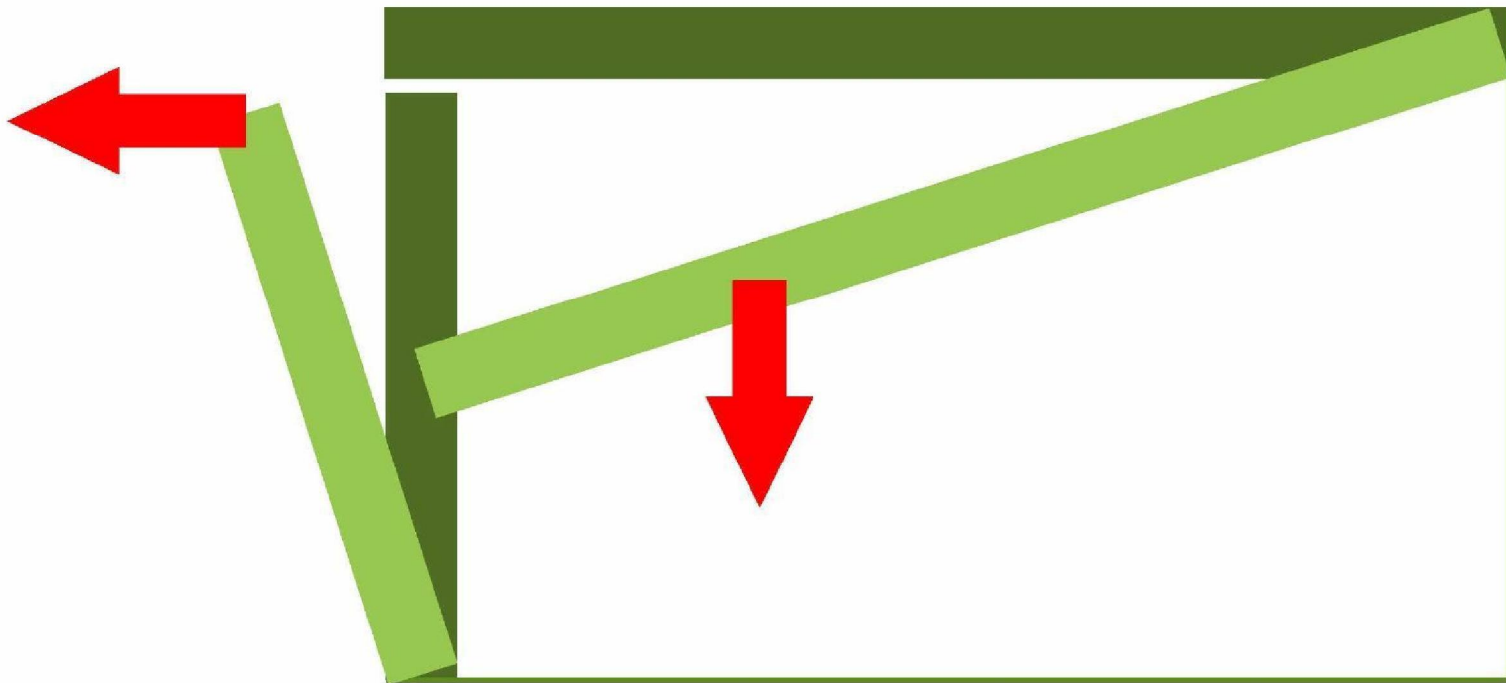
## Voorbeelden van typen huizen

---



## Samenhang tussen onderdelen

---



## Opties bouwkundig versterken

---

- Plaatselijk aanpassen van onderdelen
- Wegnemen van onregelmatigheden in boven- en zijaanzicht
- Verlagen van de massa
- Verstevigen van de constructie
- Vergroten van de taaiheid
- Aanvullende capaciteit om energie te absorberen
- Dempende fundering

## Mogelijke maatregelen

---

Acuut risico	{	0.	Noodmaatregelen (b.v. stempels)
Direct risico	{	1.	Mitigerende maatregelen (b.v. schoorstenen)
Samenhang	{	2.	Versterken van wand – vloer verbindingen
		3.	Verstijven van slappe vlakken
Versterken	{	4.	Versterken van bestaande muren
		5.	Vervangen of toevoegen van muren
		6.	Versterken van de fundering
Uiterste geval	{	7.	Slopen en herbouw



## Inspecties

---

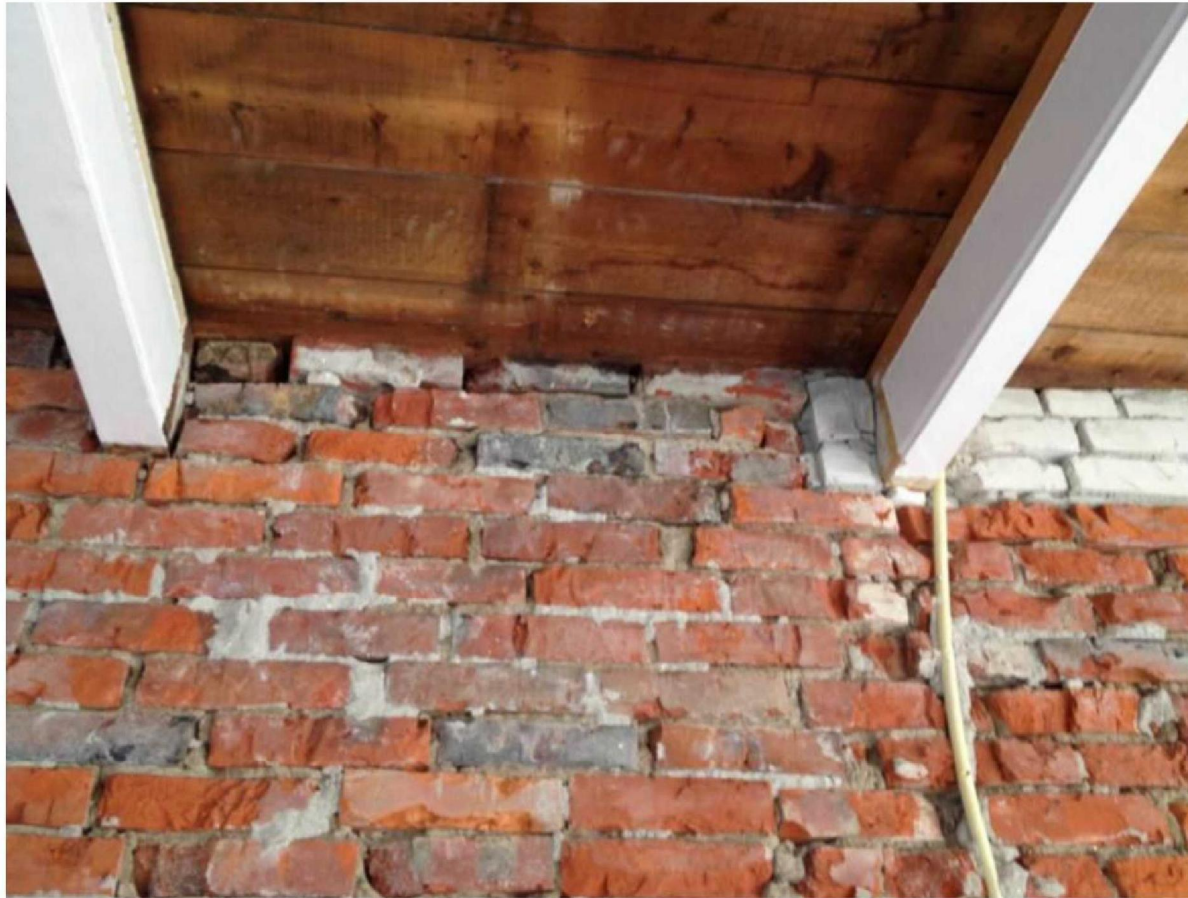




## Details

---





## Voorbeeld versterkingsmaatregelen

---

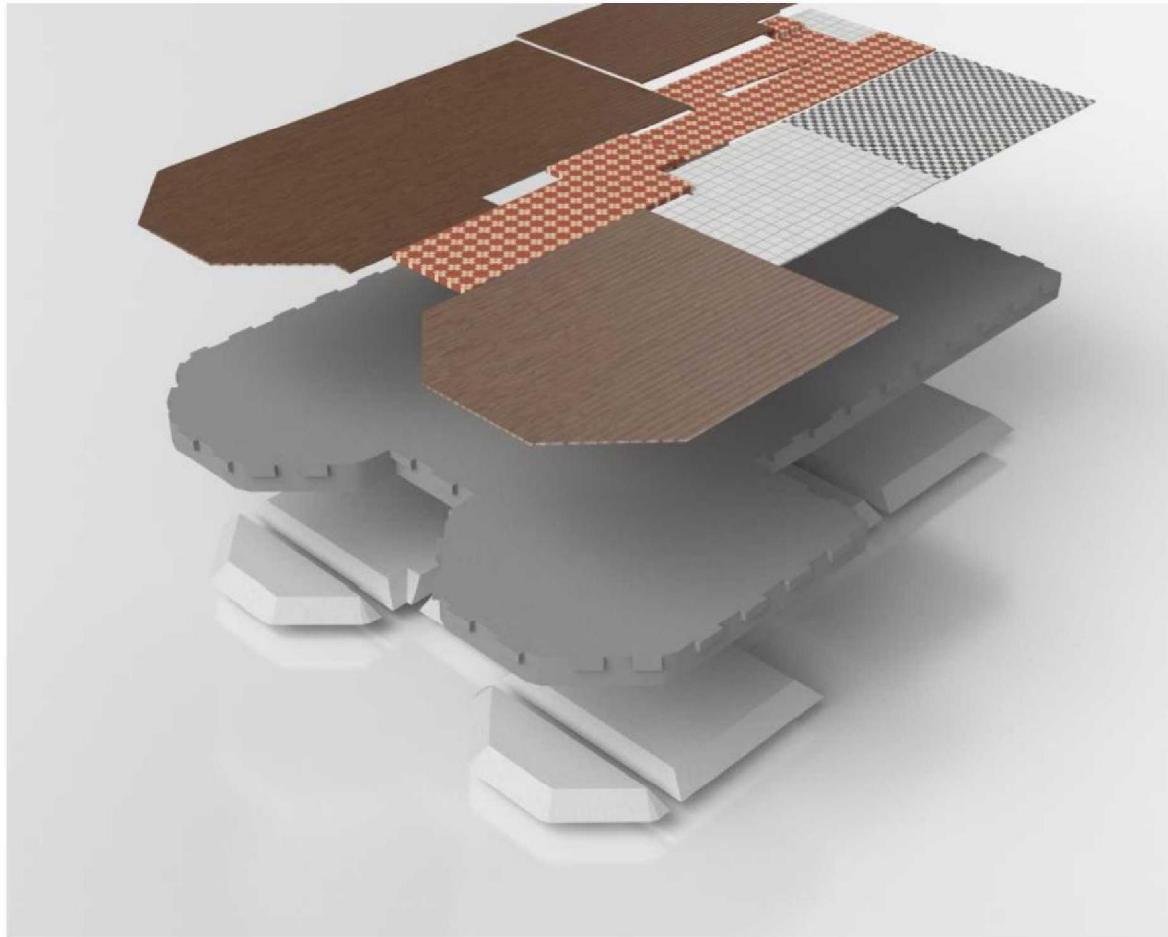


## Stap 1 : strippen

---

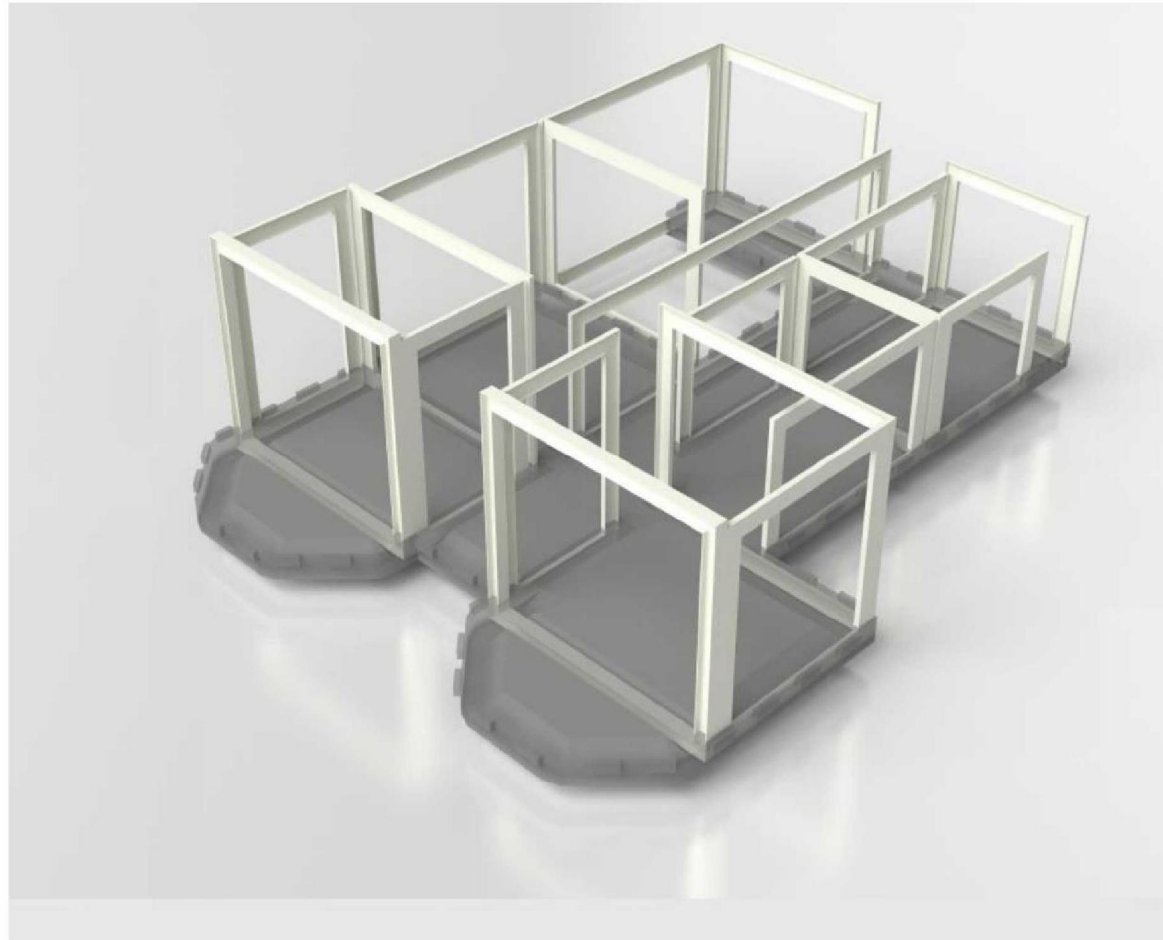


## Stap 2 : fundering



## Stap 3 : Stalen kooiconstructie

---





## Stap 4 : verstijven verdiepingvloer

---



## Stap 5 : herstellen afwerkingen

---



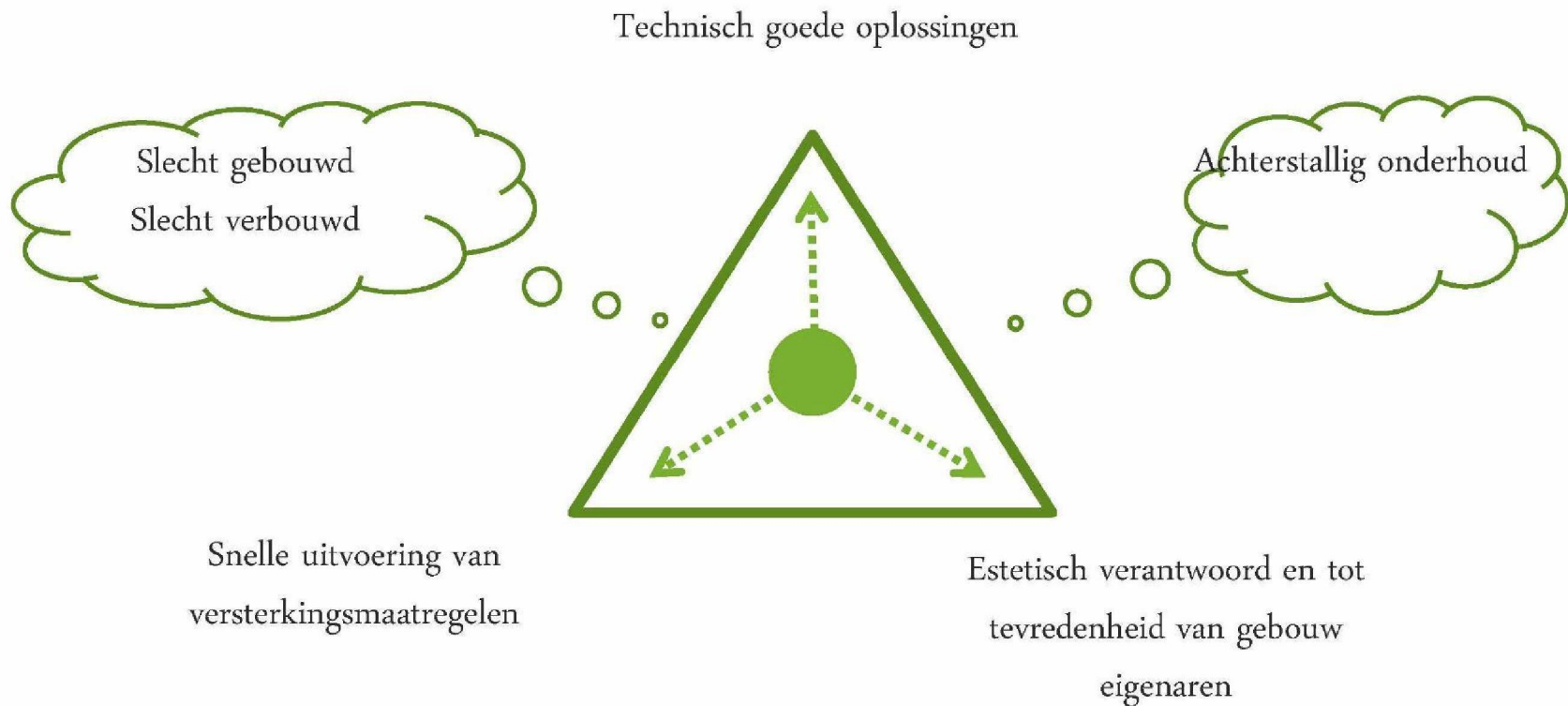
## Bouwkundig versterkt

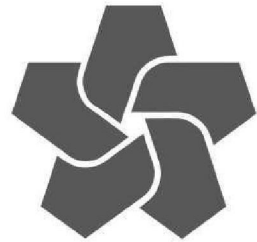
---



## Dilemma's

---





**NAM**