

Onderzoeksvraag



- Hoe kunnen we **sterkteschatting** van dijken verbeteren met behulp van analyses van gefaalde dijken?

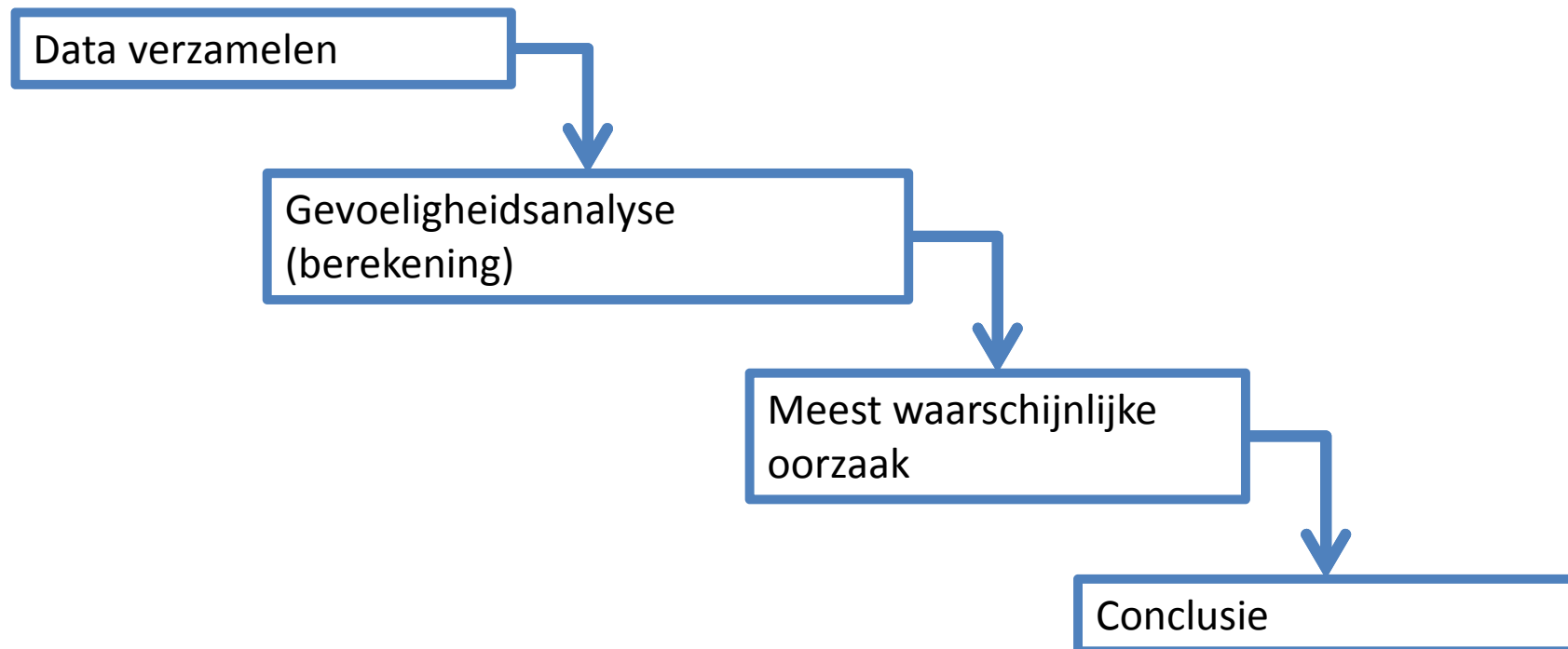


Hoe?

1. Oorzaak van het falen van de dijk in Breitenhagen -
deterministische analyse
2. Oorzaak van het falen van de dijk in Breitenhagen -
probabilistische analyse
3. Oorzaak falen van een piping casus
- nog te bepalen
4. Patronen bij dijkfalen

1. Falen van de dijk - deterministische analyse

- Wat is de meest waarschijnlijke oorzaak van het falen van de dijk in Breitenhagen m.b.v deterministische methode?



Model (invoer)

1. Vorm van de dijk
2. Grondopbouw
3. Waterniveaus
(beide kanten van de dijk)
4. Waterdrukken in en onder de dijk
5. Glijvlakmodel (LEM)
6. Schuifsterkte model
7. Waarden van geotechnische parameters

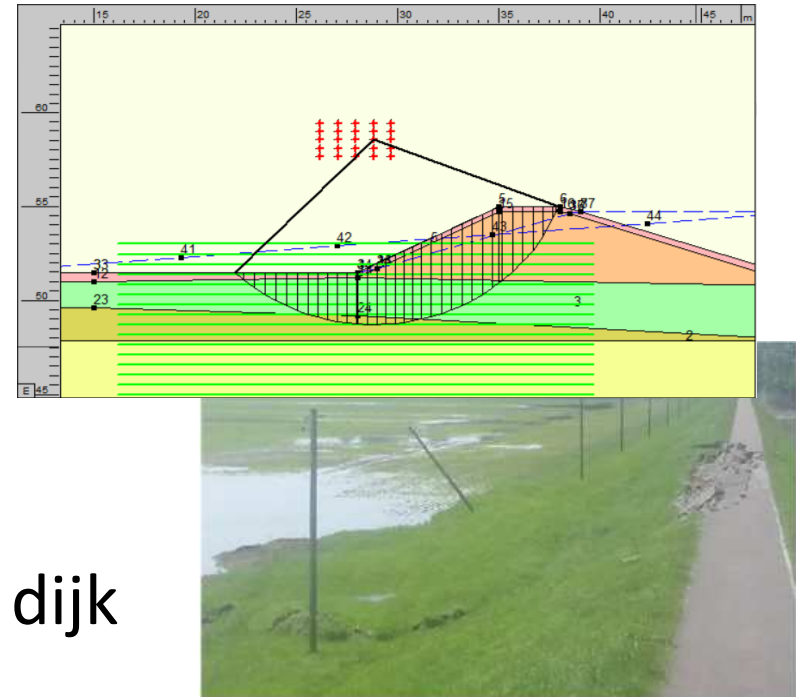
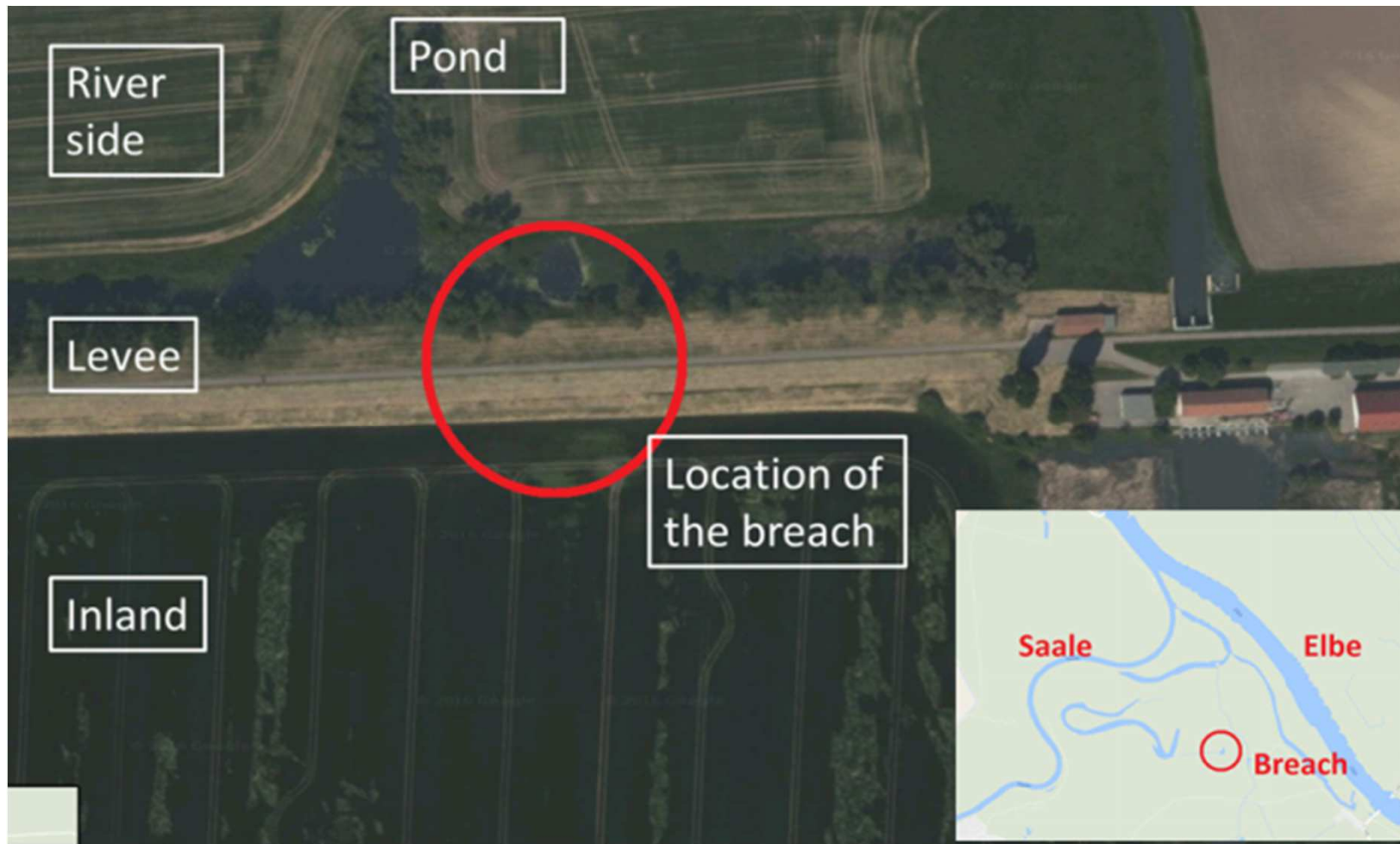


Abbildung 9: 08.06.13 – 14:10 Uhr, Horizontalverschiebungen, Aufwölbung am Fuß

*Grubert, P. (2013). *Saaledaich bei Breitenhagen, Geotechnische Untersuchungen der Bruchstelle Empfehlungen zur Sanierung, Landerbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt LHW Flussbereich Schonebeck, Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH*

Analyse van data genomen voor de doorbraak: Overzicht



Analyse van data genomen tijdens de doorbraak: markers



Abbildung 6: 08.06.13 – 08:26 Uhr, Rissbildung an der landseitigen Böschungskante

Analyse van data tijdens de doorbraak: progressief falen



Abbildung 7: 08.06.13 – 10:37 Uhr, Initialbruch an der landseitigen Böschungskante.



Abbildung 9: 08.06.13 – 14:10 Uhr, Horizontalverschiebungen, Aufwölbung am Fuß



Abbildung 10: 08.06.13 – 20:51 Uhr, Fortschreitendes Versagen



Abbildung 11: 08.06.13 – 20:55 Uhr, Fortschreitendes Versagen

Onzekerheden

Best Estimate

Waterdrukken

1. Verzadiging dijk
2. Watervoerende laag
3. Kortsluiting tussen buitenwater en watervoerendelaag

Grondgedrag

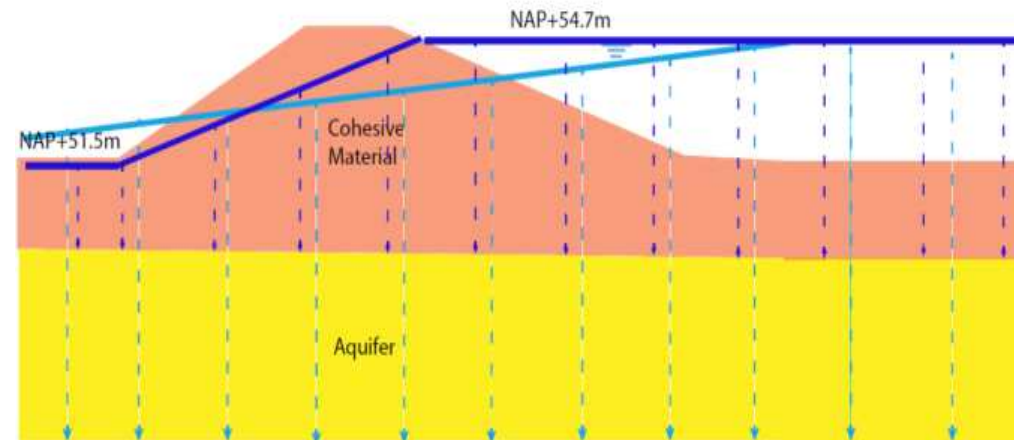
4. (Un)drained schuifsterkte

Grond sterkte parameters

5. Cohesie
6. POP

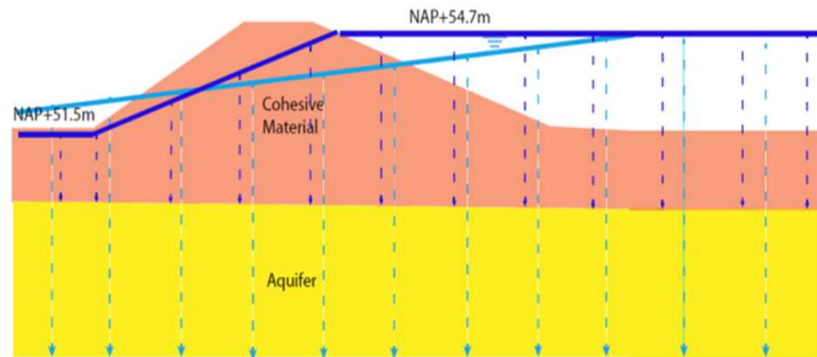
Glijvlakmodel (Limit Equilibrium Method)

- Bishop
- Uplift Van
- Spencer

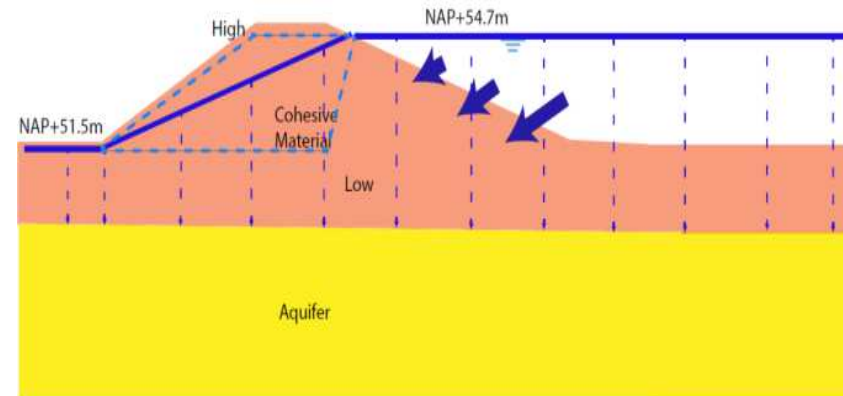


Onderscheidende Scenario's

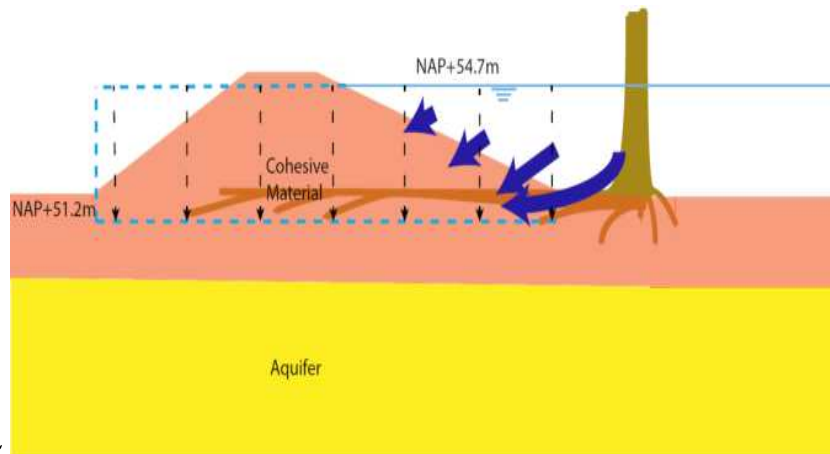
Best Estimate



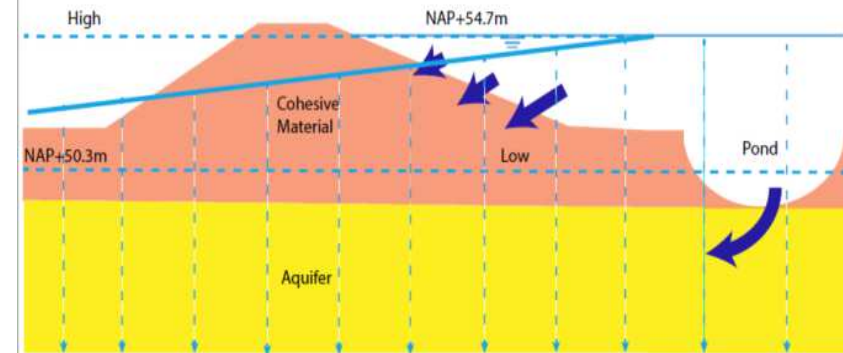
1. Saturated levee



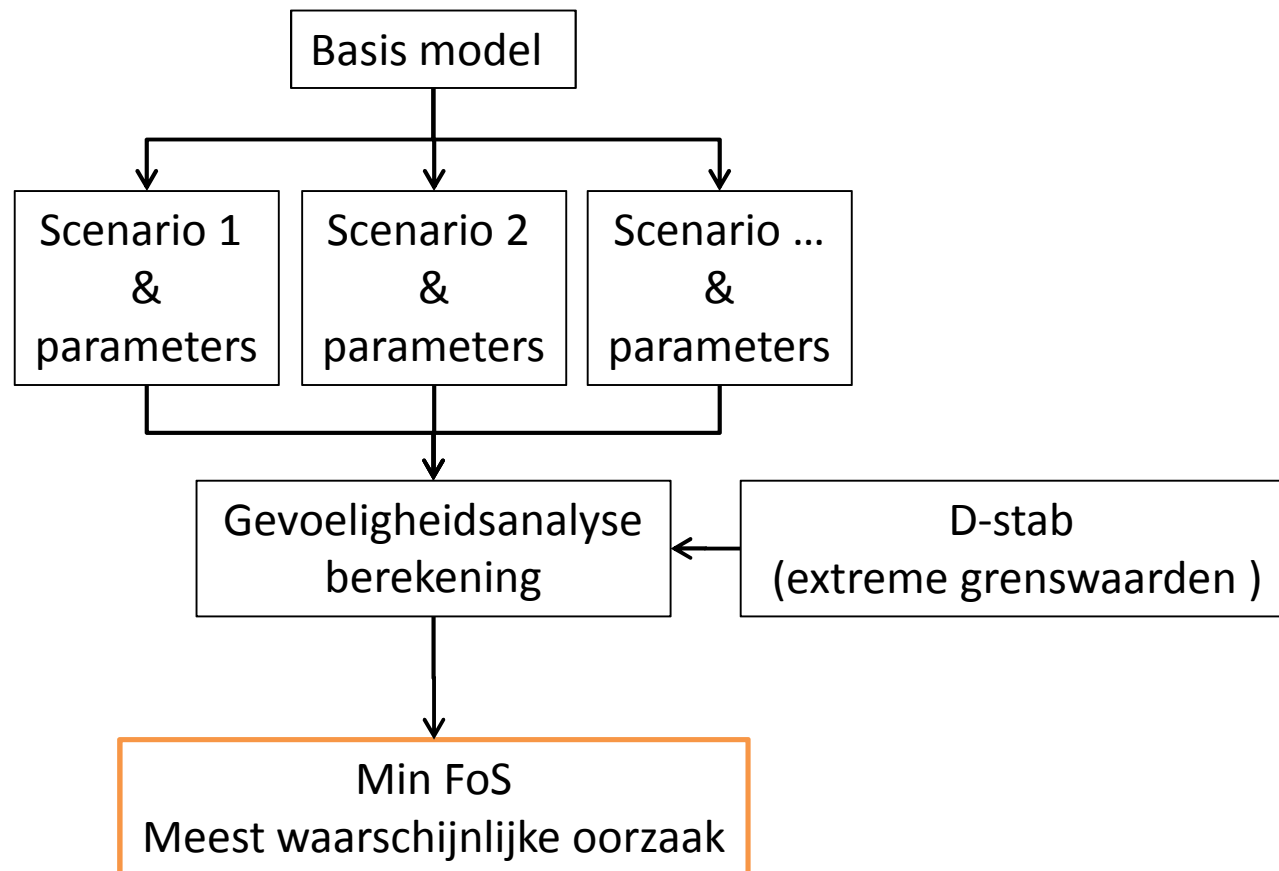
2. Conductive layer



3. Pond connection with aquifer



Methode van analyse - deterministisch

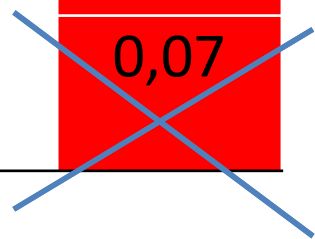


Results

<i>Onzekerheden</i>	<i>Higher FoS</i>	<i>Best Estimate FoS</i>	<i>Lower FoS</i>
<i>Waterdukken</i>			
Verzadiging dijk (sc. 1)	1,76	1,60	1,48
Watervoerende laag (sc. 2)	-	-	1,24
Kortsluiting buitenwater en watervoerendelaag (sc. 3)	1,85	1,60	1,07
<i>Grondgedrag</i>			
Drained/Undrained	1,60	-	1,49
<i>Grond sterkteparameters</i>			
Cohesie (sc. 4)	2,16	1,60	0,76
POP (sc. 5)	3,13	1,49	0,69
LEM (sc. 6)	1,60	-	1,59

Results Combinations

<i>Un-certainty</i>	<i>Higher FoS</i>	<i>Best Estimate FoS</i>	<i>Lower FoS</i>
Hoge druk in aquifer (sc. 3) (undrained)	1,67	1,49	0,96
Volledige Verzadiging en Hoge druk in aquifer	-	-	0,96
Volledige verzadiging, hoge druk in watervoerendelaag en aquifer (undrained)	-	-	0,87
Lage waarde van cohesie en hoge waterdruk in aquifer	-	-	0,07



Conclusie – deterministische methode

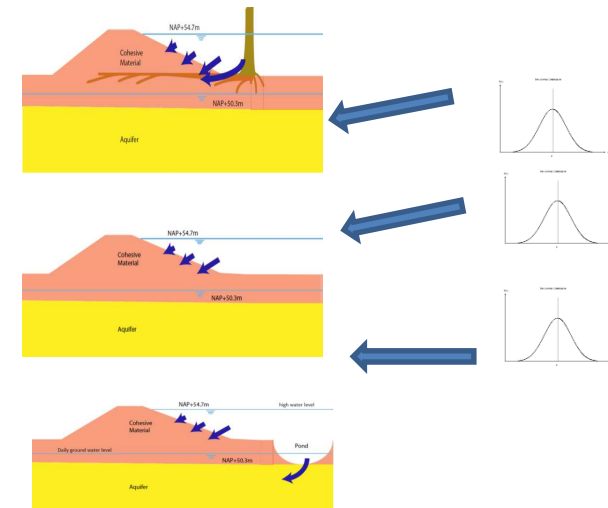
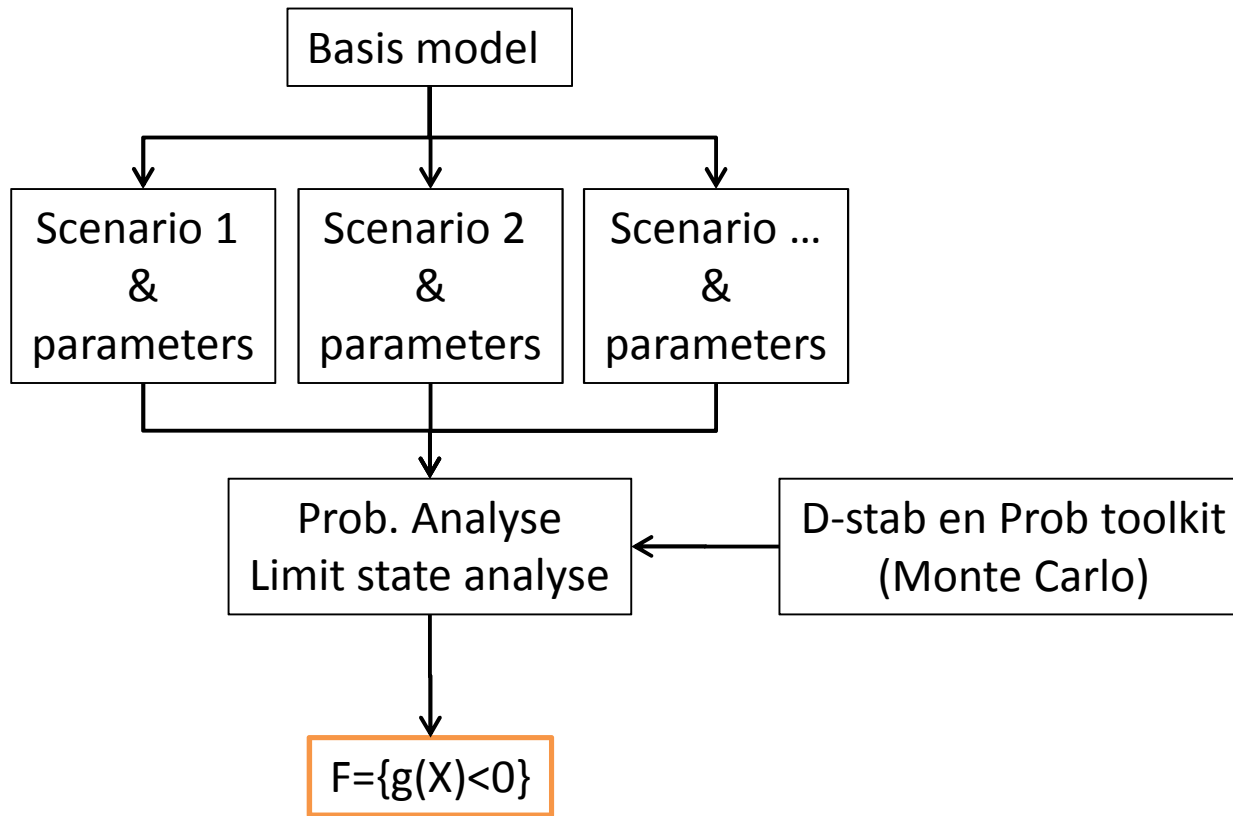
- Waarschijnlijke oorzaken
 - Plaatselijk zwakke grond (gemodelleerd door cohesie en Pre-Overburden Pressure)
 - Kortsluiting van watervoerende laag met het meertje
 - Al dan niet in combinatie met sterk verzadigde dijk
- Aanbevelingen
 - Extra veldonderzoek
 - Meer gedetailleerde berekeningen

2. Falen van de dijk - Probabilistische Analyse

- Wat is de meest waarschijnlijke oorzaak van het falen van de dijk in Breitenhagen m.b.v. probabilistische methode?



Prob. Analyses Scenario's en Parameters

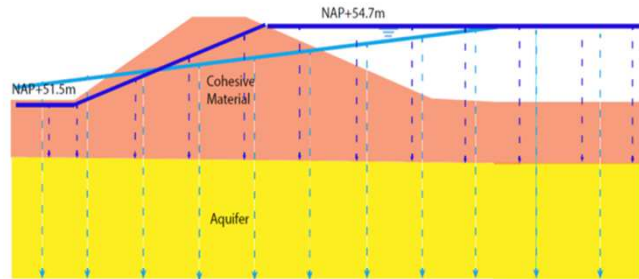


Rangschikking van Onderscheidende Scenario's

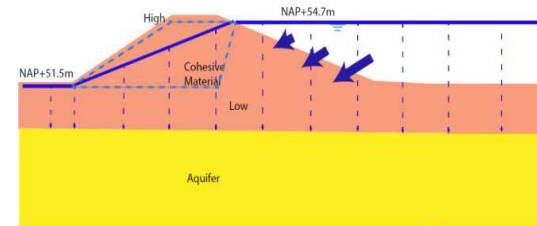
- Max kans van falen
- Gewogen kans (Bayes-rule)
 - Elk scenario 25% kans van optreden
- Onderzoek naar parameters in deze fase volgt nog

Max kans van falen

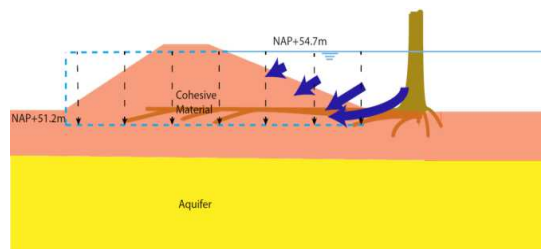
Best Estimate



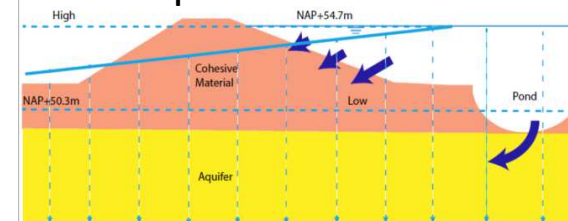
1. Saturated levee



2. Conductive layer

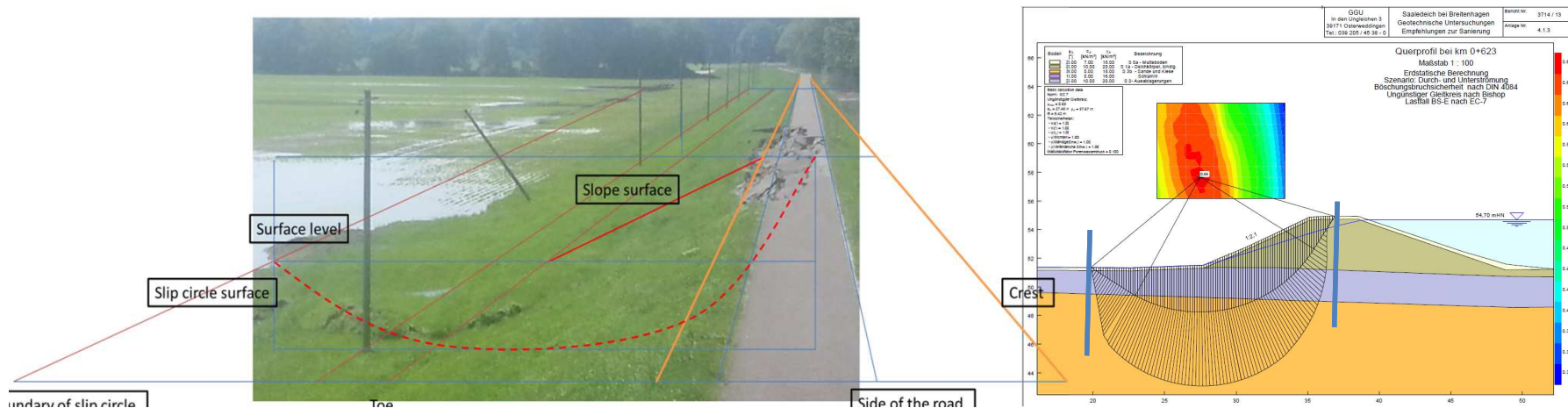


3. Pond connection with aquifer



Aanvullende observaties (scenario's en parameters)

- Introductie van data uit observaties (ϵ)
(dimensies van afschuivende grondmoot)

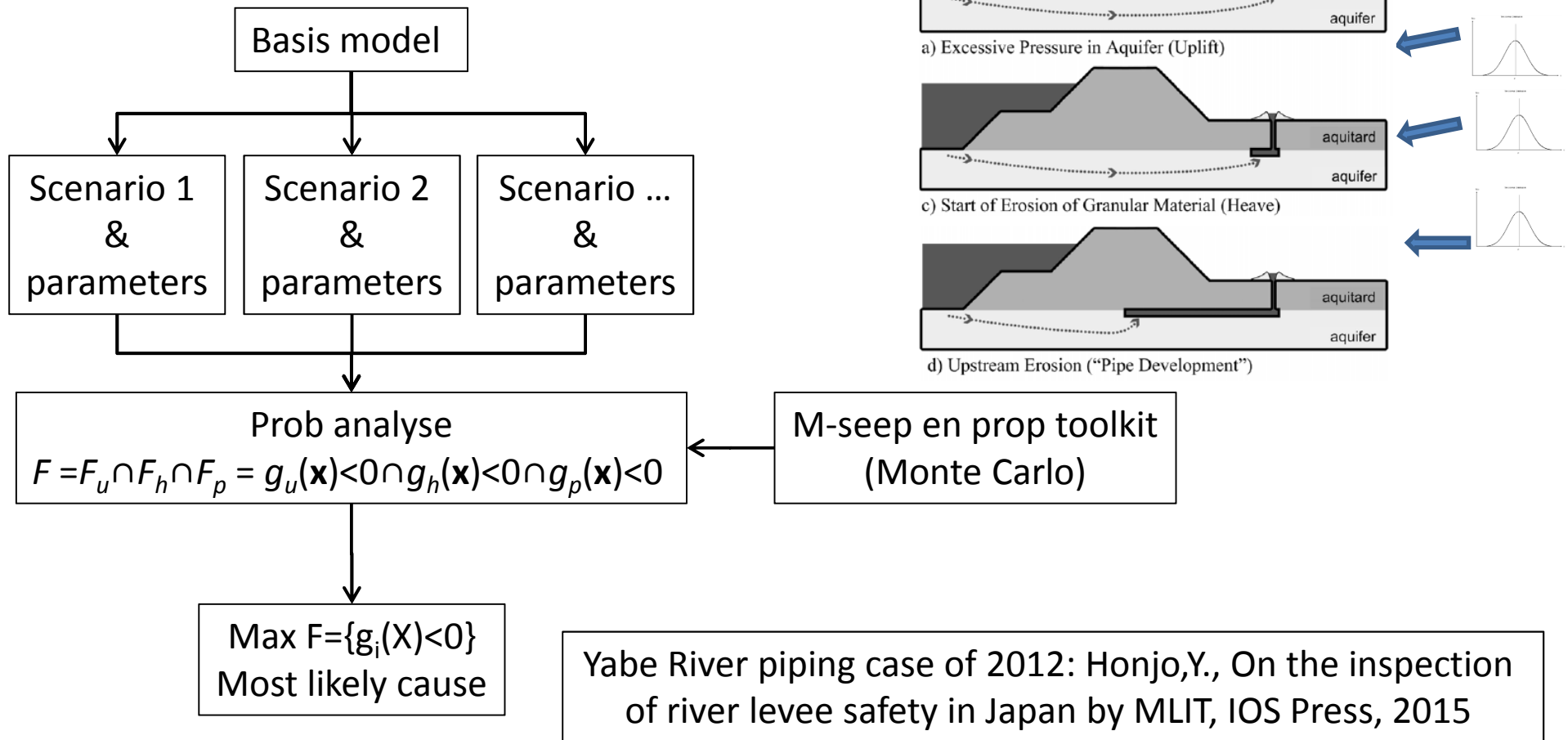


3. Falen van de dijk bij piping casus

- Kunnen we de ontwikkelde aanpak ook toepassen op andere faalmechanismen zoals piping?



Falen van de dijk bij piping casus



4. Patronen bij falen van dijken

- Hoe kunnen we generieke conclusies trekken van een verzameling van faalgevallen betreft het sterktegedrag van dijken?

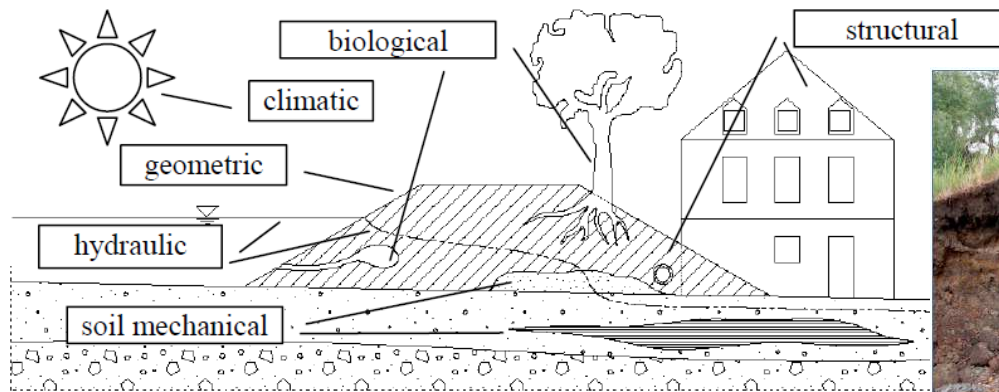


Abbildung 19: Situation am 25.06.2013, Bruchstelle, Detail Wurzelreste



Patronen bij falen van dijken

- Generieke conclusie uit grote verzameling data van falen van dijken
- Heterogeniteit in de doorsnede



Praktische toepassingen

- Lijst van dominante oorzaken die tot falen leiden
- Verbetering in modellering van faalmechanismen
- Generieke aanpak voor het analyseren van (toekomstige) falende constructies

- Vragen?