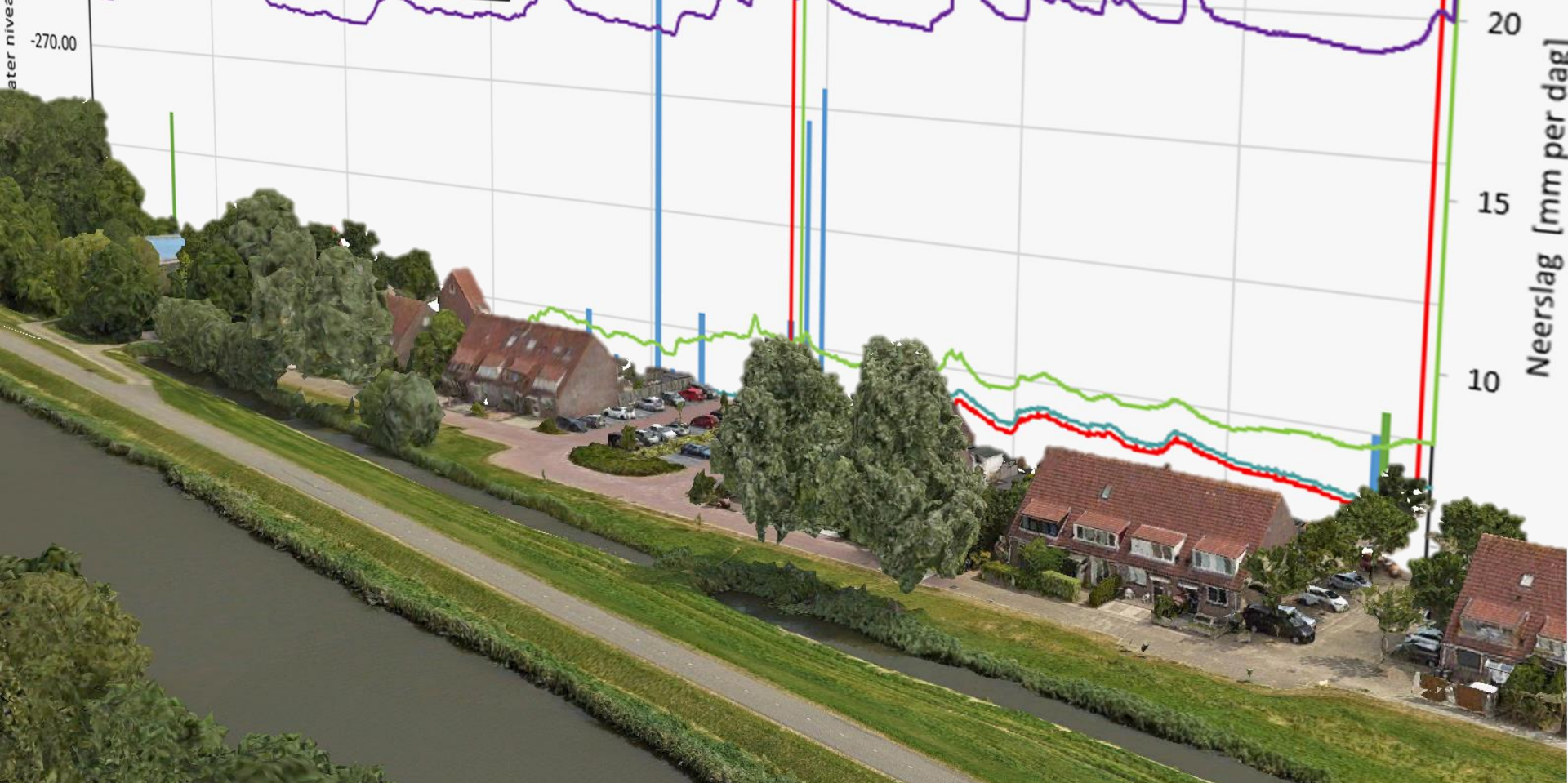




hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

Real-time dijksterkte op basis van waterspanningsmeters

Erik Vastenburg (HHNK)



Kennisplatform Dijkmonitoring

Inhoud

1. Aanleiding om te gaan monitoren
2. Proeftuin Purmer
 - Parameters
 - Meettechnieken
 - Casestudies
3. Hoe nu verder



Inhoud

1. Aanleiding om te gaan monitoren

2. Proeftuin Purmer

- Parameters
- Meettechnieken
- Casestudies

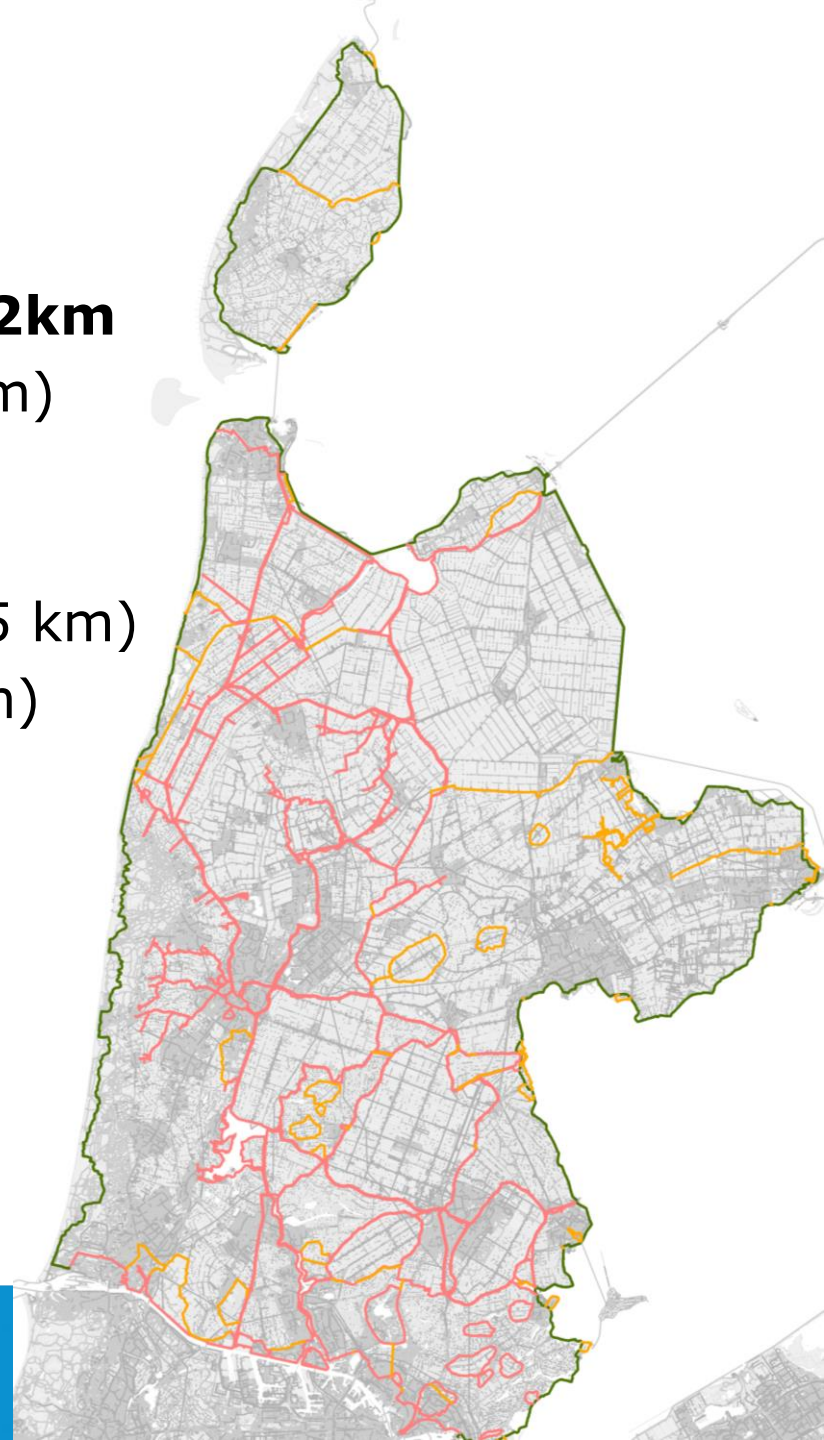
3. Hoe nu verder



Beheergebied HHNK

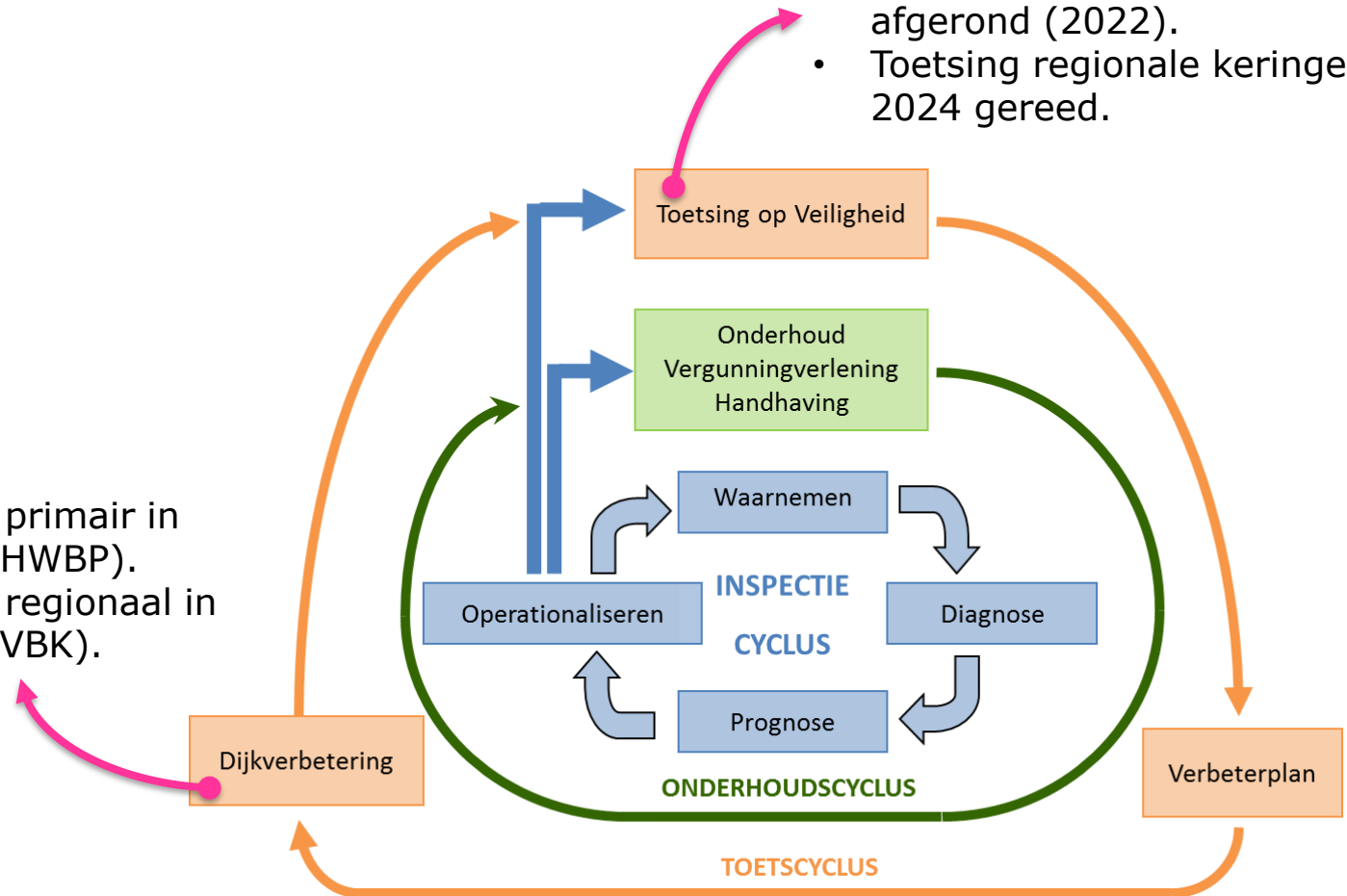
Totale lengte waterkeringen: **1.522km**

- Primaire waterkeringen (269 km)
 - *harde keringen* (176 km)
 - *zandige kust* (93 km)
- Regionale waterkeringen (1.065 km)
- Overige waterkeringen (188 km)

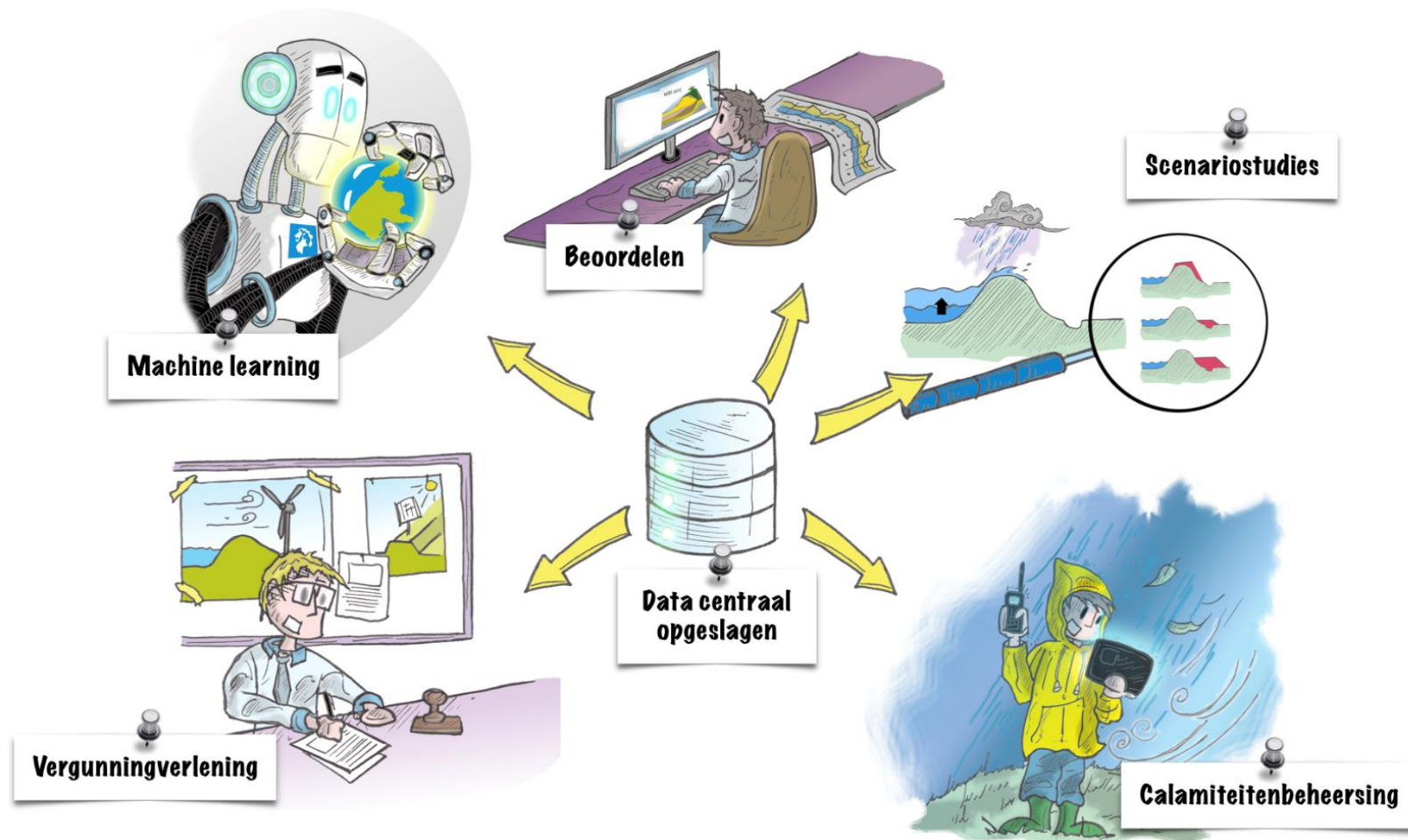


Waterkeringen management

- Versterkingen primair in 2050 gereed (HWBP).
- Versterkingen regionaal in 2030 gereed (VBK).
- Beoordeling primaire keringen afgerond (2022).
- Toetsing regionale keringen in 2024 gereed.



Datagestuurd werken

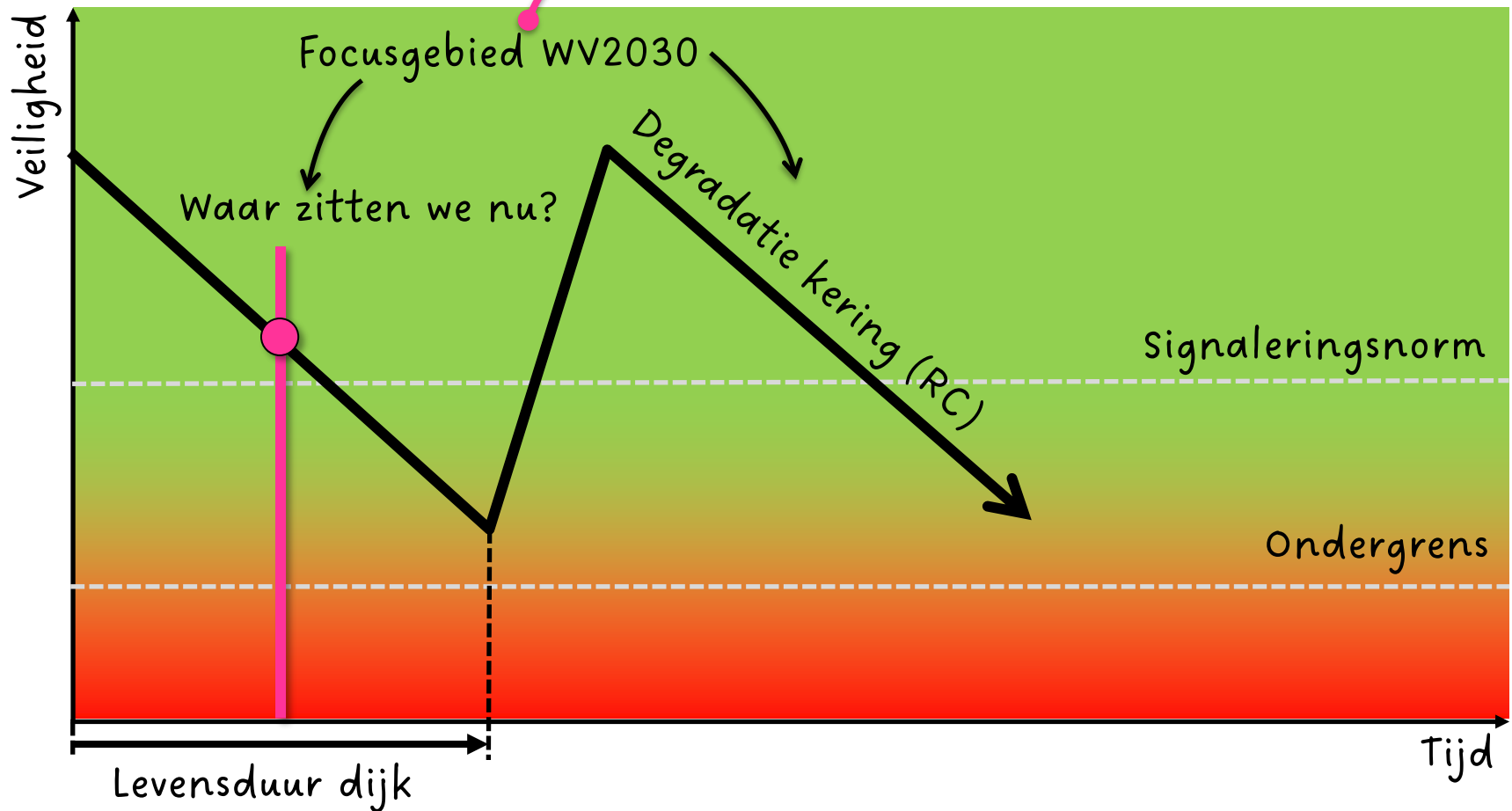


Waar willen we naar toe?

- We willen voorkomen dat dijktrajecten onder de norm zakken door op basis van **continu inzicht** en **risico gestuurd beheer** maatregelen te treffen.
- We willen altijd een **actueel oordeel**. Om **continu** in control te zijn en daarmee onze zorgplicht te kunnen vervullen.
- We willen een manier vinden om **veranderingen** t.o.v. de 'nul-situatie' in beeld te brengen en het effect op het oordeel.
- **Het verhaal van de kering centraal**. Beter inzicht in het gedrag van onze keringen (o.a. bewezen sterkte en degradatie) door observeren, monitoren, voorspellen, rekenen en visualiseren in een dashboard.

Verloop van de veiligheid tijdens de levensduur van de dijk

Proeftuin Purmer



Inhoud

1. Aanleiding om te gaan monitoren

2. Proeftuin Purmer

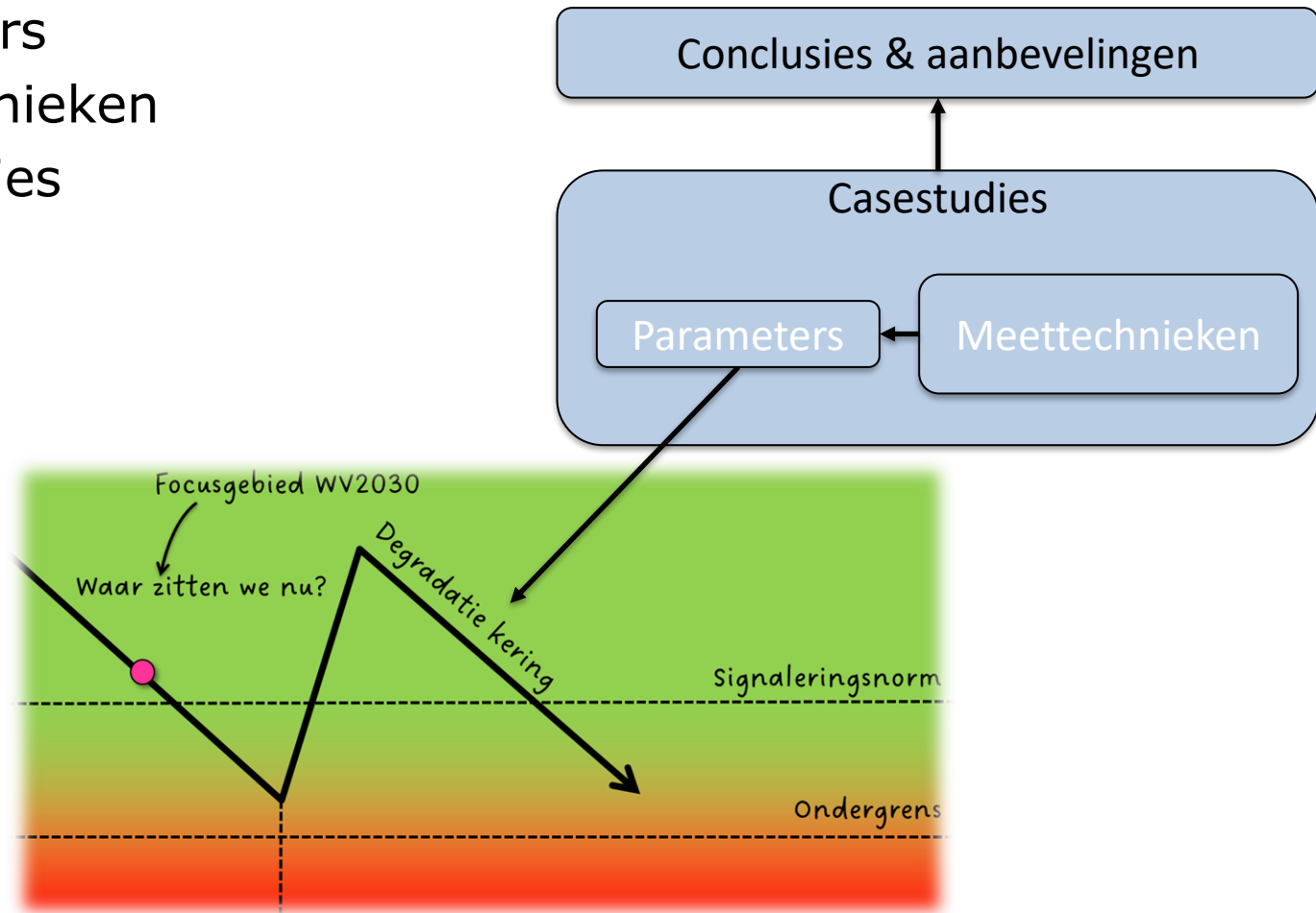
- Parameters
- Meettechnieken
- Casestudies

3. Hoe nu verder



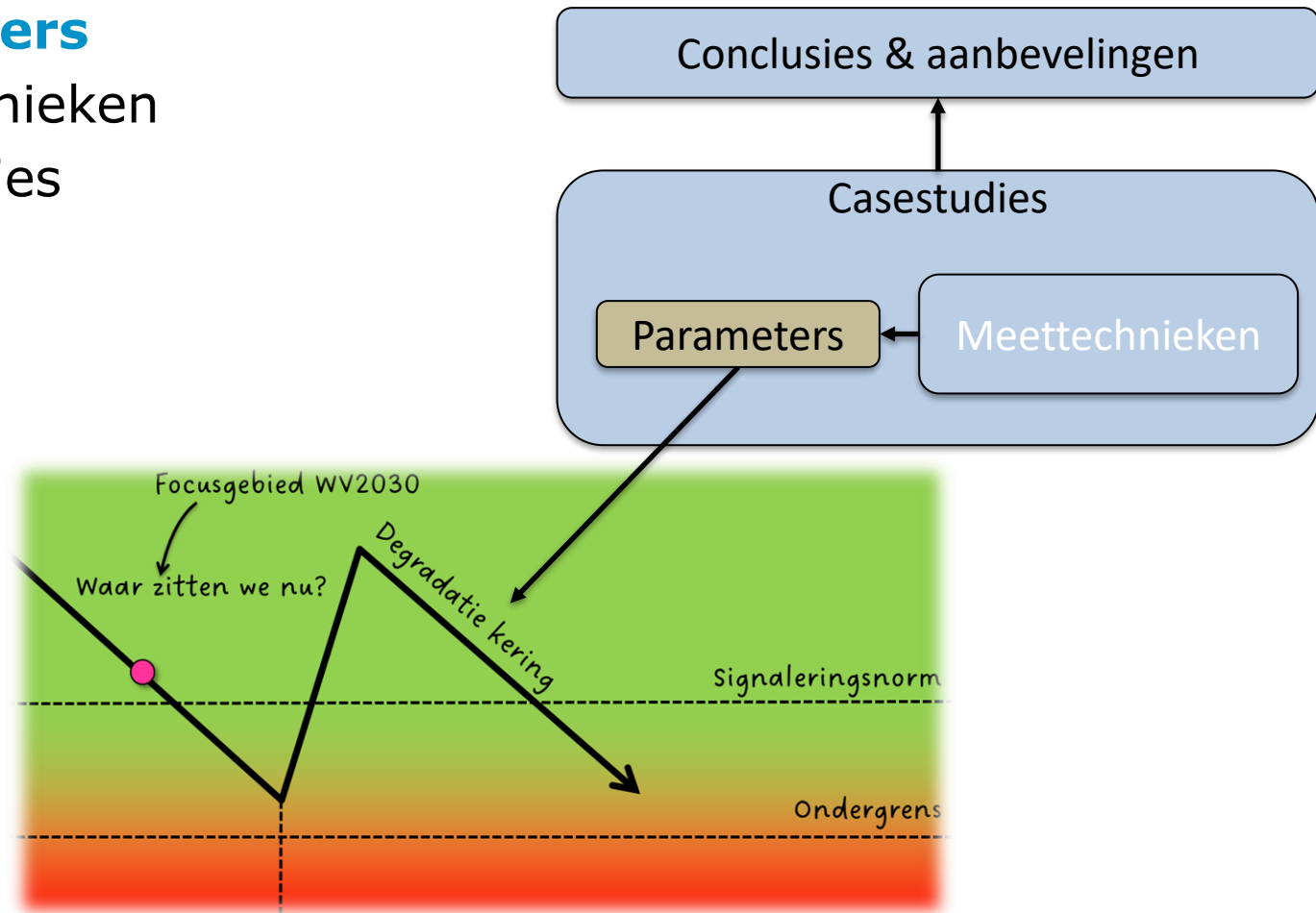
Proeftuin Purmer – De Opzet

1. Parameters
2. Meettechnieken
3. Casestudies



Proeftuin Purmer – Pilotgebied

1. **Parameters**
2. Meettechnieken
3. Casestudies



Proeftuin Purmer – Parameters

1. Geometrie
2. Bodemopbouw
3. Grondeigenschappen
4. Hydraulische belastingen
5. Polderpeil
6. Neerslag en verdamping
7. Freatisch vlak
8. Waterspanningen watervoerende lagen
9. Bekleding (gras, steen)
10. Verkeersbelasting



Proeftuin Purmer – Parameters

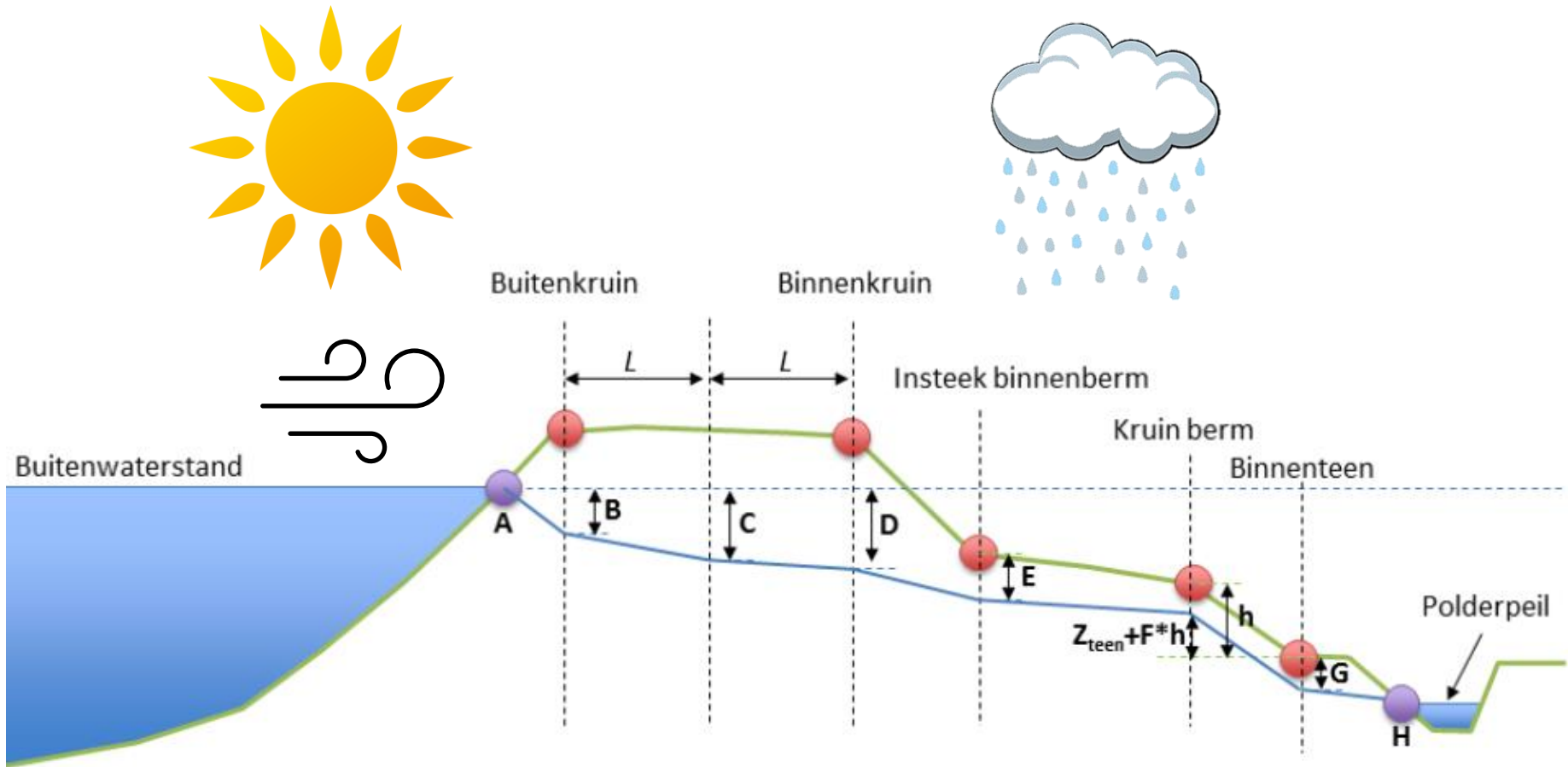
1. Geometrie
2. Bodemopbouw
3. Grondeigenschappen
4. Hydraulische belastingen
5. Polderpeil
6. Neerslag en verdamping

7. Freatisch vlak

8. Waterspanningen watervoerende lagen
9. Bekleding (gras, steen)
10. Verkeersbelasting

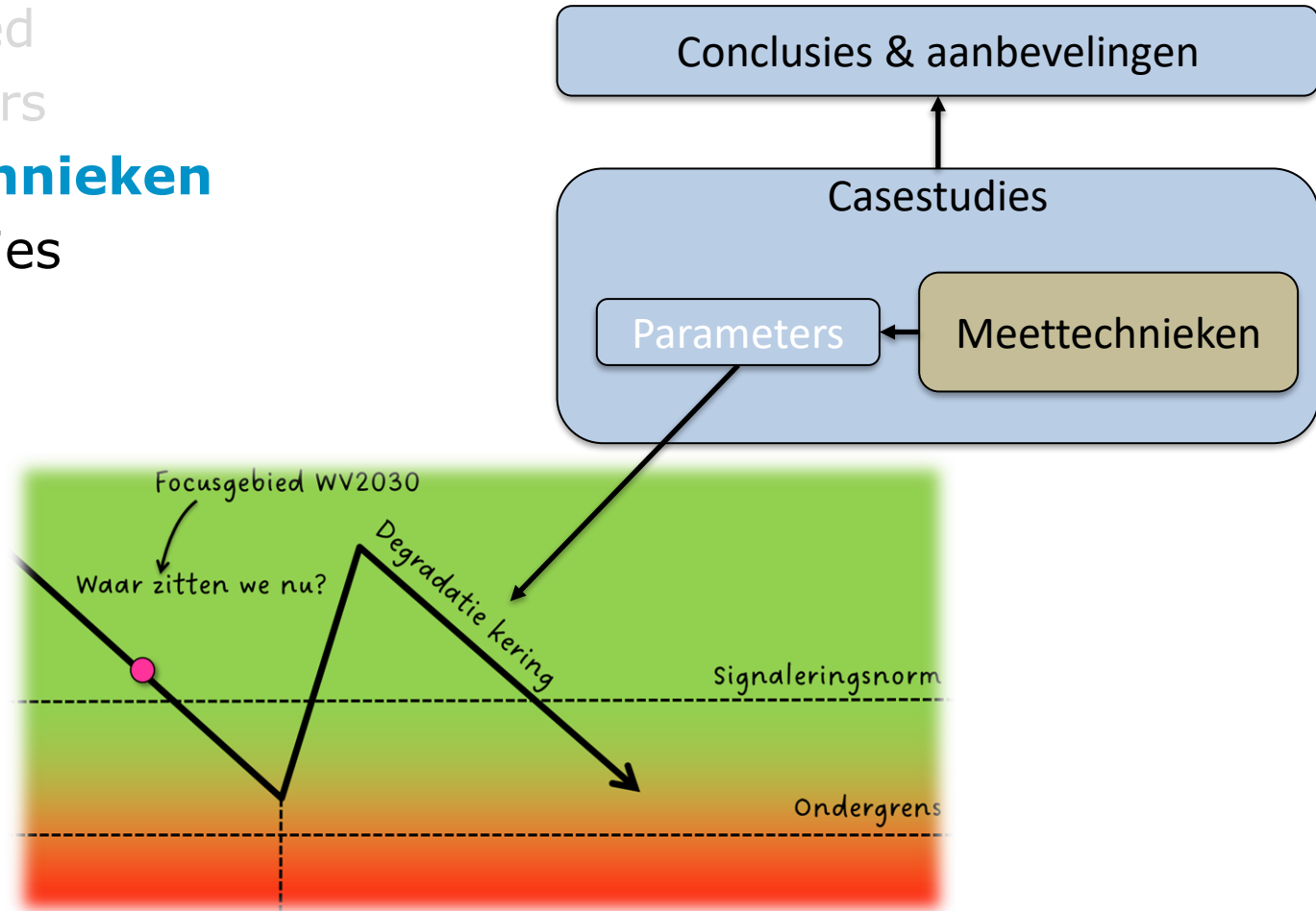


Parameters – Freatisch vlak



Proeftuin Purmer – Pilotgebied

1. Pilotgebied
2. Parameters
- 3. Meettechnieken**
4. Casestudies



Proeftuin Purmer – Meettechnieken

1. Visueel waarnemen
2. Waterspanningsmeters en peilbuizen
3. Laser altimetrie (handheld)
4. Laser altimetrie (lucht)
5. Fotogrammetrie
6. Elektromagnetisch (EM)
7. Echolood
8. Optische beelden
9. Infrarood
10. Neerslagmeter



Proeftuin Purmer – Meettechnieken

1. Visueel waarnemen

2. Waterspanningsmeters en peilbuizen

3. Laser altimetrie (handheld)

4. Laser altimetrie (lucht)

5. Fotogrammetrie

6. Elektromagnetisch (EM)

7. Echolood

8. Optische beelden

9. Infrarood

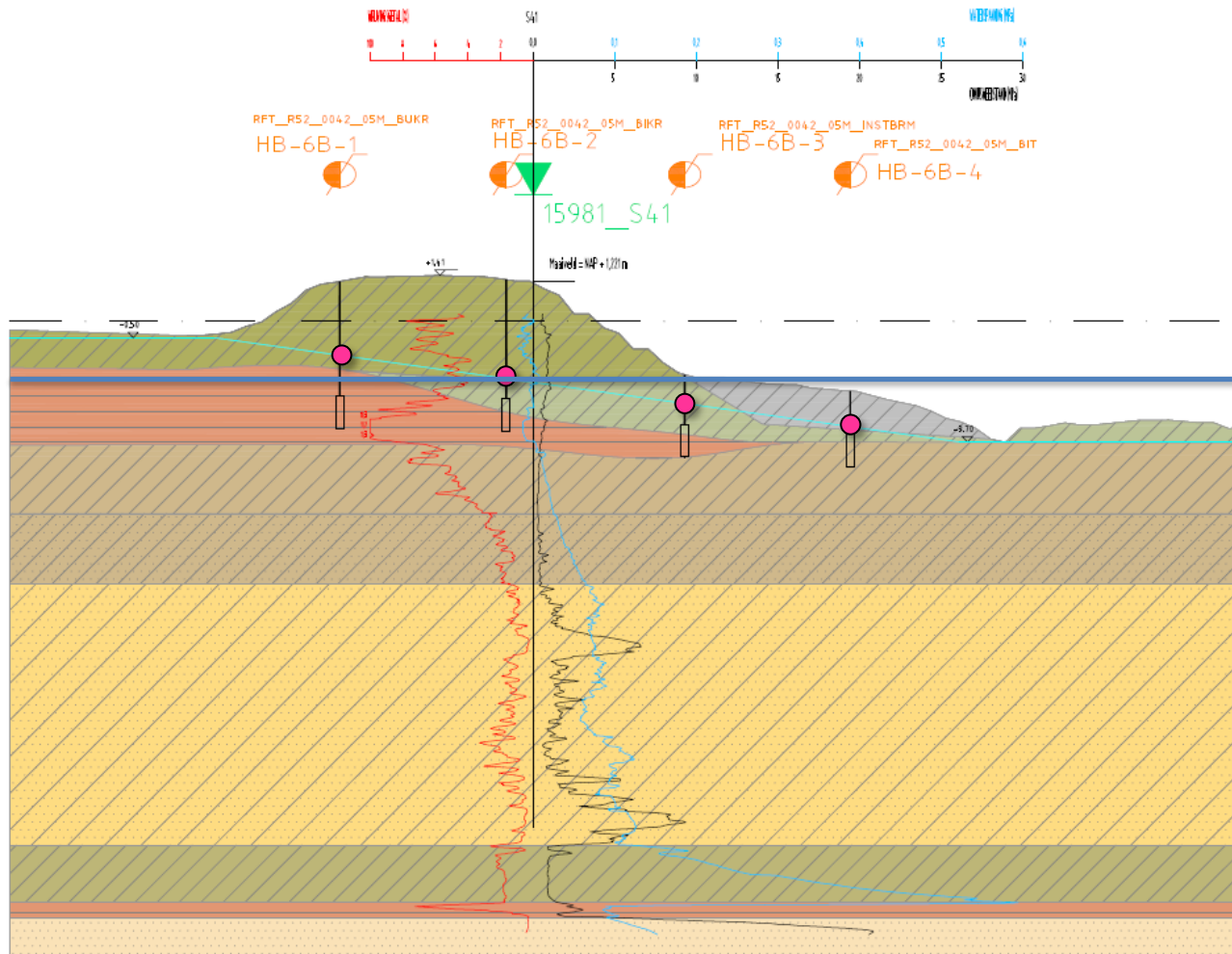
10. Neerslagmeter



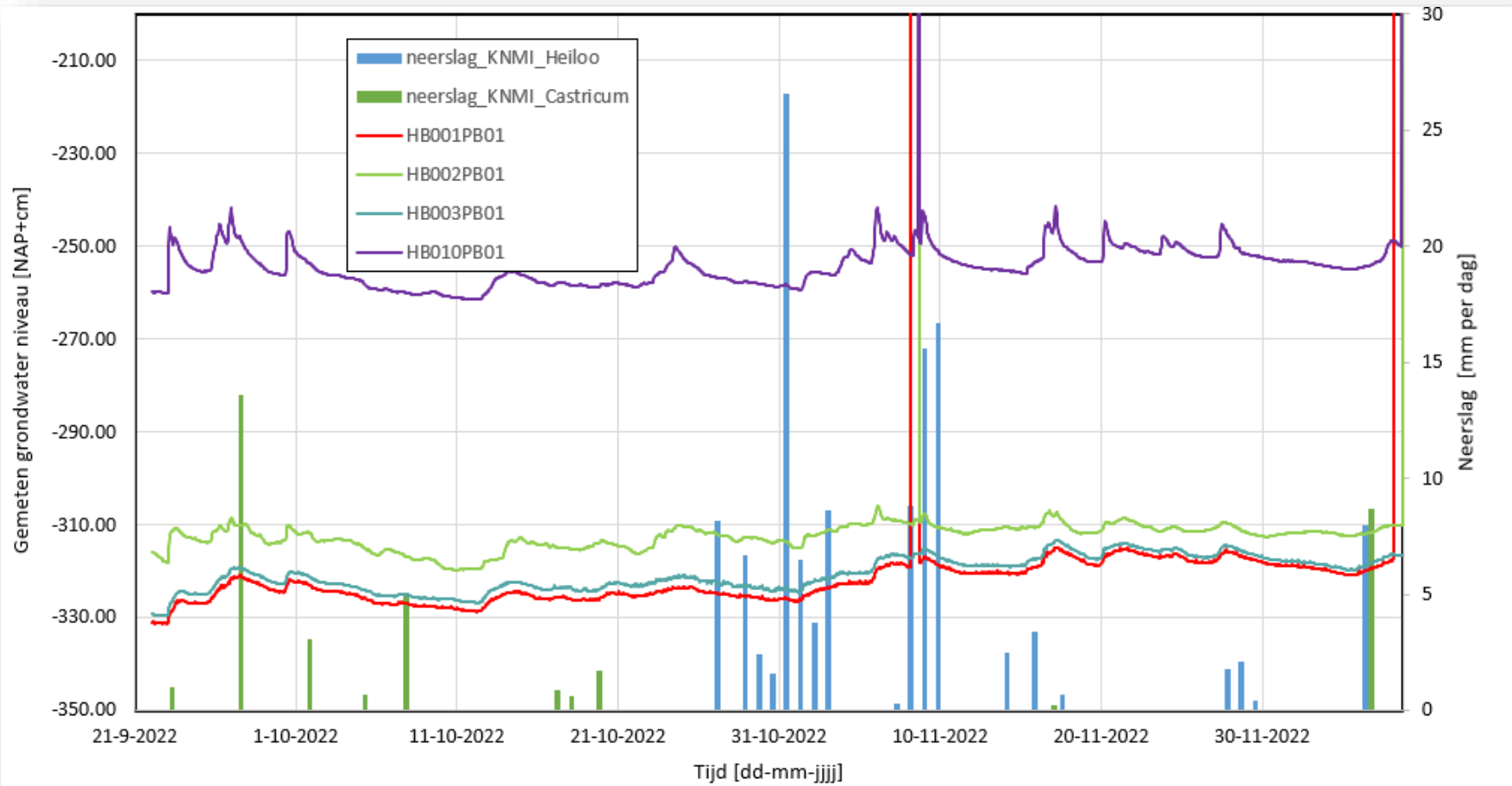
Installatie peilbuizen en waterspanningsmeters



Waterspanningsmeters

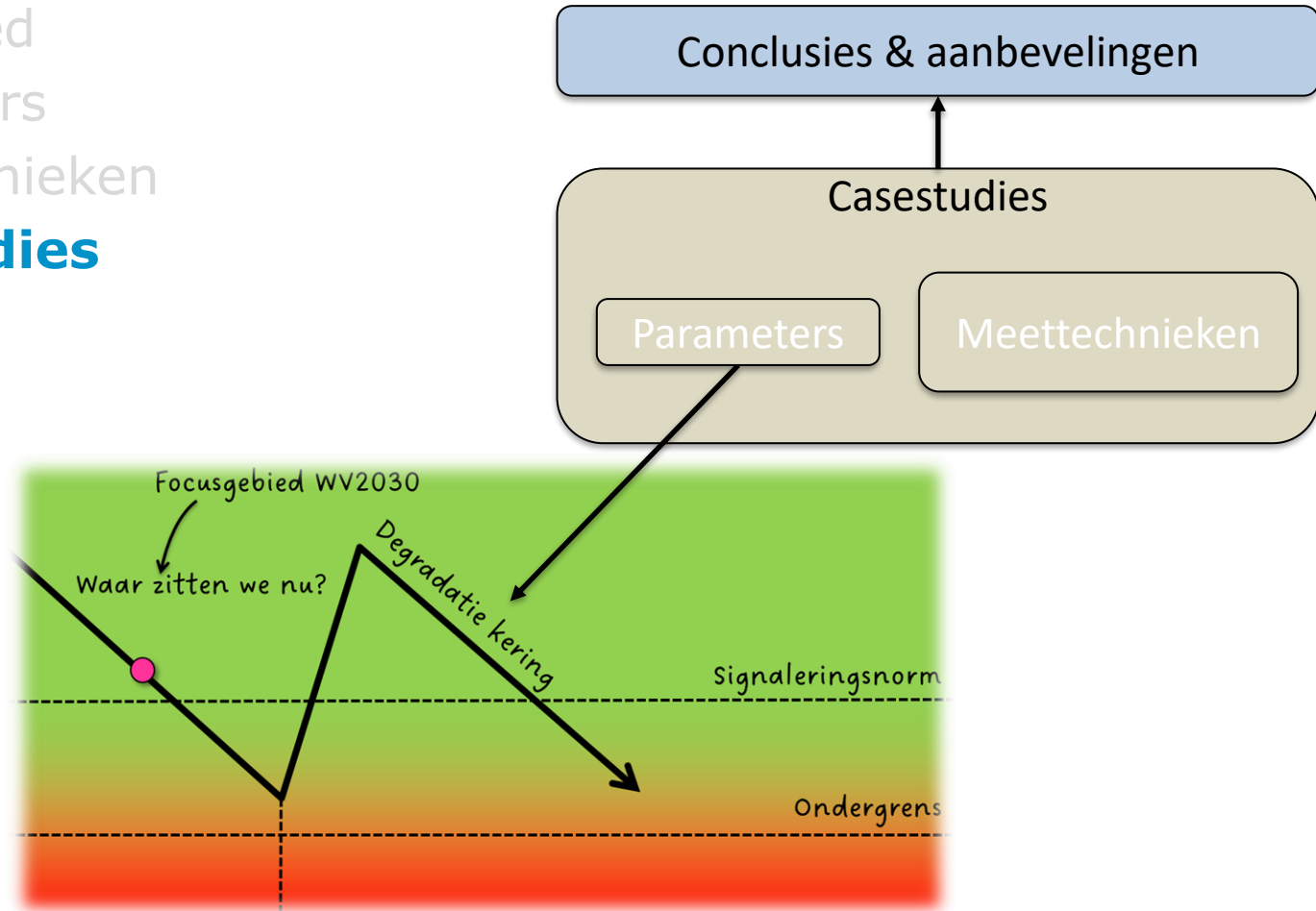


Waterspanning en peilbuizen



Proeftuin Purmer – Pilotgebied

1. Pilotgebied
2. Parameters
3. Meettechnieken
- 4. Casestudies**



Proeftuin Purmer – Casestudies

1. Continu Inzicht
2. Restlevensduur voorspelling
3. DAM Live
4. Digital Twin
5. Scheurdetectie



Proeftuin Purmer – Casestudies

1. Continu Inzicht

2. Restlevensduur voorspelling

3. DAM Live

4. Digital Twin

5. Scheurdetectie



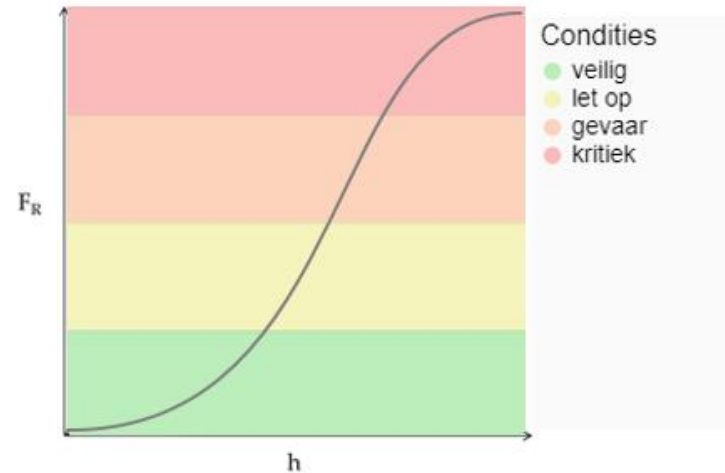
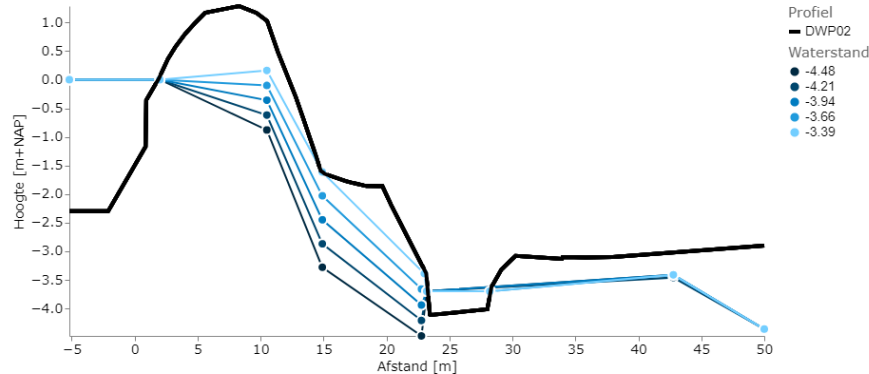
Case: Continu inzicht - Doel

Doel:

Het onderzoeken van de toepasbaarheid van fragility curves voor het inschatten van de conditionele faalkans van de kering.

Case: continu inzicht - Resultaten

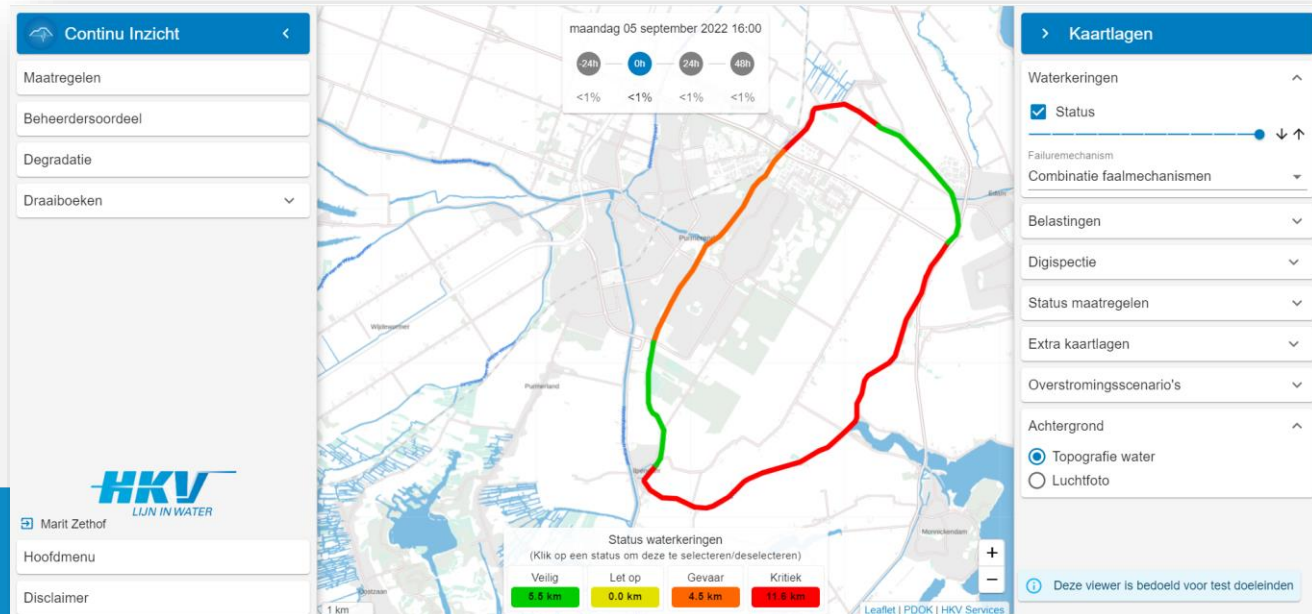
Dijkvak: Vak 6a



< VORIGE

VOLGENDE >

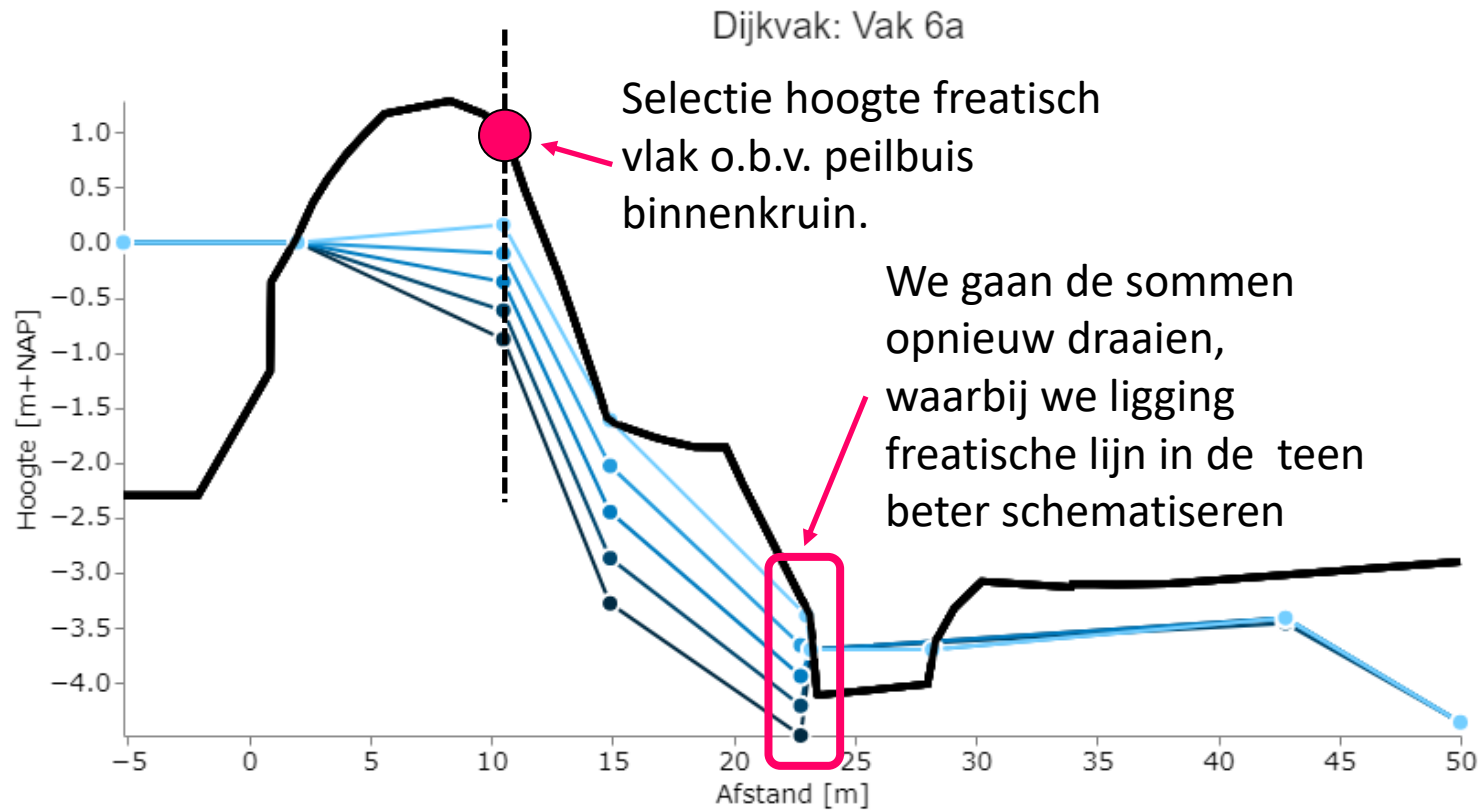
OK



Conclusies en aanbevelingen

- Het gebruik van fragility curves als rekentechniek heeft de potentie om (continu) inzicht in de waterveiligheid te vergroten.
- Houdbaarheid van fragility curves als gevolg van degradatie van de kering en externe invloeden is een aandachtspunt.
- Opstellen van fragility curves is een arbeidsintensief proces. Voor een enkel profiel is dit prima te doen, maar als opgeschaald wordt naar grote delen van het beheergebied wordt dit (handmatig) nagenoeg ondoenlijk.
- Het uitdrukken van schadebeelden in fragility curves is nog te complex, waardoor dit nog niet het vertrouwen geeft dat je hier op zou willen en durven te sturen tijdens calamiteiten.
- Bepalen locatie op fragility curve kan verbeterd worden.

Binnenkruin peilbuis



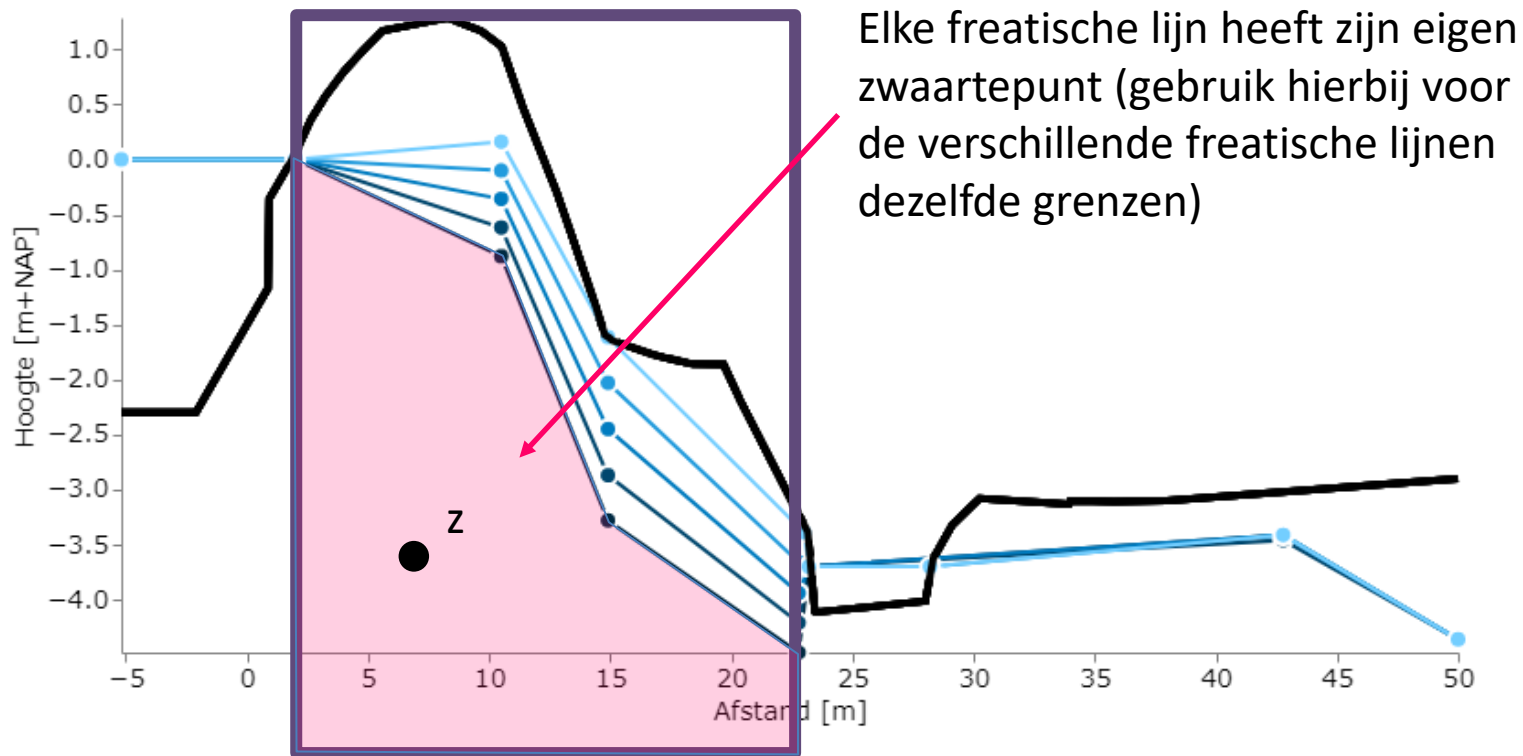
◀ VORIGE



VOLGENDE ▶

Zwaartepunt

Dijkvak: Vak 6a



< VORIGE

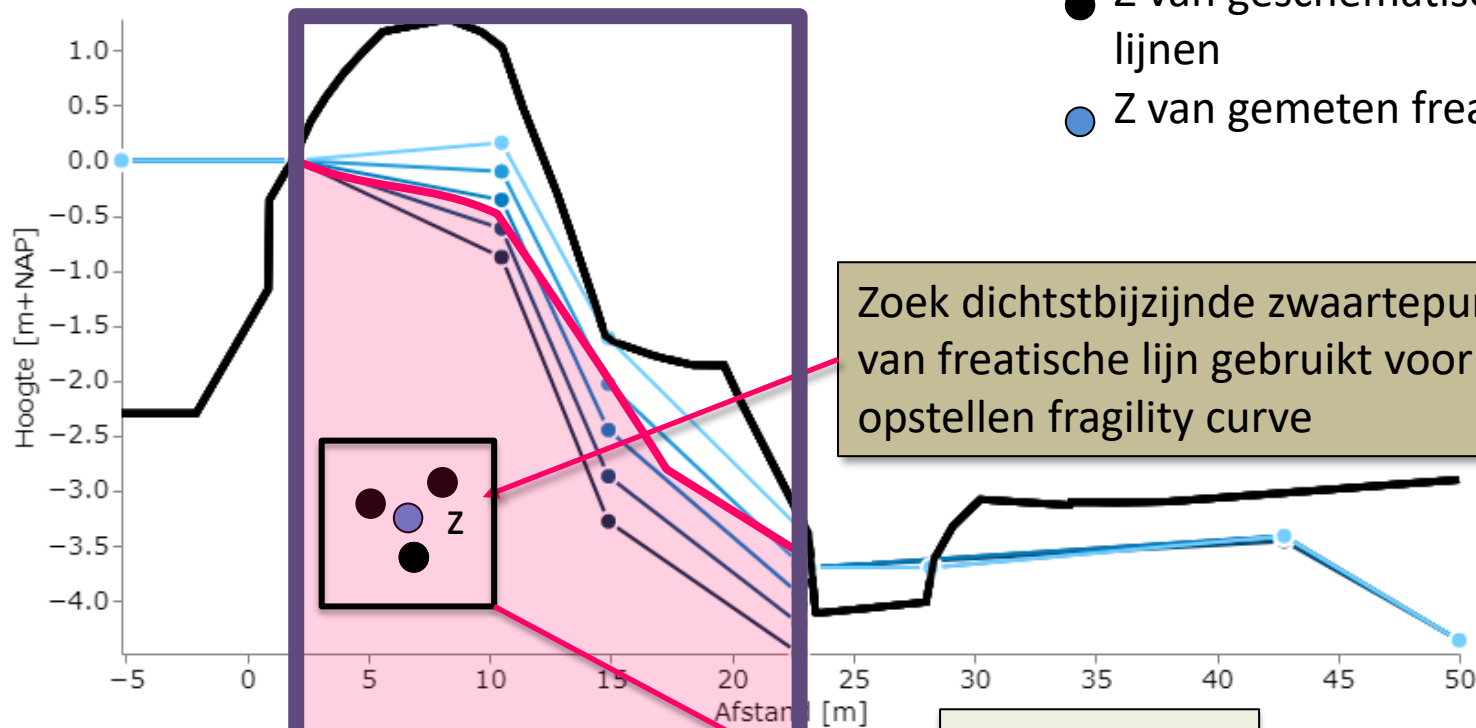


VOLGENDE >

Zwaartepunt

Dijkvak: Vak 6a

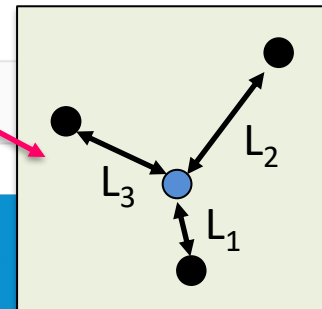
- Z van geschematiseerde freatische lijnen
- Z van gemeten freatische lijn



< VORIGE



VOLGENDE >

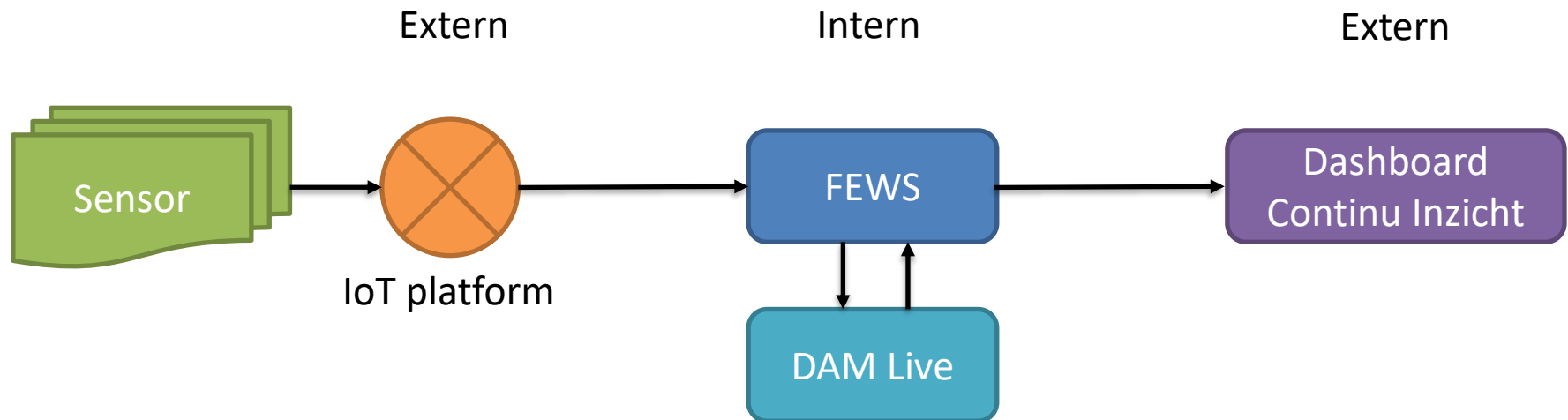


Case: DAM Live - Doel

Doel:

Het inschatten van de momentane (geotechnische) stabiliteit van de waterkering op basis van real-time grondwaterstandmetingen.

Case: DAM Live - Koppelingen



Case: DAM Live - Resultaten

Continu Inzicht

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier



Real time inzicht



What-if inzicht



Rapportages



Risicogestuurd
beheer



Beslissen onder
onzekerheid



Fragility Curves
beheerdersoordeel

NKWK Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat

stowa

Rijkswaterstaat

Hoogheemraadschap van Delfland

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Waterschap Rivierenland

Waterschap Rijn en IJssel

Waterschap Brabantse Delta

BRIGAD

Deze viewer is bedoeld voor test doeleinden

Deze pagina is bedoeld voor test doeleinden

Conclusies en aanbevelingen

- Beter begrip van de ligging grondwaterstanden als gevolg van een verandering in belasting (waterstand, neerslag, droogte) leidt direct tot een betere inschatting van de faalkans van de waterkering.
- De grondwaterstanden worden in deze pilot automatisch in de stabiliteitssom ingevoerd, dit geeft direct inzicht (nadat de berekening uitgevoerd is) in de conditionele faalkans.
- Er zijn nog wel optimalisaties mogelijk in de rekensnelheid.
- Een andere optie welke de moeite waard lijkt om te verkennen is de combinatie van fragility curves en DAM Live.
- Een punt van aandacht is nog wel hoe de lokale grondwatermetingen vertaald mogen worden naar een dijkvak. Overigens geldt dit ook als gebruik gemaakt wordt van fragility curves.

Inhoud

1. Aanleiding om te gaan monitoren
2. Proeftuin Purmer
 - Parameters
 - Meettechnieken
 - Casestudies
 - Conclusies en aanbevelingen

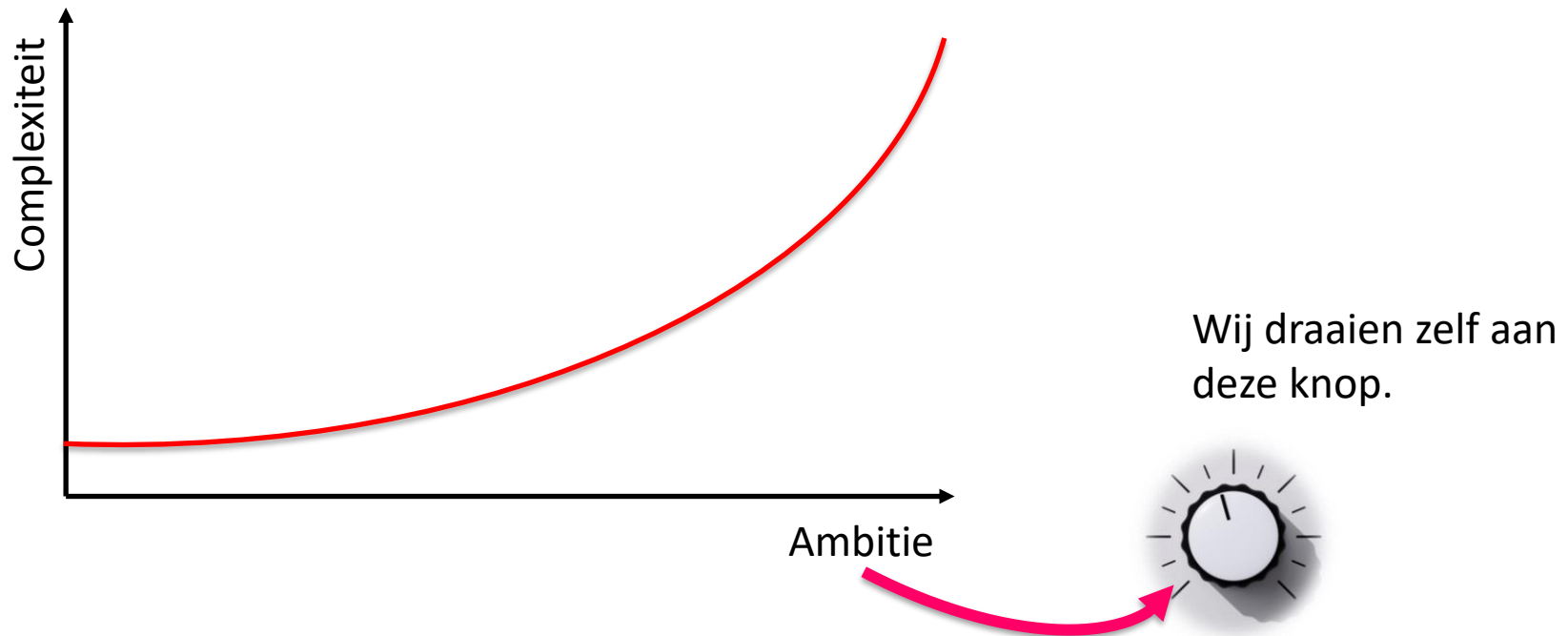
3. Hoe nu verder



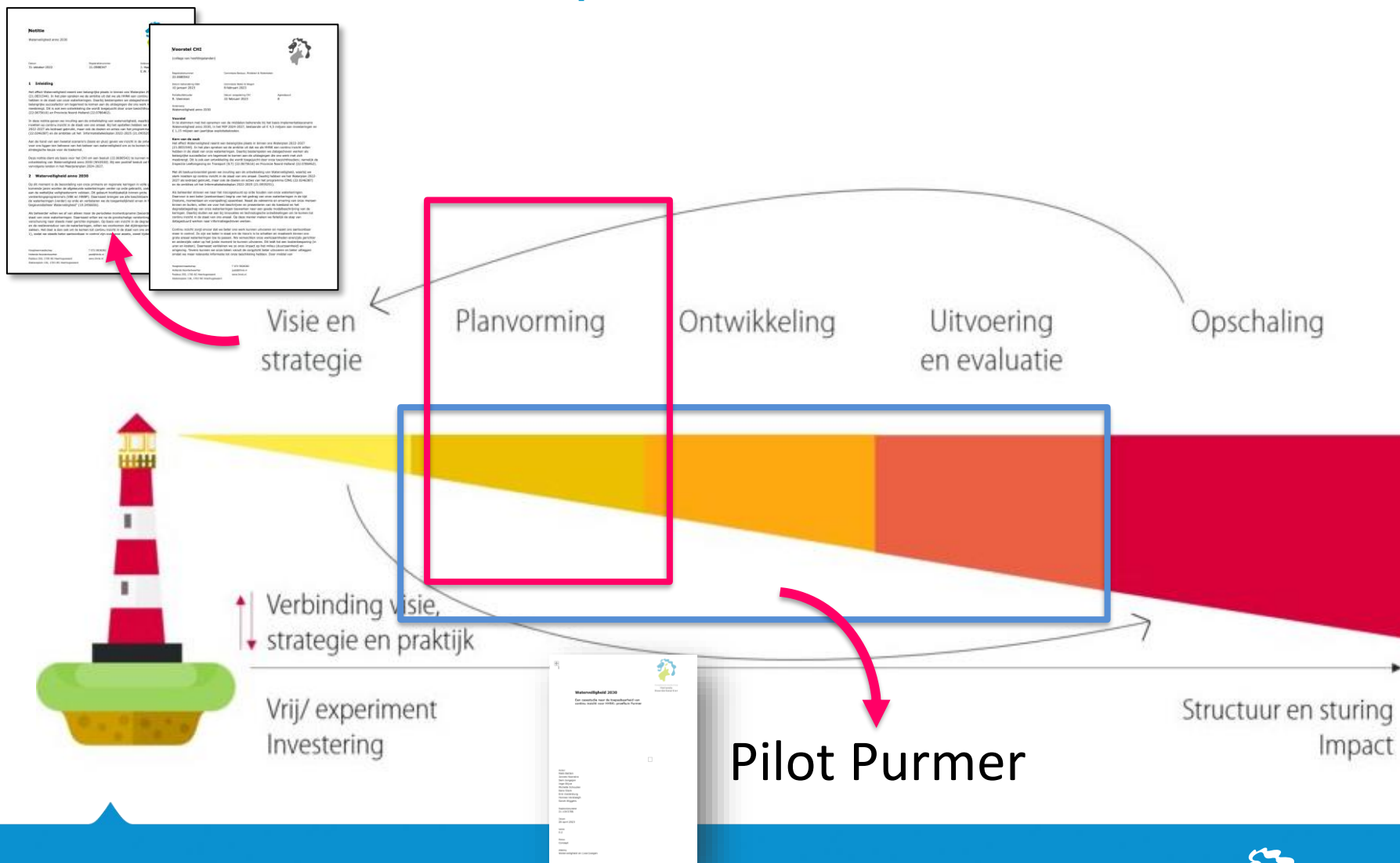
Complex project?



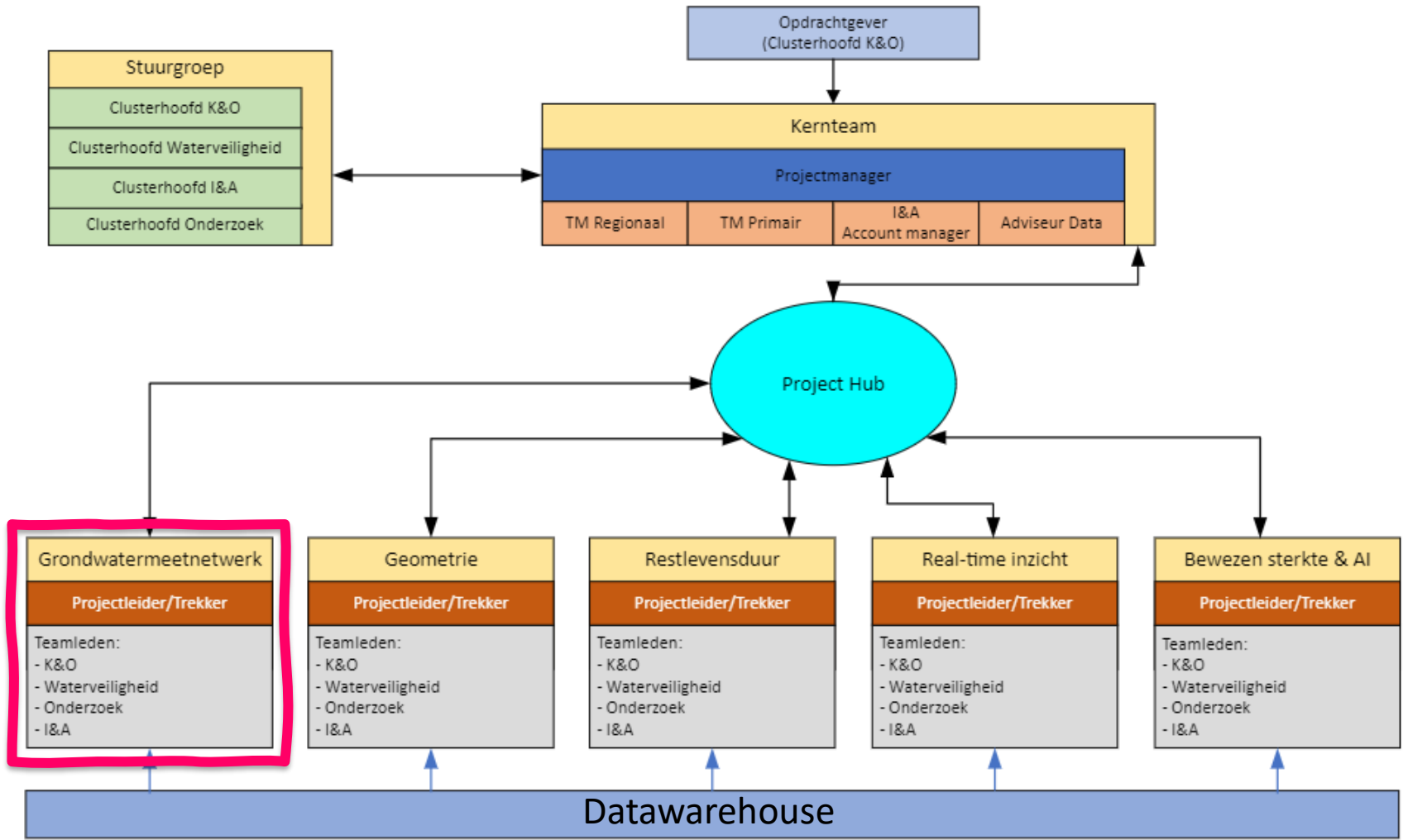
Gefaseerde aanpak



Gefaseerde aanpak: waar staan we nu



Contourschetsen organisatie WV2030



Gefaseerde aanpak

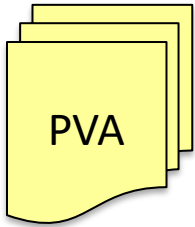
- We gaan gefaseerd ontwikkelen, waarbij elke stap een meerwaarde levert in ons begrip van de waterkering.
- Daarmee voorkomen we dat we alle stappen moeten doorlopen om de investering (deels) te laten renderen.

'Hogere temperaturen dan normaal'

Meteorologen: grote kans op warme zomer met plensbuien



Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermeetnet)

Areaal indelen in representatieve groepen, t.a.v. de gevoeligheid voor grondwaterfluctuatie in de waterkering.

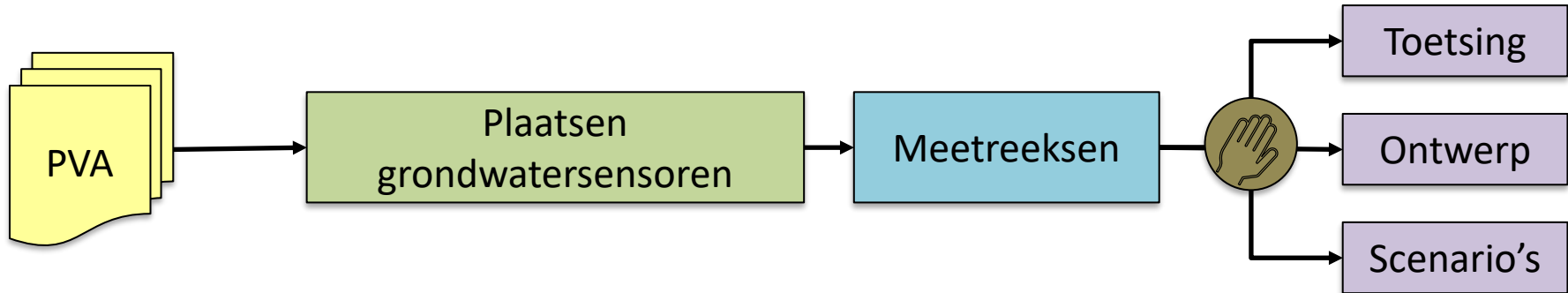
Meetnet uitrollen, prioritering o.b.v.:

- Kerende hoogte
 - Stijghoogte
 - (over)dimensie
 - IPO-klasse
- Gevoeligheid voor grondwaterstand

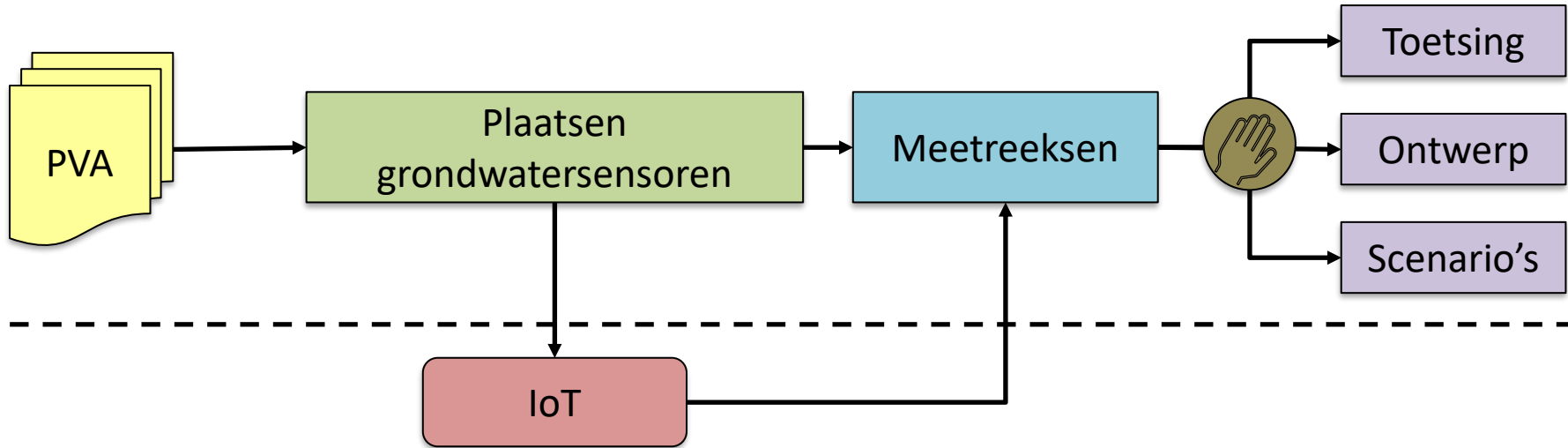
Wat zijn jullie
gedachten hierbij?
Eventuele tips?



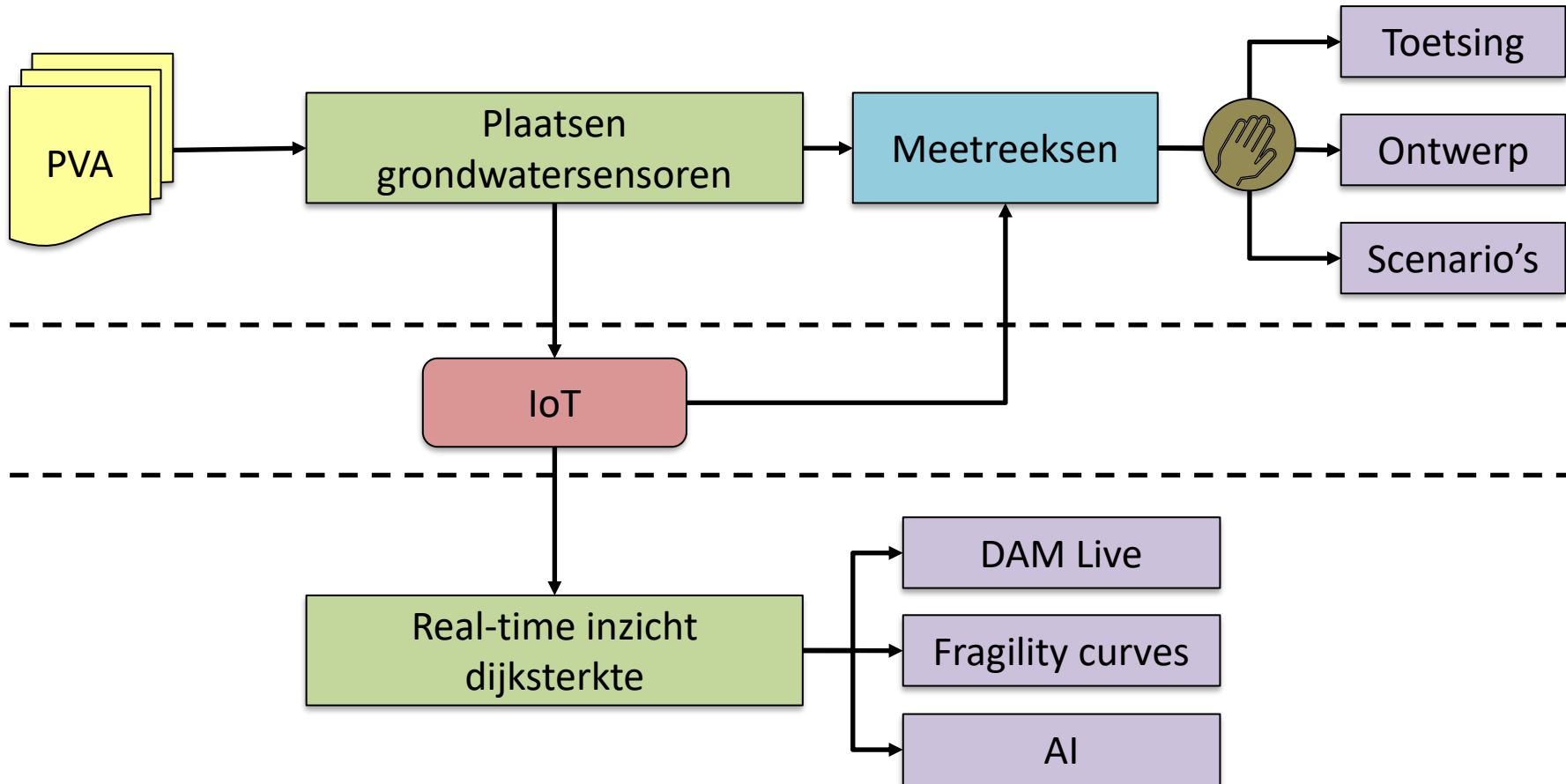
Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



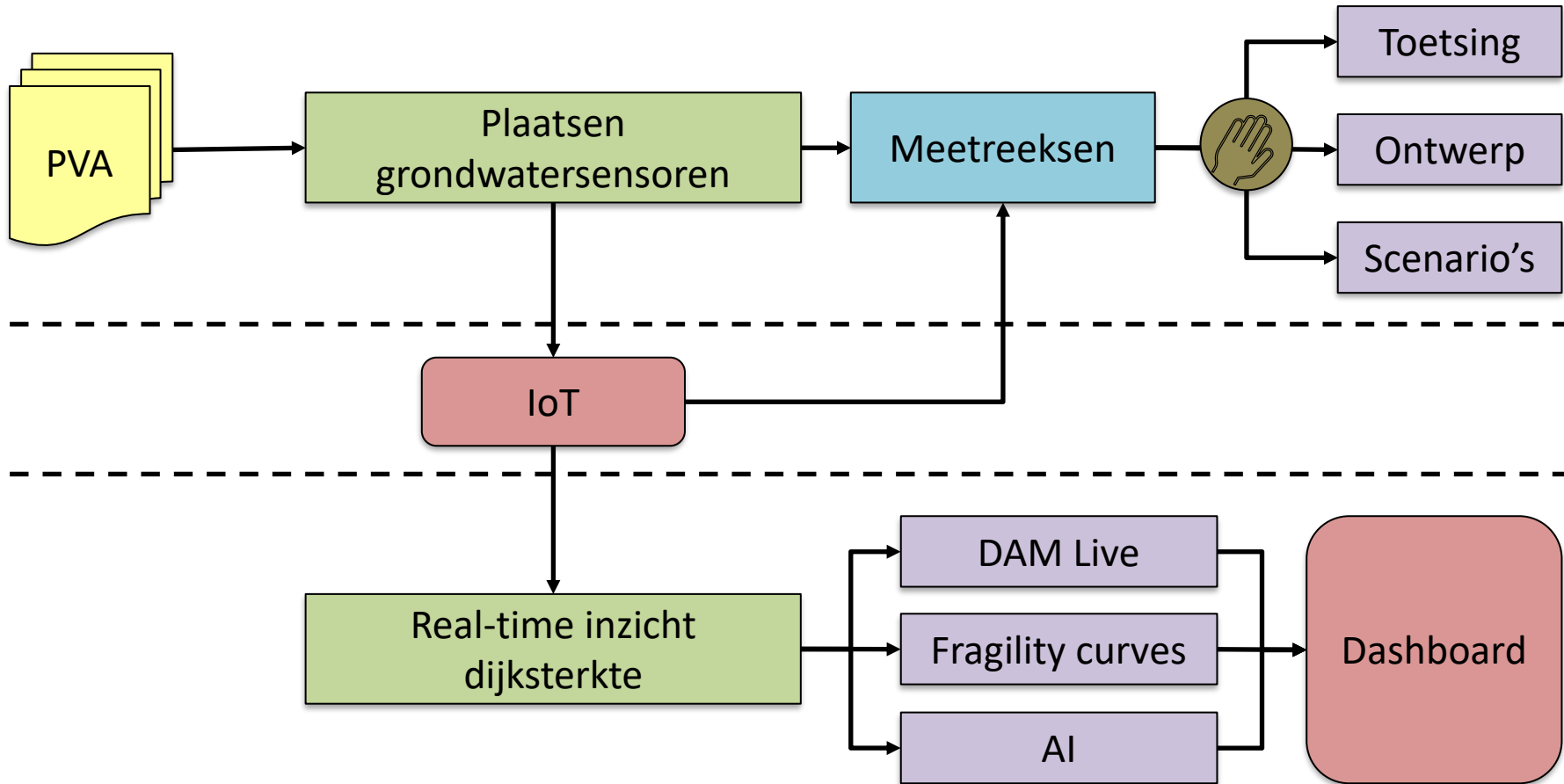
Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



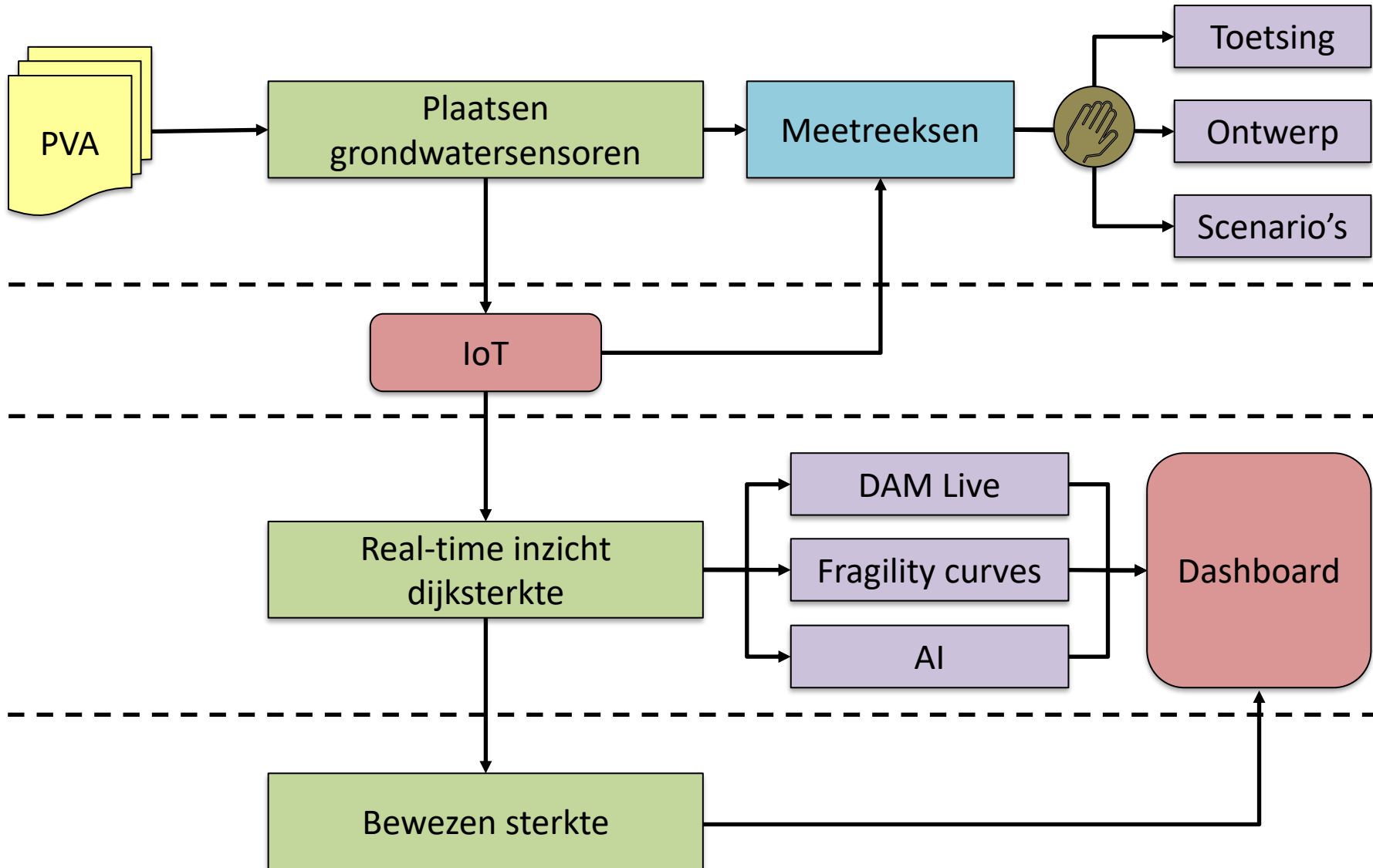
Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



Gefaseerde aanpak (voorbeeld grondwatermonitoring)



Waar werken we in 2023 o.a. aan?

- Opzetten programmastructuur WV2030.
- PVA Slim Meetnetwerk (grondwater, geometrie, observaties).
- Aansluiten extern grondonderzoek bureaus op IoT platform.
- Pilot: 3D-Bodemopbouw dijk vastleggen.
- Meer keringen in DAM.
- Meer keringen in DAM-Live.
- Onderzoeken Integratie bewezen sterkte in DAM Live.
- Scheurdetectie: AI mogelijkheden uitbouwen, AI-toolbox waterkeringen en algoritme op examen.



AI Toolbox

Waterkeringen

Canopy Lodge

11:45

45m

Risicogestuurd beheer en
onderhoud

Automatische detectie van scheuren

Erik Vastenburg (hoogheemraadschap Hollands
Noorderkwartier) en Joost Stenvert (HKV)



reclame
Bereik meer





- Doen we de juiste dingen?
- Is het haalbaar?
- Andere opmerkingen?

