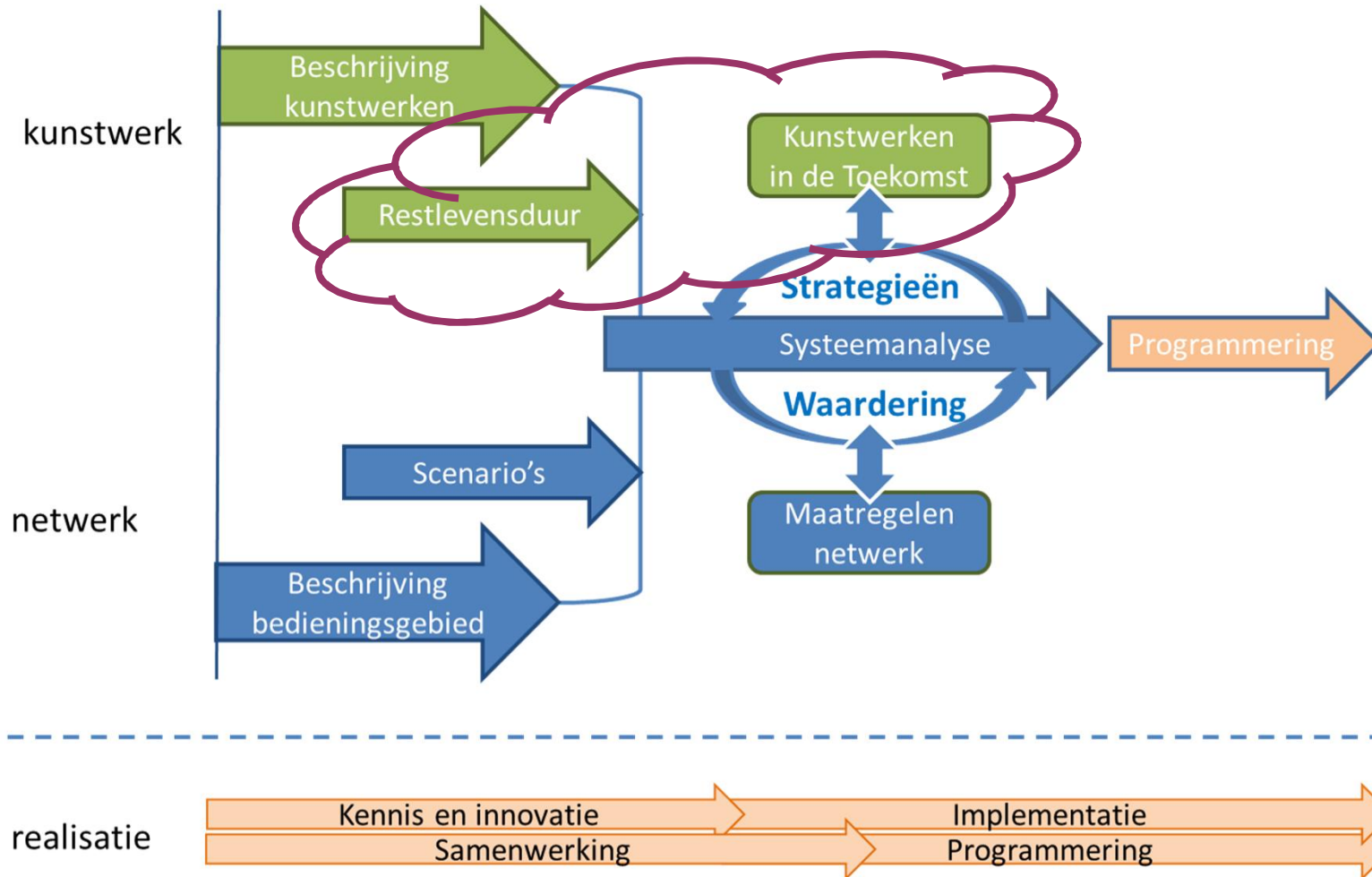




# “Natte Kunstwerken van de Toekomst”

## Monitoring van Natte Kunstwerken







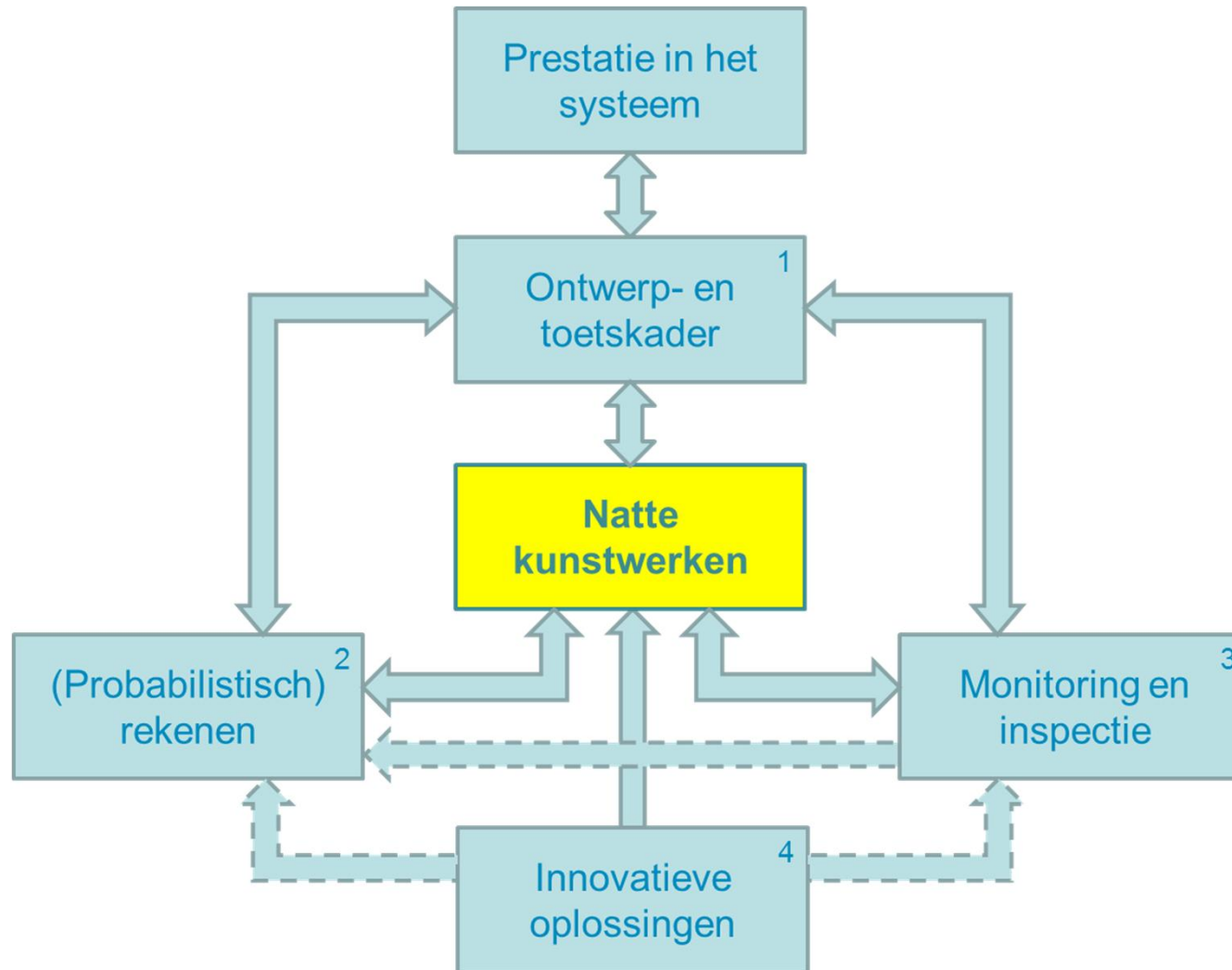
## Natte Kunstwerken uit het verleden...

Opbouw pijlers landhoofden uitwateringssluizen Kornwerderzand, 18 februari 1930  
(bron: [www.eendijkvaneendijk.nl](http://www.eendijkvaneendijk.nl))





# Technische levensduur: samenhang in eindproduct





# Eindbeeld

## Overzicht restlevensduur natte kunstwerken in gebied

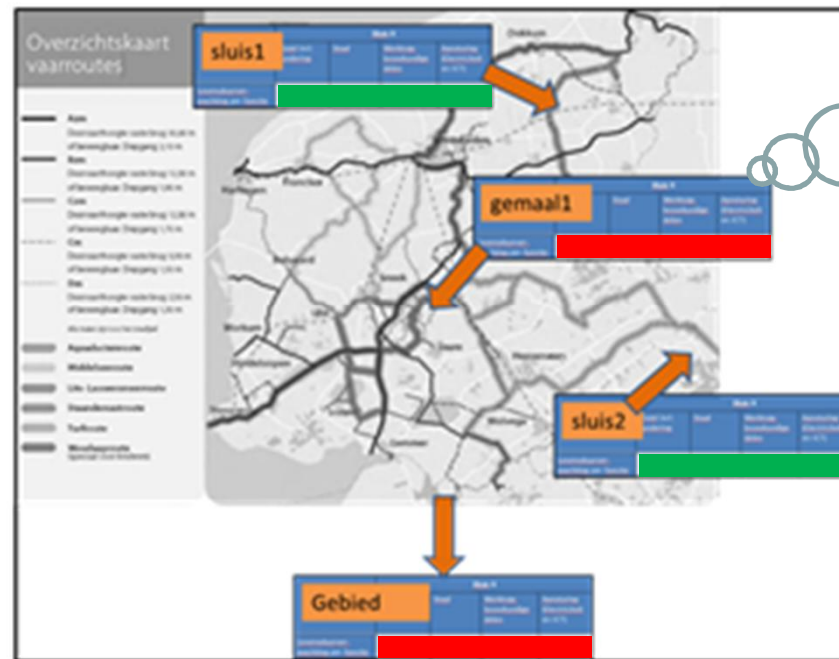
Besliscriterium 1



Besliscriterium 2



Besliscriterium 3



Geen/te weinig restlevensduur:

- Detail analyses, grond-constructie interactie
- Monitoring

Maatschappelijke consequenties



## Bepaling restlevensduur door inzet monitoring



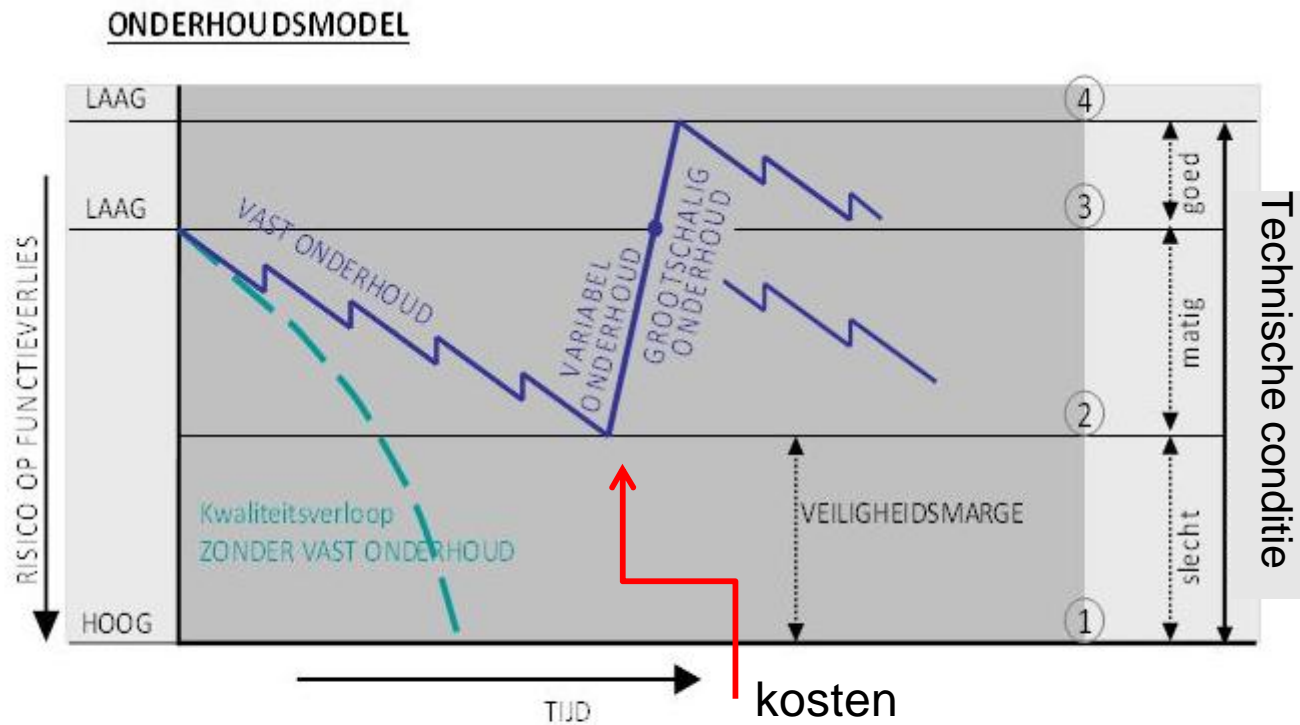


## Inhoud

- Kader monitoren einde technische levensduur NK
- Degradatie kunstwerken
- Voorbeeld uitwerken monitoren voor ASR
- Functionele eisen monitorsysteem



# Einde technische levensduur



① Niveau functieverlies

② Interventieniveau

③ Kwaliteitsniveau oorspronkelijk ontwerp

④ Kwaliteitsniveau aangepast ontwerp a.c.v. "nieuwe risico's"

Toenemende kosten onderhoud

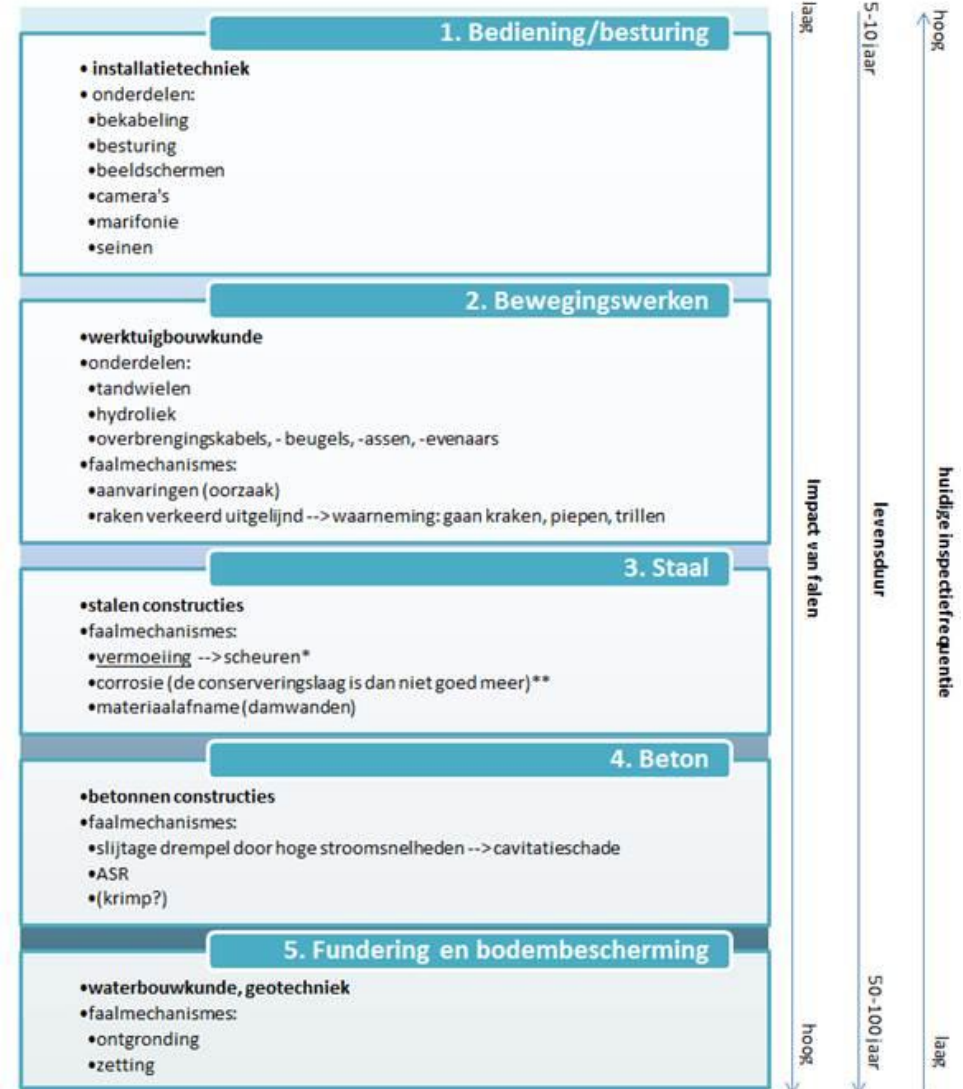
Toenemende onzekerheid in beoordeling





# Civiele constructiedelen

- Bediening
- Bewegingswerken
- Staalcomponenten
- **Civiele delen – het ‘chasis’**
  - **Betoncomponenten**
  - **Fundering en bodembescherming**





## Kader monitoring

- Einde technische levensduur: vervangen vanwege degradatie en schade en/of toegenomen belastingen.
- Monitoring gericht op civiele onderdelen (het 'chassis')
- Monitoring ten behoeve van (regulier) onderhoud blijft buiten beschouwing!
- Verkrijgen inzicht in einde technische levensduur;
  - Beter beoordelen -> papier
  - Vervanging plannen
  - Veilige benutten tot vervangen



# Degradatiemechanismen

## Expert workshop

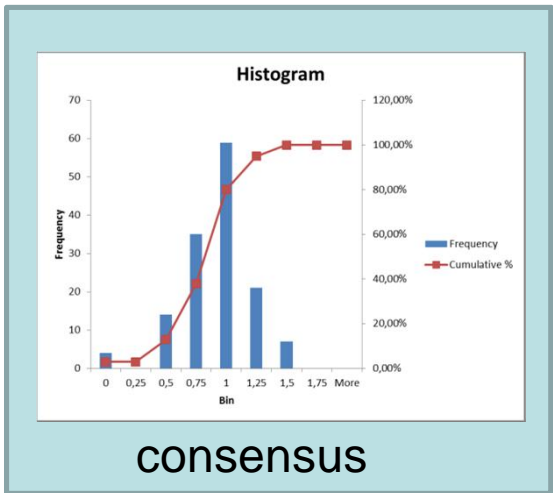
- Inventarisatie en prioritering schade en degradatiemechanismen (30)
  - **Ernst**; aard? omvang? maatregelen?
  - **Voorspelbaarheid**; is meten en voorspellen mogelijk?
- Beperkte groep deskundigen, overvraagt



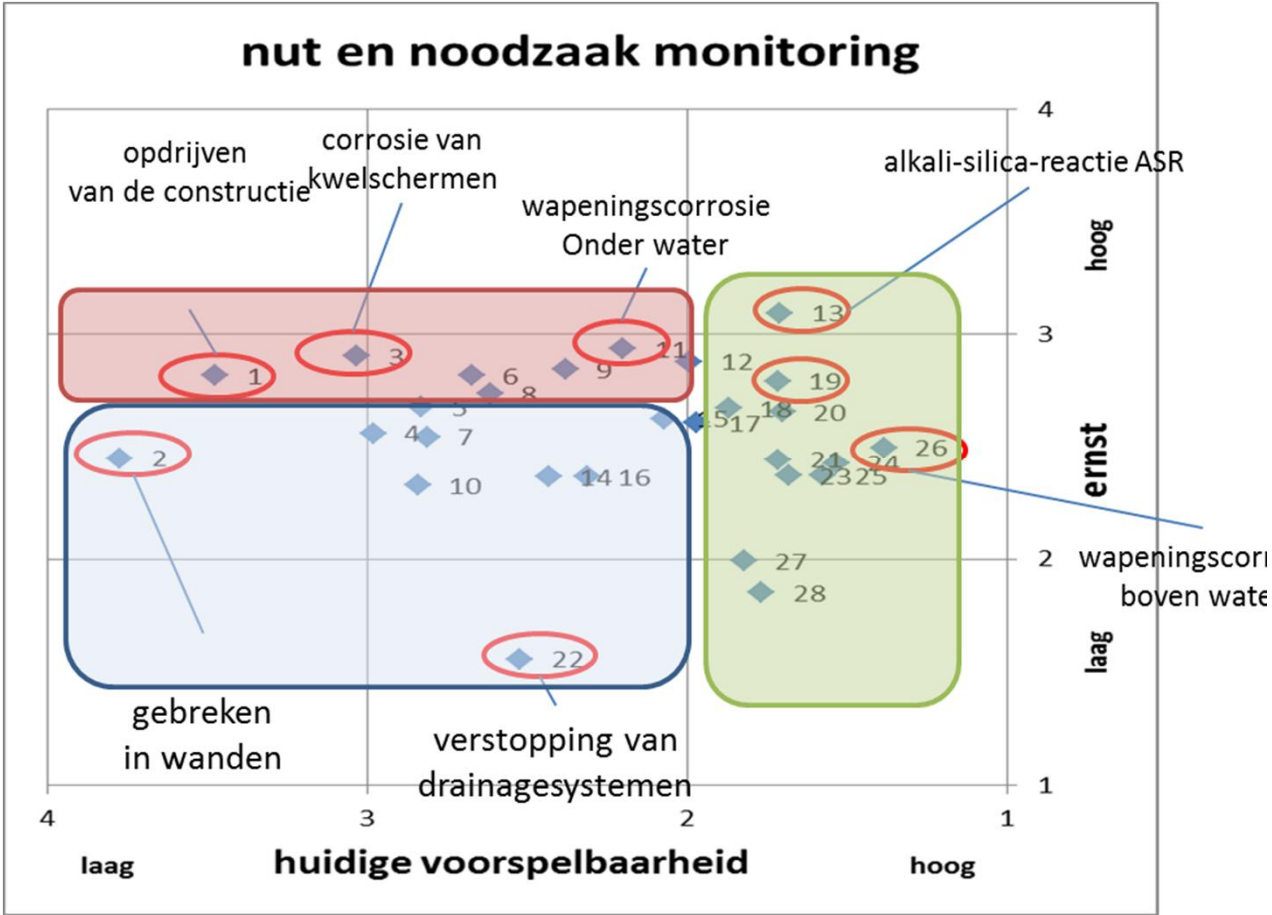


# Resultaat

- Verbeteren
- 'Niets doen'
- Ontwikkelen



TO2NK





## Evaluatie matrix workshop

Meest ernstig: ASR, corrosie kwelschermen, wapeningscorrosie onder water

Minst ernstig: verstopping drainage, verbrossing voegen metselwerken

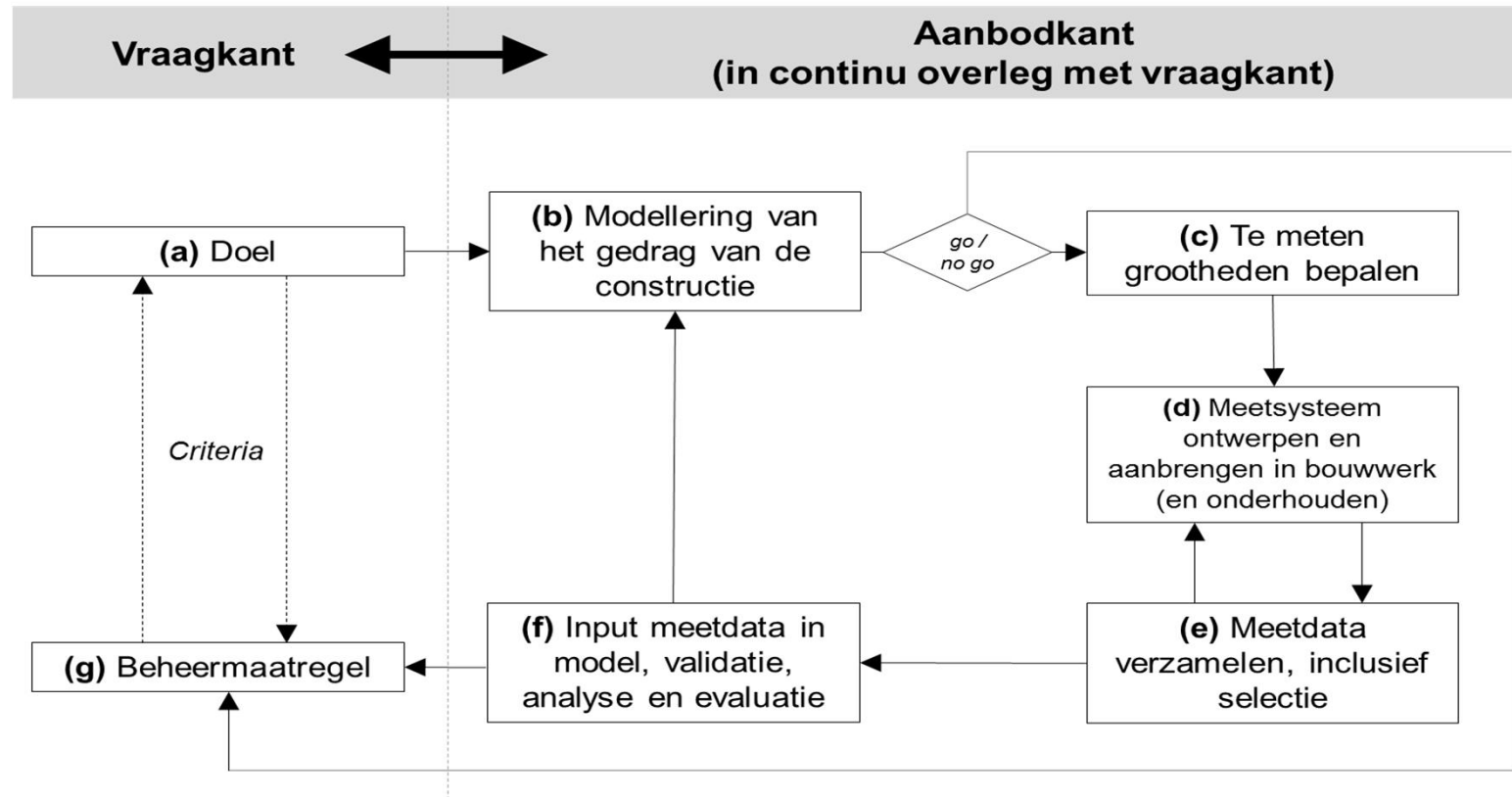
Meest voorspelbaar: wapeningscorrosie boven water, Erosie bodembescherming voor-/achterland, en in het kunstwerk

Minst voorspelbaar: verborgen gebreken, opdrijven constructie en corrosie kwelschermen

**Hydraulische belastingen van belang op areaalniveau**



# Rvoor uitwerken monitorsysteem;



Monitorsysteem afstemmen op vraag

Monitorsysteem metingen en model/begrip constructie



# Voorbeeld ASR

## ASR

- Toeslag reageert met vochten en alkaliën
- Gevolg; Gelvorming, microscheuren, expansie en sterkteafname
- Vervormingen

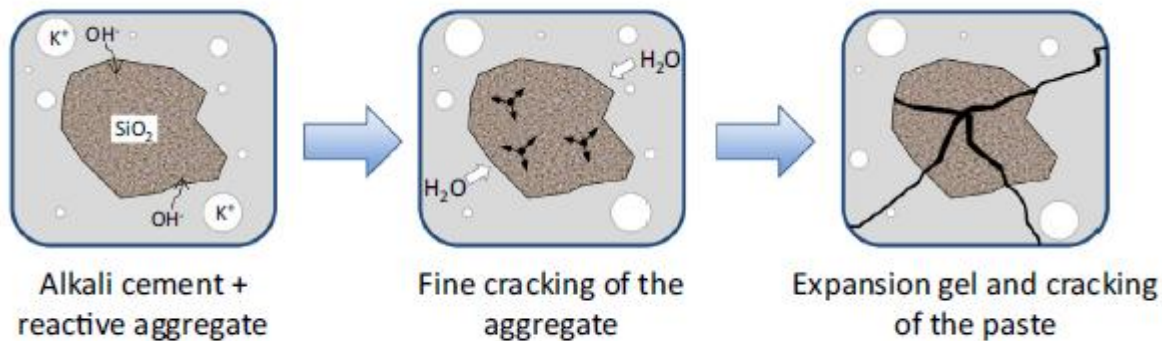


Fig. 2. Mechanism of ASR damage in concrete [[www.journal.hep.com.cn](http://www.journal.hep.com.cn)].



Abdelrahman, M., et al Constr. Build. Mat. 95:406-413 2015.



# Vraagkant ASR

## Mogelijke beheerdoelen

- Is er sprake van doorgaande ASR?
  - Is mijn vochtwerende maatregel effectief in het stoppen van de ASR?
  - Heeft de ASR gevolgen voor de veiligheid?
  - Wat is de restlevensduur van mijn constructie?
- 
- **Betoneigenschappen, constructieve gevolgen, voorspellingen**







## Betoneigenschappen

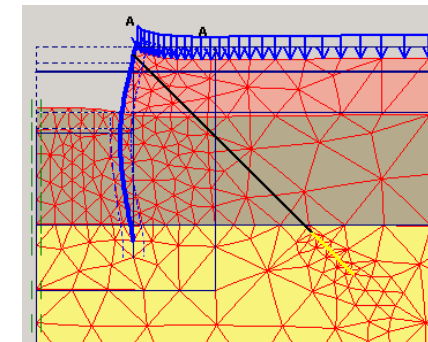
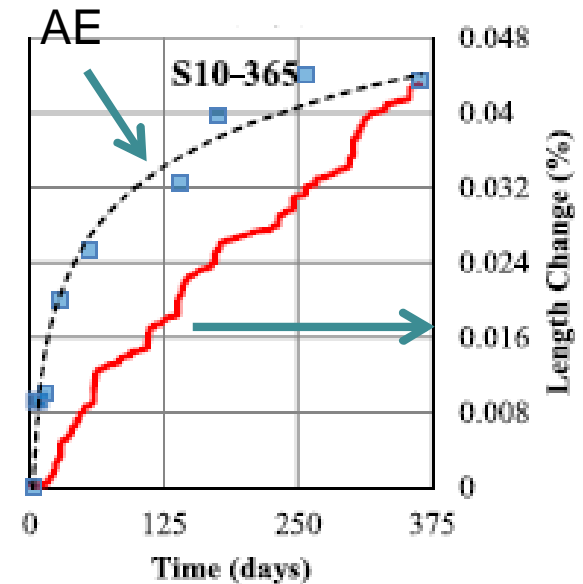
- Akoestische Emissie - Damage Rating Index
- Vocht en temperatuur meten
- Stijfheid en sterkte aan kernen
- *Materiaal modellen*

## Constructieve consequenties

- Deformatie- en rekmetingen
- Constructieve modellen
- Belastingen

## Voorspellen - *ontwikkelbehoefte*

- *Tijdsafhankelijke degradatiemodellen*





## Voorbeeld sluisolk Haukessluis

- Afkeur vanwege ASR in 2002– niet doorgerekend
- Beoordeling
  - met metingen *deformatiemetingen* en *betonkernen*
  - constructief model/analyse
- Constructief kritieke onderdelen hebben geen ASR schade
- *Vraag: ASR in het algemeen wel/niet op constructief belangrijke plekken?*





# Functionele eisen monitoringssysteem

Informatiebehoefte bij een vervangingsbeslissing?

- Wanneer starten met monitoren
- Hoe besluiten op basis van monitorresultaat

