HwBP voor sterke dijken

De Innovatieversneller

Kennis en Innovatiecafé
Beslisondersteunend Raamwerk Piping

10 oktober 2024

Waterschap Rivierenland

HwBP voor sterke dijken

Indeling workshop

- Inleiding
  - Welkom, opening
  - Vraaggesprek
  - Icebreaker: petje op, petje af
- Inhoudelijke presentaties en interactie
  - Bepaling piping opgave, werkwijze aanpak piping analyse en Beslisondersteunend raamwerk piping (BRP)
  - Introductie casus
  - Interactief gedeelte: onzekerheidsaspecten nader belicht

  Pauze
  - Presentatie omgaan met onzekerheden
  - Afweging maatregelen, overzicht van ontwikkelingen en aankomende K&I café's piping
- Afsluiting
  - Terugkijken en samenvatten
  - Borrel

Vraaggesprek

- Welkom aan Willem, Auke en Henk!

HWBP
voor sterke dijken

Waterschap
Rivierenland

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Petje op, petje af

#	Stelling	Petje op (staand):	Petje af (zittend):
1	Mijn reistijd was vergeleken met half uur, 1 uur, 2 uur, …	Langer	Korter
2	Ik ben 67, 57, 47, 37, 27:	Jonger	Ouder
3	Ik werk bij:	Semi-overheid: waterschap, RWS, HWBP	Marktpartij: Ingenieursbureau, aannemer
4	Afwegingen over of en hoe nieuwe kennis mee te nemen zie ik als:	Complex en geeft geen beter inzicht in de overstromingskans	Interessant en noodzakelijk voor een realistische overstromingskans
5	Innovatieve versterkingsmaatregelen zie ik als:	Dé manier om slimmer met de opgave om te gaan	Bron van risico’s op vertraging, en onvoorziene kosten en gevolgen

Indeling workshop

- Inleiding
  - Welkom, opening
  - Vraaggesprek
  - Icebreaker: petje op, petje af
- Inhoudelijke presentaties en interactie
  - Bepaling piping opgave, werkwijze aanpak piping analyse en Beslisondersteunend raamwerk piping (BRP)
  - Introductie casus
  - Interactief gedeelte: onzekerheidsaspecten nader belicht

  Pauze
  - Presentatie omgaan met onzekerheden
  - Afweging maatregelen, overzicht van ontwikkelingen en aankomende K&I café's piping
- Afsluiting
  - Terugkijken en samenvatten
  - Borrel

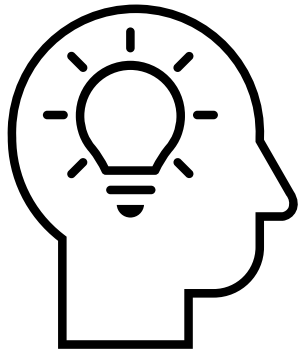
Decision Support Framework (DSF) / Beslisondersteunend raamwerk piping (BRP)

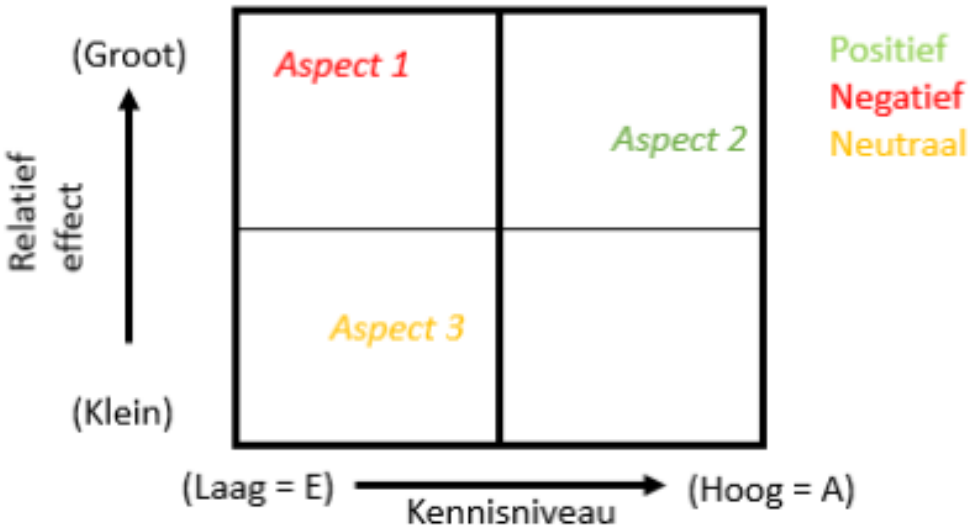
(Deltares & US Army Corps of Engineers & Kennis voor Keringen & De Innovatieversneller)

Beslisondersteunend raamwerk piping

Aspect	Kennisniveau (factsheets)	Relatief effect ten opzichte van analyse met generieke regels. Positief -> kleinere overstromingskans
1. Sterkte van deklaag bij opbarsten	Middel (ontwikkeling POD) (Laag (E) in factsheets);	Positief
2. Tijdsafhankelijke grondwaterstroming bij opbarsten	Hoog (B)	Positief
3. Geohydrologische invloeden voor opbarsten	Hoog (B)	Positief of negatief
4. Aanwezigheid voorland (>1 keer dijkbasis)	Hoog (B)	Positief
5. Extra sterkte van fijne fractie	Hoog (B) in getijdengebied middel (C) elders	Positief
6. Extra sterkte uit slechte sortering (grote d60/d10) en grof zand. (slechte sortering komt vaker voor bij grotere korrels)	Middel (C)	Positief
7. Invloed van drukval in opbarstkanaal (hoger of lager dan 0.3d).	Midde (C)l	Positief of negatief (tov 0,3d)
8. Heterogeniteit korrelgrootte in baan van de pipe	Laag (D)	Positief of negatief
9. Fluctuatie van de onderkant deklaag, of helling van de onderkant van de deklaag in de baan van de pipe.	Laag (D)	Positief of negatief (afh. van richting helling en of het een uniforme of fluctuerende helling is)
10. 3D concentratie van stroming naar de pipe	Laag (D)	Negatief
11. Tijdsafhankelijkheid voor terugschrijdende erosie.	Middel (C)	Positief
12. Anisotropie van de doorlatendheid	Hoog (B)	Positief
13. Meerlaagsheid watervoerend pakket (tov gewogen gemiddelde)	Hoog (B)	Positief
14. Duur van bezwijkproces voor vervolgprocessen	Laag (E)	Positief

- Overzicht van relevante kennis voor bepaling overstromingskans
- Uitgangspunt: analyse met generieke regels (opbarsten, rekenregel Sellmeijer)





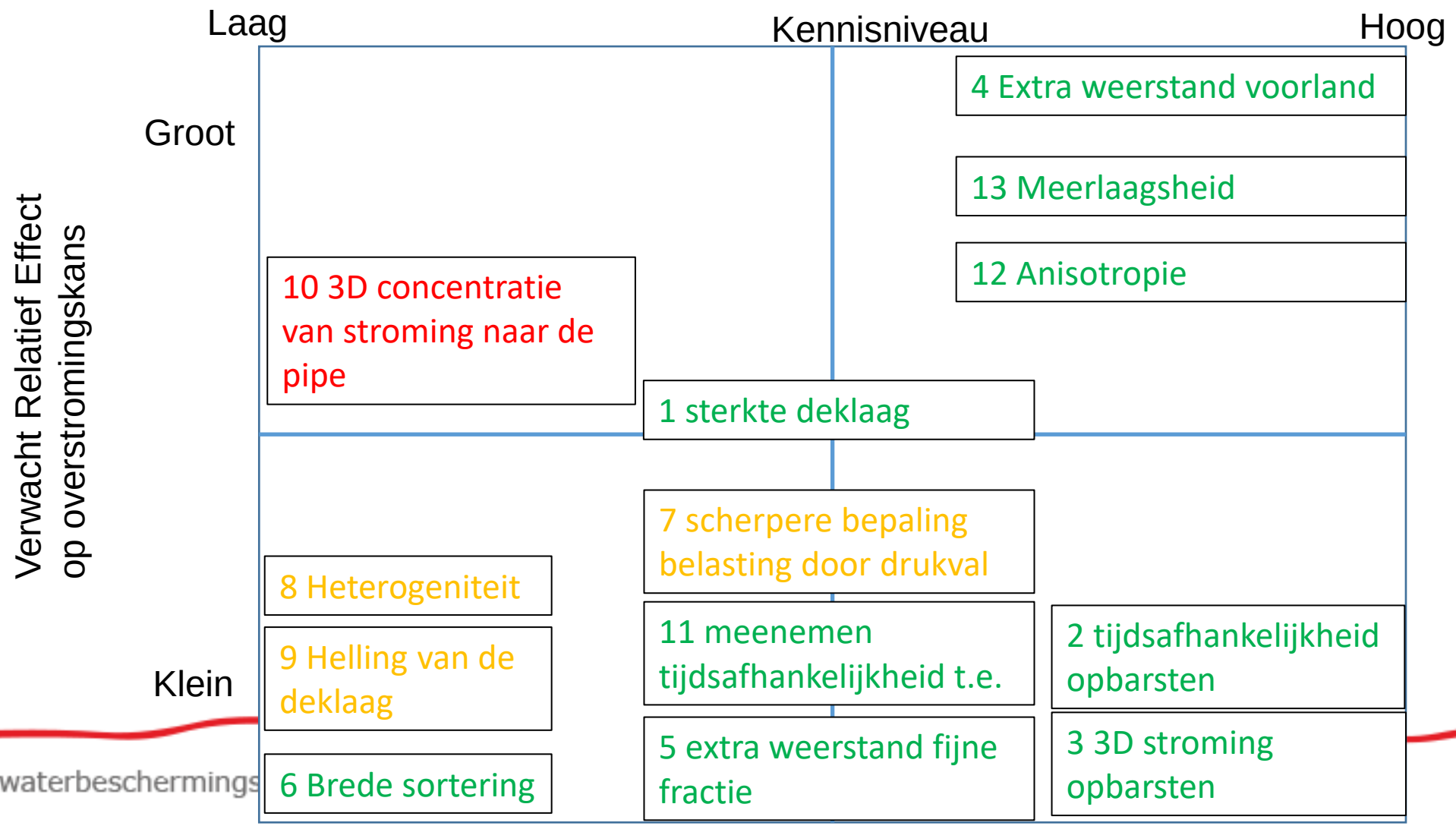
Waar helpt het BRP bij?

1. Overzicht en begrip: Lokaal belangrijke aspecten bepalen

2. Inzicht en handelingsperspectief
2a. Gevoeligheidsanalyses
2b. Afweging van handelingsperspectieven

3. Verificatie en plausibiliteitscontrole

1. Overzicht en begrip: Lokaal belangrijke aspecten bepalen



Beslisondersteunend raamwerk piping

Factsheets

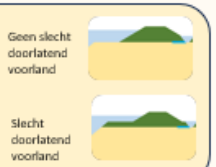
Terugschrijdende Erosie: Voorlanden (>1x dijkbasis)

Beschrijving/Toelichting

Een slecht doorlatend voorland zorgt ervoor dat water minder makkelijk het watervoerend pakket instroomt. Het meenemen van het volledige voorland leidt tot een hoger kritiek verval.

Huidige aanpak

Recent is er veel kennis en een handelingsmethode ontwikkeld, die al toegepast wordt. Echter blijkt dat er in de praktijk op verschillende manieren met voorland omgegaan wordt.



Invloed op overstromingskans

Hoe meer voorland hoe kleiner de overstromingskans.

Relatief effect op overstromingskans :

Effect op overstromingskans wordt bepaald door

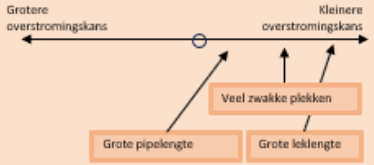
Leklengte: Bij een grote leklengte (grote deklaag-weerstand, kleine doorlatendheid watervoerend pakket en kleine diepte watervoerend pakket) mag een groter effectief voorland meegenomen worden. Daarnaast kan ook een sliblaag een verlaging van de stijghoogte veroorzaken.

Zwakke plekken: De werkelijk aanwezige voorland lengte is de maximale voorland lengte, dit kan de afstand tot de riviergeul zijn, maar ook zijgeulen of diepe sloten kunnen het voorland afkappen. Bij een dikkere deklaag is de kans op zwakke plekken kleiner.

Pipelengte: Indien de pipe onder het voorland uit komt, is er een risico op kortsluiting. Om de kritieke pipelengte te bepalen kan het KvK rapport voorlanden gebruikt worden.

Inschatting potentieel effect op de overstromingskans

T.o.v. situatie zonder voorland.



Kennisniveau: B

Het meenemen van voorlanden sluit aan op de algemeen bekende grondwaterstromingstheorie. Het is mogelijk numerieke sommen te maken en er is een methode om het analytisch mee te nemen. Experimentele validatie van het effect van een slecht doorlatend voorland op piping ontbreekt. Experimentele validatie voor de bepaling van de kritieke pipe lengte is beperkt., zeker bij 3D stroming en anisotropie kan dit een grote rol spelen.

Nadere analyse

Nauwkeuriger bepalen

Een slecht doorlatend voorland kan in principe altijd meegenomen worden. Met D-Geo Flow of de resultaten van KvK voorlanden kan het effect van het slecht doorlatende voorland berekend worden. Een onzekere parameter hierin is de weerstand in de deklaag, deze kan bepaald worden d.m.v. monitoring. Een belangrijk aandachtspunt is dat de pipe geen kortsluiting mag maken, daarom wordt als maximale pipelengte de dijkbasis aangenomen.

Interactie met andere aspecten

3D effecten spelen overal, maar met de aanwezigheid van een voorland wordt de geohydrologische stroming beïnvloed. De 3D stroming naar de pipe kan langere pipes veroorzaken.

Anisotropie en meerlaagsheid: beïnvloeden eveneens de grondwaterstroming. En daarmee de sterkte van het effect van het voorland. Anisotropie en meerlaagsheid leiden tot een langere pipe bij een gegeven buitenwaterstand.

Voorziene kennisontwikkeling

Referenties naar literatuur en/of projectervaring

Kennis voor Keringen 2021: Achtergrondrapport Voorlanden

Kennis voor Keringen 2022: Onderzoek rapport Voorlanden

Invloed op overstromingskans

Relevantie op basis van lokale kenmerken

Inschatting kennisniveau

Mogelijkheden nadere analyse
&
Interactie tussen effecten

Voorziene kennisontwikkeling

Voorbeeld: voorland

Terugschrijdende Erosie: Voorlanden (>1x dijkbasis)

Beschrijving/Toelichting

Een slecht doorlatend voorland zorgt ervoor dat water minder makkelijk het watervoerend pakket instroomt. Het meenemen van het volledige voorland leidt tot een hoger kritiek verval.

Huidige aanpak

Recent is er veel kennis en een handelingsmethode ontwikkeld, die al toegepast wordt. Echter blijkt dat er in de praktijk op verschillende manieren met voorland omgegaan wordt.

Geen slecht doorlatend voorland

Slecht doorlatend voorland

Invloed op overstromingskans

Hoe meer voorland hoe kleiner de overstromingskans.

Relatief effect op overstromingskans :

Effect op overstromingskans wordt bepaald door

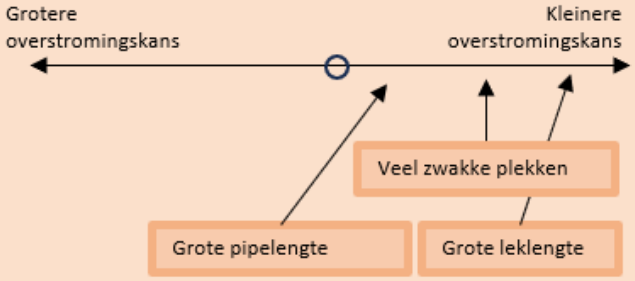
Leklengte: Bij een grote leklengte (grote deklaag-weerstand, grote doorlatendheid watervoerend pakket en grote diepte watervoerend pakket) mag een groter effectief voorland meegenomen worden. Daarnaast kan ook een sliblaag een verlaging van de stijghoogte veroorzaken.

Zwakke plekken: De werkelijk aanwezige voorland lengte is de maximale voorland lengte, dit kan de afstand tot de riviergeul zijn, maar ook zijgeulen of diepe sloten kunnen het voorland afkappen. Bij een dikkere deklaag is de kans op zwakke plekken kleiner.

Pipelengte: Indien de pipe onder het voorland uit komt, is er een risico op kortsluiting. Om de kritieke pipelengte te bepalen kan het KvK rapport voorlanden gebruikt worden.

Inschatting potentieel effect op de overstromingskans

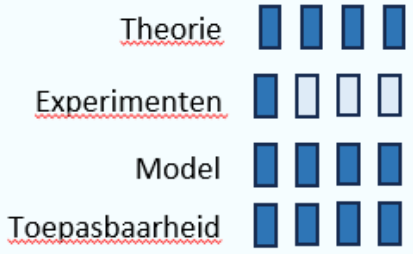
T.o.v. situatie zonder voorland.



Voorbeeld: voorland

Kennisniveau: B

Het meenemen van voorlanden sluit aan op de algemeen bekende grondwaterstromingstheorie. Het is mogelijk numerieke sommen te maken en er is een methode om het analytisch mee te nemen. Experimentele validatie van het effect van een slecht doorlatend voorland op piping ontbreekt. Experimentele validatie voor de bepaling van de kritieke pipe lengte is beperkt., zeker bij 3D stroming en anisotropie kan dit een grote rol spelen.



Nadere analyse

Nauwkeuriger bepalen
Een slecht doorlatend voorland kan in principe altijd meegenomen worden. Met D-Geo Flow of de resultaten van KvK voorlanden kan het effect van het slecht doorlatende voorland berekend worden. Een onzekere parameter hierin is de weerstand in de deklaag, deze kan bepaald worden d.m.v. monitoring. Een belangrijk aandachtspunt is dat de pipe geen kortsluiting mag maken, daarom wordt als maximale pipelengte de dijkbasis aangenomen.

Interactie met andere aspecten
3D effecten spelen overal, maar met de aanwezigheid van een voorland wordt de geohydrologische stroming beïnvloed. De 3D stroming naar de pipe kan langere pipes veroorzaken.
Anisotropie en meerlaagsheid: beïnvloeden eveneens de grondwaterstroming. En daarmee de sterkte van het effect van het voorland. Anisotropie en meerlaagsheid leiden tot een langere pipe bij een gegeven buitenwaterstand.

Voorziene kennisontwikkeling

Referenties naar literatuur en/of projectervaring
Kennis voor Keringen 2021: Achtergrondrapport Voorlanden
Kennis voor Keringen 2022: Onderzoek rapport Voorlanden

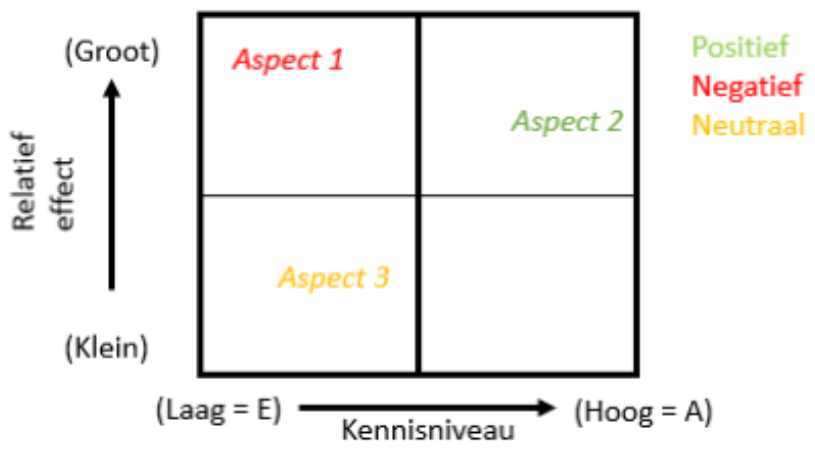
Beslisondersteunend raamwerk piping

Aspect	Kennisniveau (factsheets)	Relatief effect ten opzichte van analyse met generieke regels. Positief -> kleinere overstromingskans
1. Sterkte van deklaag bij opbarsten	Middel (ontwikkeling POD) (Laag (E) in factsheets);	Positief
2. Tijdsafhankelijke grondwaterstroming bij opbarsten	Hoog (B)	Positief
3. Geohydrologische invloeden voor opbarsten	Hoog (B)	Positief of negatief
4. Aanwezigheid voorland (>1 keer dijkbasis)	Hoog (B)	Positief
5. Extra sterkte van fijne fractie	Hoog (B) in getijdengebied middel (C) elders	Positief
6. Extra sterkte uit slechte sortering (grote d60/d10) en grof zand. (slechte sortering komt vaker voor bij grotere korrels)	Middel (C)	Positief
7. Invloed van drukval in opbarstkanaal (hoger of lager dan 0.3d).	Midde (C)l	Positief of negatief (tov 0,3d)
8. Heterogeniteit korrelgrootte in baan van de pipe	Laag (D)	Positief of negatief
9. Fluctuatie van de onderkant deklaag, of helling van de onderkant van de deklaag in de baan van de pipe.	Laag (D)	Positief of negatief (afh. van richting helling en of het een uniforme of fluctuerende helling is)
10. 3D concentratie van stroming naar de pipe	Laag (D)	Negatief
11. Tijdsafhankelijkheid voor terugschrijdende erosie.	Middel (C)	Positief
12. Anisotropie van de doorlatendheid	Hoog (B)	Positief
13. Meerlaagsheid watervoerend pakket (tov gewogen gemiddelde)	Hoog (B)	Positief
14. Duur van bezwijkproces voor vervolgprocessen	Laag (E)	Positief

2. Inzicht en handelingsperspectief

2a. Gevoeligheidsanalyses

- Start bij meest belangrijke aspecten.
- Definieer onafhankelijke scenario's
- Schat onder- en bovengrenzen per aspect, of kansverdeling, aandacht voor mogelijke interacties
- Varieer per aspect
- Overweeg mogelijke correlaties



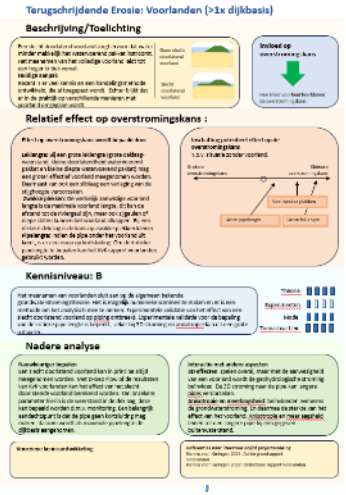
2b. Afweging van handelingsperspectieven

- Er zijn verschillende mogelijkheden om om te gaan met het effect van de aspecten op de overstromingskans:
  1. Het treffen van een fysieke maatregel.
  2. Meer onderzoek doen, om onzekerheden te verkleinen.
  3. Beheer.
- Een combinatie van de bovenstaande opties is uiteraard ook mogelijk.

Waar helpt het BRP bij?

1

1. Overzicht en begrip: Lokaal belangrijke aspecten bepalen

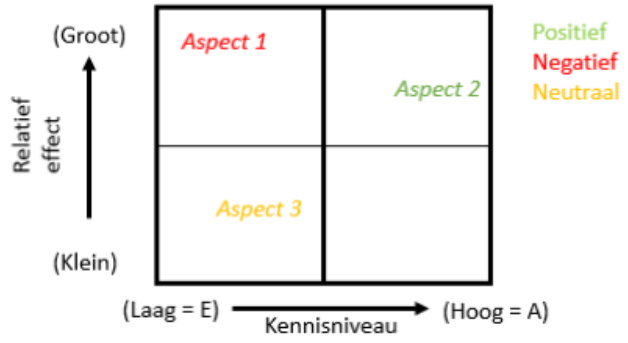


2

2. Inzicht en handelingsperspectief

2a. Gevoeligheidsanalyses

2b. Afweging van handelingsperspectieven



3

3. Verificatie en plausibiliteitscontrole

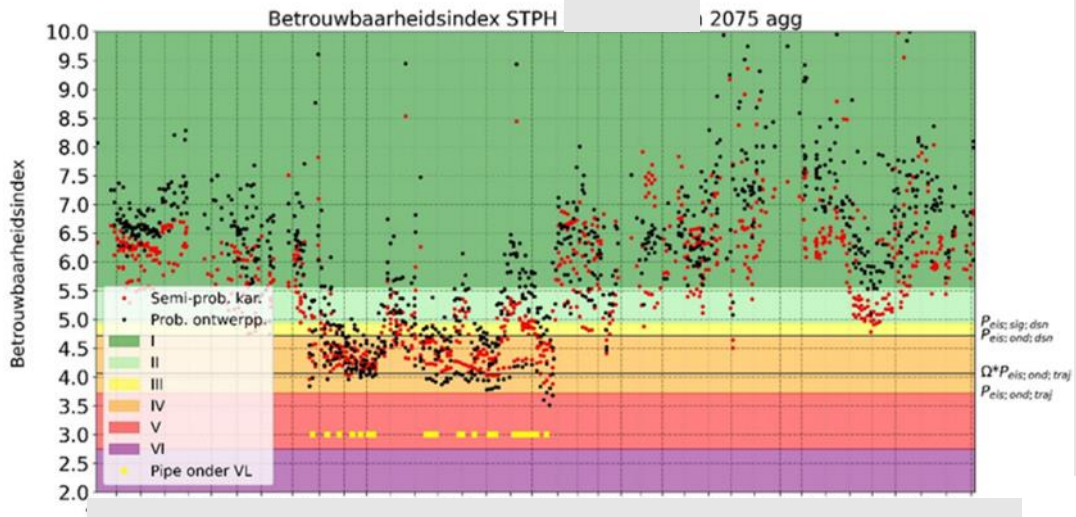
Indeling workshop

- Inleiding
  - Welkom, opening
  - Vraaggesprek
  - Icebreaker: petje op, petje af
- Inhoudelijke presentaties en interactie
  - Bepaling piping opgave, werkwijze aanpak piping analyse en Beslisondersteunend raamwerk piping (BRP)
  - Introductie casus
  - Interactief gedeelte: onzekerheidsaspecten nader belicht

  Pauze
  - Presentatie omgaan met onzekerheden
  - Afweging maatregelen, overzicht van ontwikkelingen en aankomende K&I café's piping
- Afsluiting
  - Terugkijken en samenvatten
  - Borrel

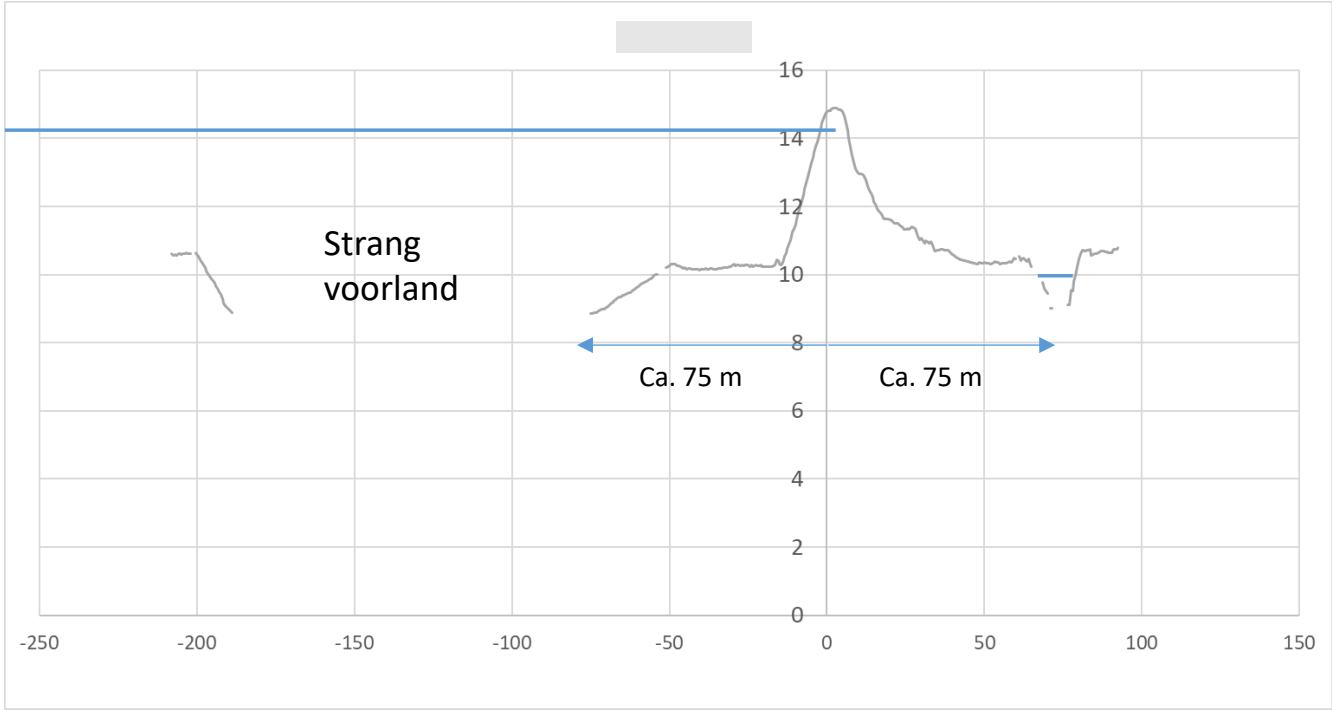
Casus

- Alleen opgave voor piping
- Grootste tekort: factor **170** hogere faalkans dan de norm (doorsnede-eis bij N=20)



Locatie geanonimiseerd

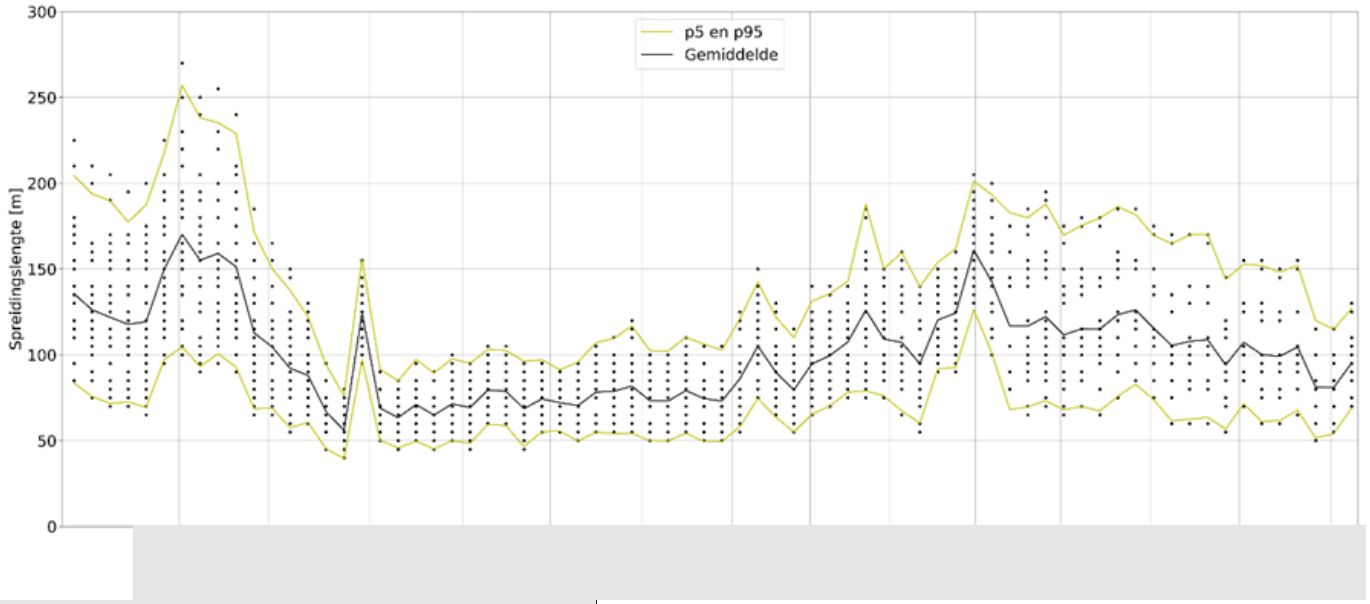
Geometrie, verval, dikte deklaag



Trajecteis: 1/10.000
Verval bij WBN: ca. 4 m
d70: 381 µm, VC 10%
Dikte deklaag: 0 m, sloot staat in direct contact met WVP

Weerstand voorland

Locatie geanonimiseerd



- Geofysische metingen: weinig klei en dus weerstand in voorland, gemiddeld een paar dagen weerstand
- Semi-3D geohydrologisch model MORIA
- Weerstand plas onzeker, we zijn uitgegaan van 1 (5%), 10 (50%) en 20 (95%) dagen
- Resulteert samen met kD tot spreidingslengtes van gemiddeld ca. 60-70 dagen vanaf buitenkruin, 5% ondergrens zo’n 50 m

Aanvullende informatie

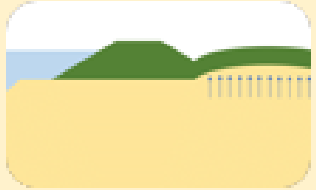
- 1 peilbuisraai, staat er sinds eind 2021, had nog geen hoogwater gemeten ten tijde van analyse
- 1 bekende locatie van zandmeevoerende wel, in 2021 voor het eerst gespot

Interactief gedeelte (Mentimeter): onzekerheidsaspecten nader belicht

Sterkte deklaag bij opbarsten

Opdrijven

Opbollen door sterke deklaag



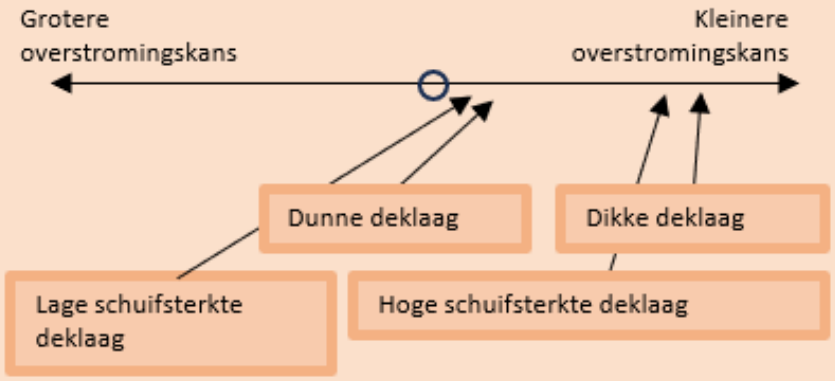
Invloed op overstromingskans

Sterkte in de deklaag verkleint de overstromingskans t.o.v. opdrijf analyse.

Relatief effect op overstromingskans :

Effect op overstromingskans wordt bepaald door
Dikte deklaag: Bij dunne deklagen zal het effect niet zo relevant zijn, omdat er van nature (of door mensen) waarschijnlijk al scheuren/openingen aanwezig zijn. Daarnaast is opbarsten bij dunne deklagen waarschijnlijk niet het maatgevende sub-faalmechanisme. Dit wordt uitgezocht in het Opbarsten bij Dijken project.
Materiaal: De sterkte van de deklaag wordt bepaald door de schuifsterkte, indien deze hoog is wordt er veel sterkte verwacht. De stijfheid van de deklaag bepaald de mate van vervorming door de waterdruk.
Meerlaagsheid deklaag: bij een meerlaagse deklaag is de sterkte van de deklaag mogelijk minder groot of juist groter, maar dit moet nader onderzocht worden.

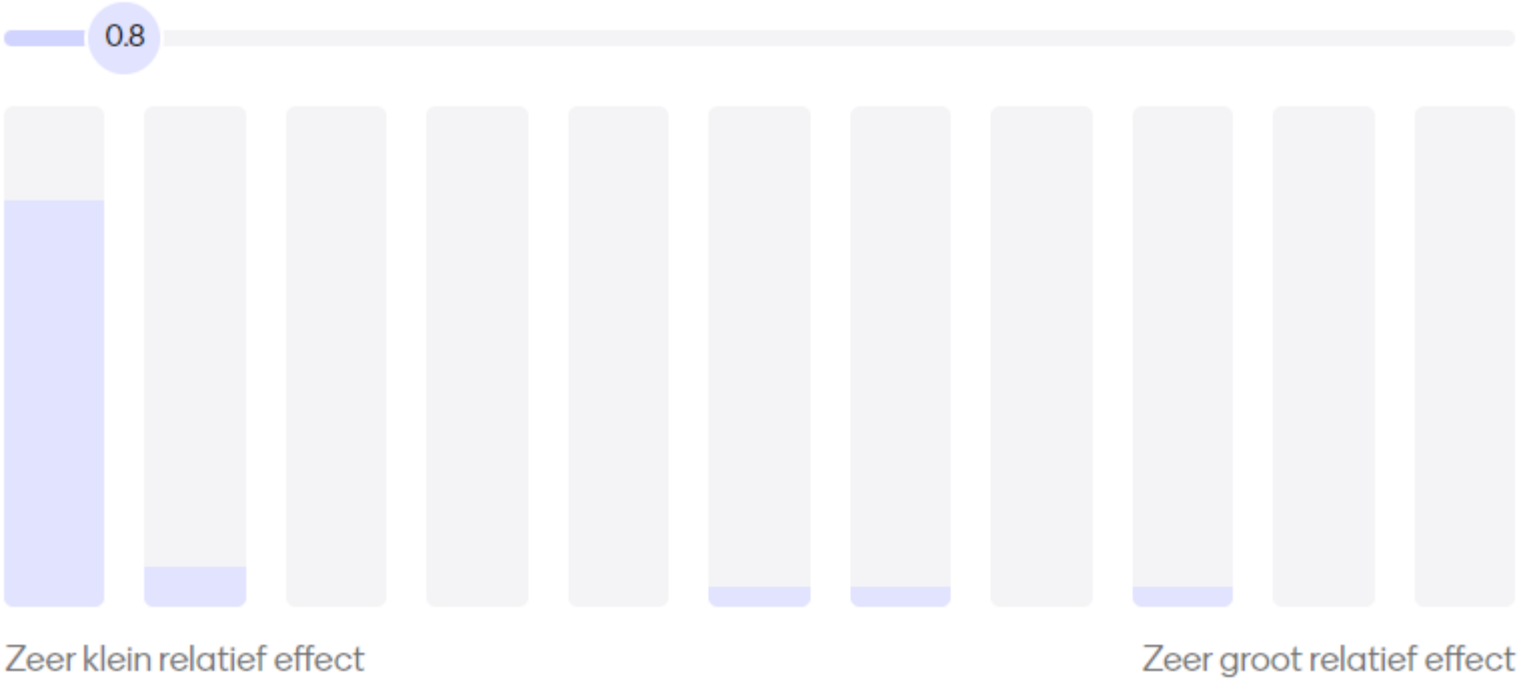
Inschatting potentieel effect op de overstromingskans
T.o.v. opdrijfanalyse.



Response summary

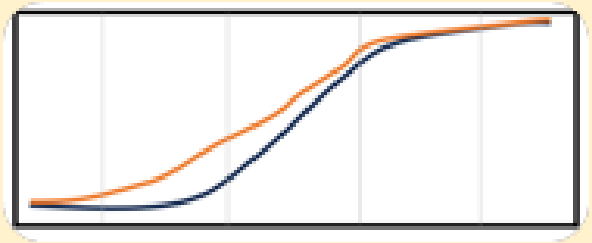
Wat is volgens jou het relatief effect op de overstromingskans van:

Sterkte deklaag bij opbarsten



Extra sterkte door fijne fractie

Fijne fractie



Invloed op overstromingskans

Door de extra weerstand van de fijne fractie wordt de overstromingskans kleiner.

Relatief effect op de overstromingskans:

Effect op overstromingskans wordt bepaald door

Slib percentage De hoeveelheid aanwezig fijne fractie materiaal. In de onderzoeken die zijn uitgevoerd wordt dit vaak uitgedrukt als percentage slib of percentage fijne fractie.

Afzettingsgeschiedenis In Nederland is de aanwezigheid van een fijne (cohesieve) fractie in het zand sterk afhankelijk van de locatie. Getijden afzettingen in het westen en noorden van Nederland worden gekarakteriseerd door een grote fijne fractie. Hierin wordt ook nog een onderscheidt gemaakt tussen getijdenplaat en getijdengeul afzettingen.

Inschatting Potentieel Effect op H_c

Getijdenafzettingen

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen plaat-afzettingen en geulafzettingen.

- Getijdenplaat

$$Hc_{plaat} = \frac{L}{7}$$

- Getijdengeul

$$Hc_{geul} = 1.4 * Hc_{Sellmeijer}$$

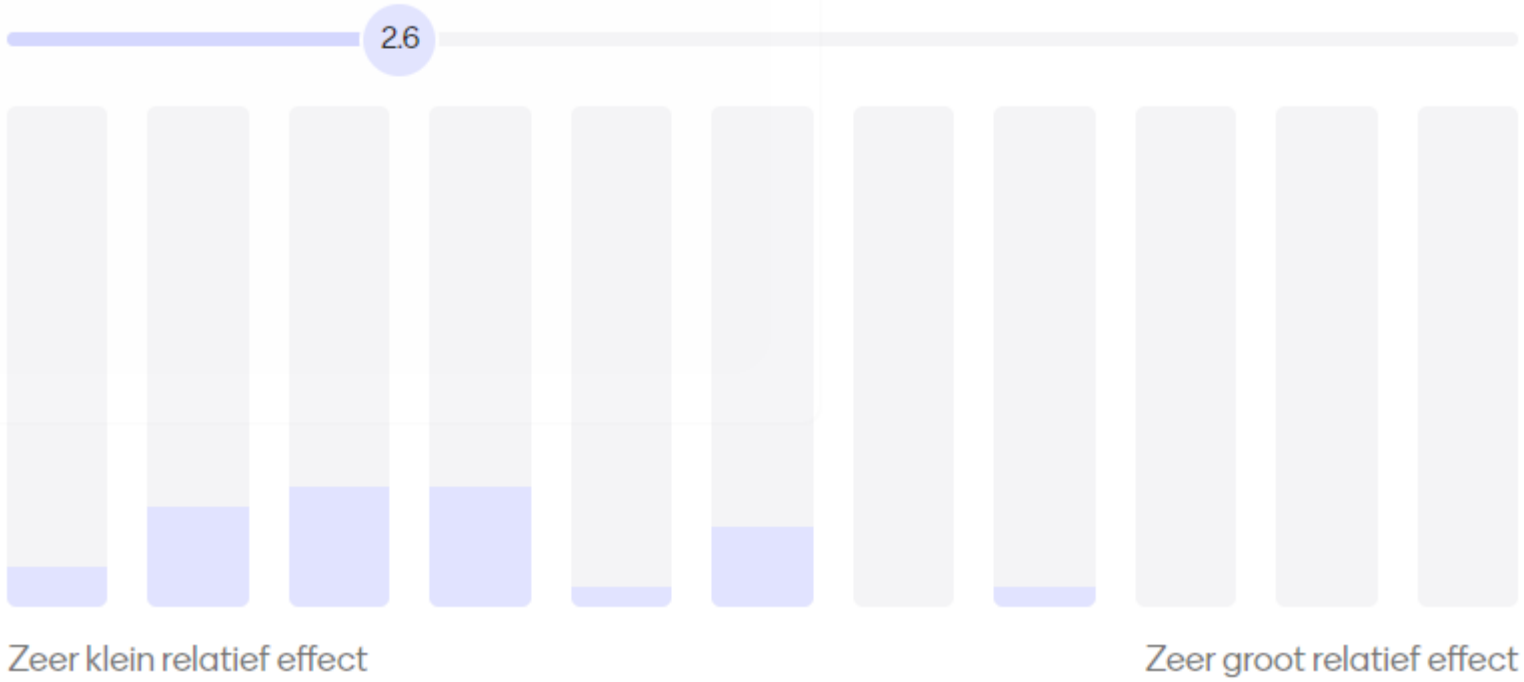
Andere afzettingen

Indien fijne fractie aanwezig is in andere afzettingen dan getijden afzettingen kan deze ook extra sterkte veroorzaken. Echter is dit nog niet gekwantificeerd.

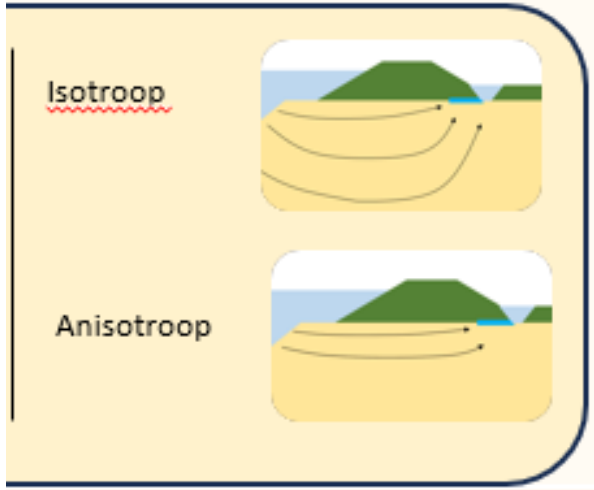
Response summary

Wat is volgens jou het relatief effect op de overstromingskans van:

Extra sterkte door kleine fractie



Anisotropie



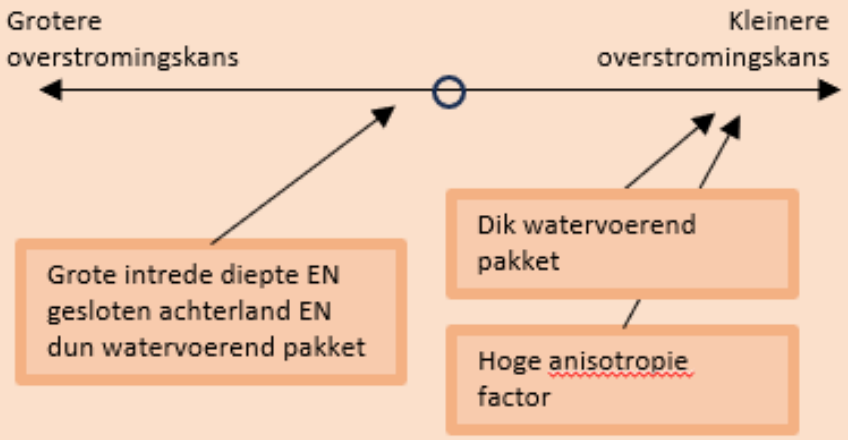
Invloed op overstromingskans

Een grote anisotropie verkleint de overstromingskans t.o.v een isotroop aangenomen horizontale doorlatendheid.

Relatief effect op overstromingskans :

Effect op overstromingskans wordt bepaald door Anisotropie en doorlatendheid: Bij een grote anisotropie factor zal de invloed van anisotropie op piping ook groter zijn. Bij een kleine horizontale doorlatendheid is het effect van anisotropie groter.
Intredediepte: Bij een diepe insnijding van het buitenwater heeft anisotropie niet veel effect op Hc. Ook in deze situatie is de horizontale doorlatendheid dominant.
Lengte/diepte verhouding watervoerend pakket: Bij een lang/dun watervoerend pakket heeft anisotropie niet veel effect op Hc, doordat de horizontale doorlatendheid in deze situatie dominant is.
Afstroming achterland: bij veel afstroming naar het achterland is de impact van anisotropie groter.

Inschatting potentieel effect op de overstromingskans
T.o.v. isotrope horizontale doorlatendheid

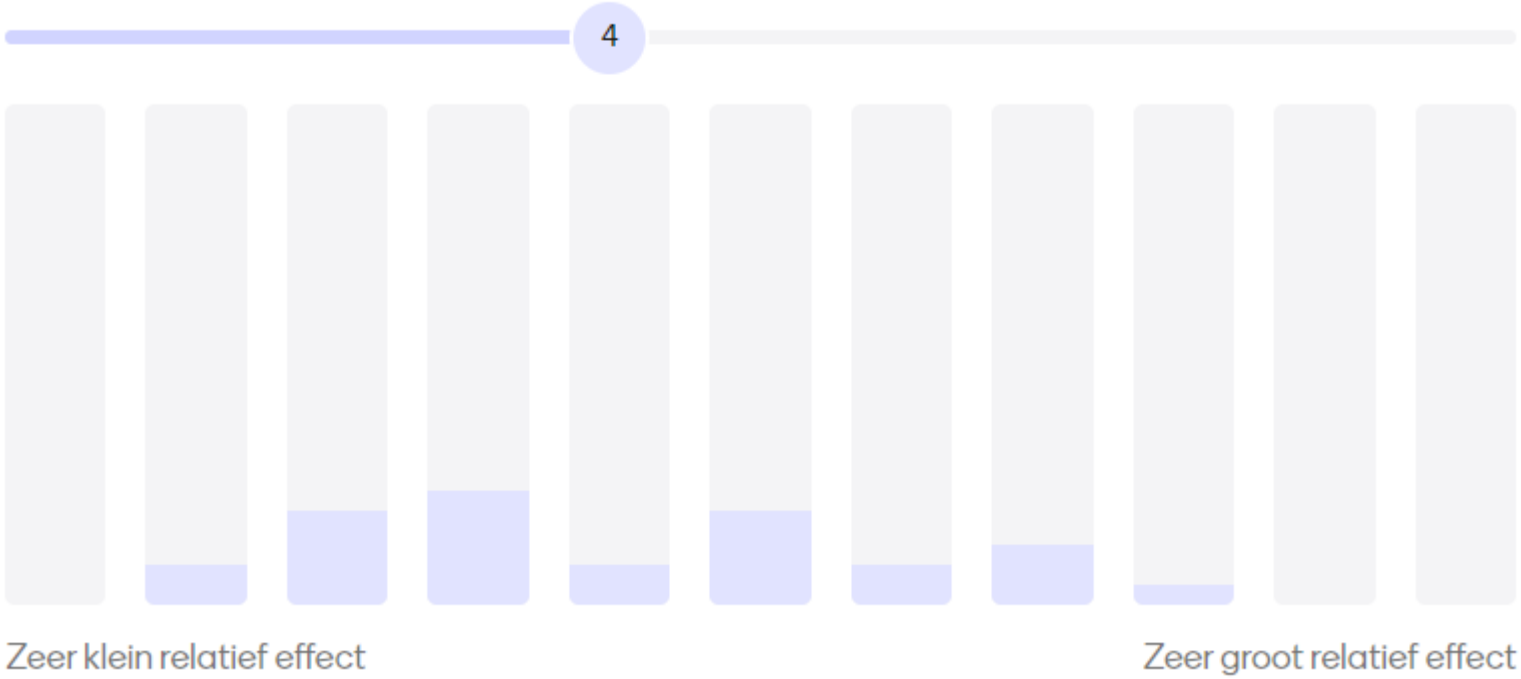


Aandachtspunt: Bij de combinatie van een grote intrede diepte (zoals bij een zandwinput), een gesloten achterland en een grote lengte/diepte verhouding kan anisotropie een klein negatief effect hebben!

Response summary

Wat is volgens jou het relatief effect op de overstromingskans van:

Anisotropie

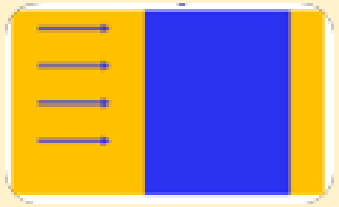


3D concentratie van stroming bij terugschrijdende erosie

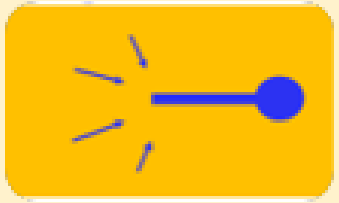
Invloed op overstromingskans

Een 3D situatie vergroot de overstromingskans t.o.v. de 2D rekenregel.

2D stroming naar de pipes



3D stroming naar de pipe



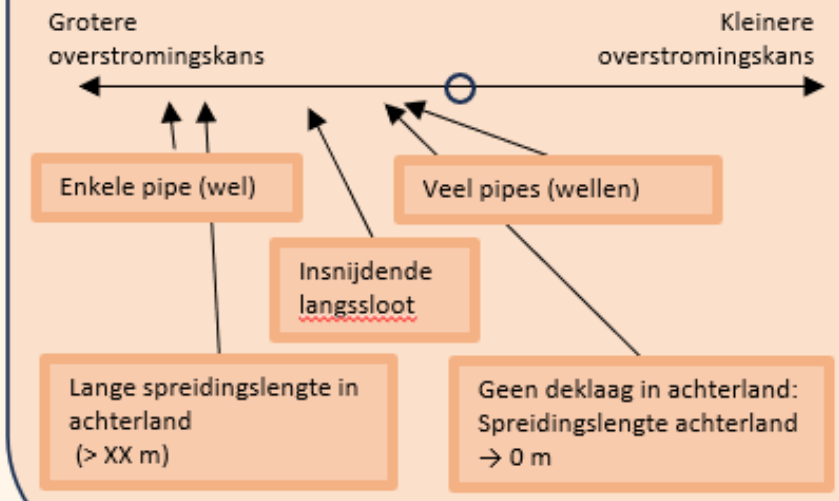
Relatief effect op overstromingskans:

Effect op overstromingskans wordt bepaald door

Aanwezigheid van meerdere pipes het effect is groter bij individuele wellen en enkele pipes dan wanneer meerdere pipes vormen en pipes vertakken/meanderen.
Afstroming naar het achterland of sloot deklagen op het achterland met een zeer grote doorlatendheid t.o.v. het watervoerend pakket (=kleine leklengte), en insnijdende langssloten is er naar verwachting minder sterke concentratie van stroming naar de pipe omdat water ook naar het achterland stroomt. Dit verkleint het 3D effect, maar zal het niet helemaal voorkomen.

Rivierbochten 3D grondwaterstroming naar de pipe kan versterkt worden bij de binnenbocht van een rivier.

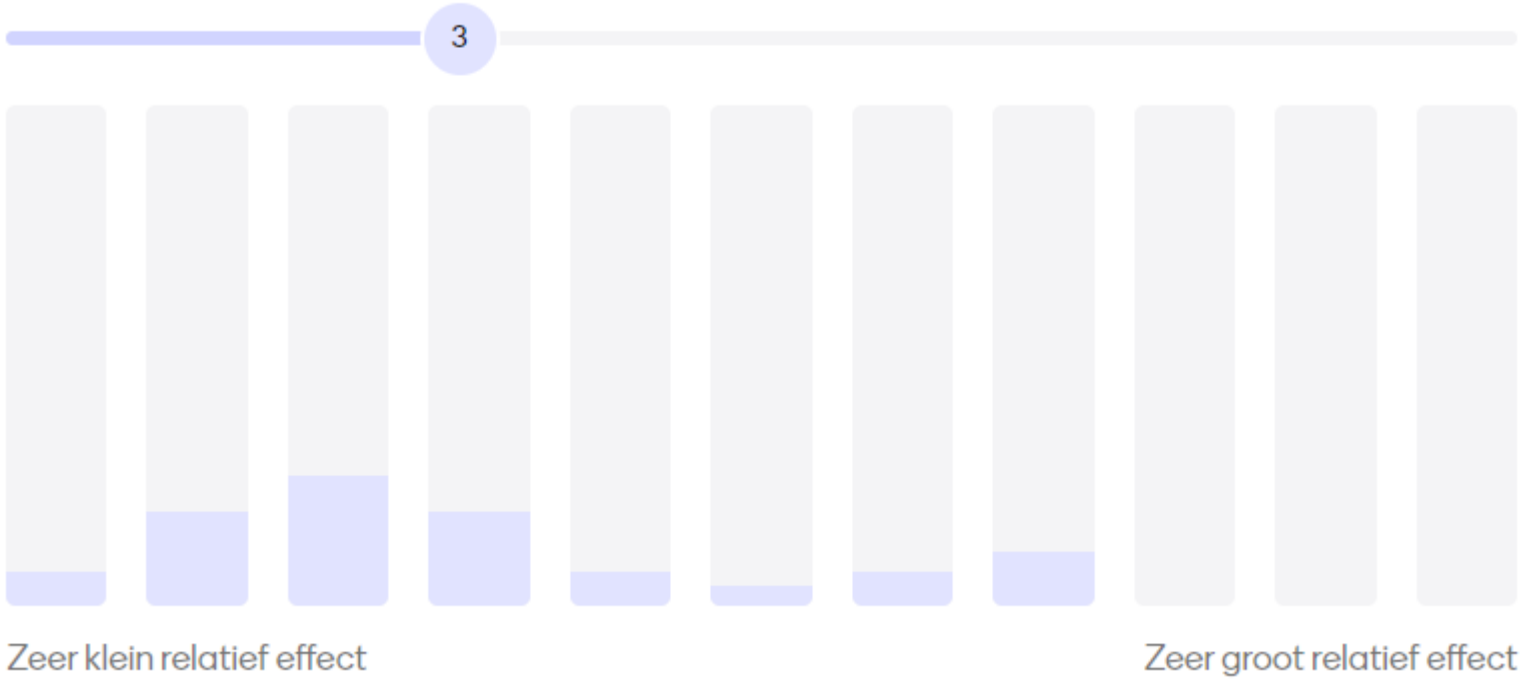
Inschatting potentieel effect op de overstromingskans
T.o.v. H_c gebaseerd op een 2D berekening



Response summary

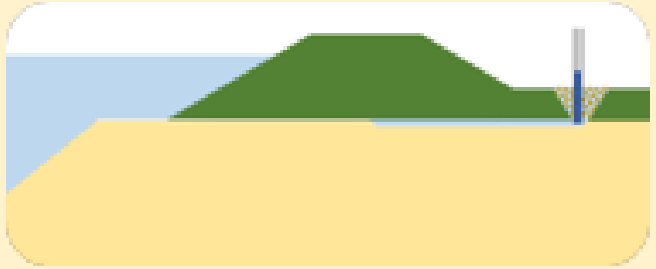
Wat is volgens jou het relatief effect op de overstromingskans van:

3D concentrale stroming bij terugschrijdende erosie



Drukval in opbarstkanaal

Weerstand opbarstkanaal



Invloed op overstromingskans

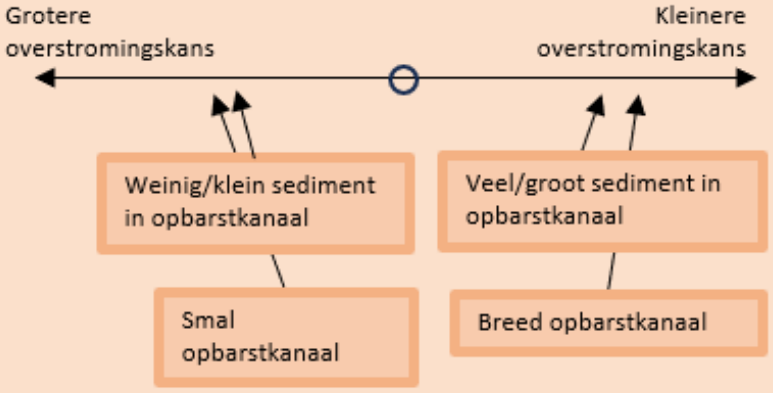
Er wordt vanuit gegaan dat 0,3d een gemiddelde aanpak is.

Relatief effect op overstromingskans:

Effect op overstromingskans wordt bepaald door

Debiet wanneer de stroomsnelheid klein is blijft er veel sediment in de zandmeevoerende wel en is er veel weerstand. In de tijd neemt de stroming naar de pipe toe, doordat de pipe groeit, hierdoor spoelt het sediment uit de wel en neemt de weerstand af.
Vorm/afmeting opbarstkanaal: bij een groot opbarstkanaal neemt de stroomsnelheid in de het opbarstkanaal af. Door de verlaagde stroomsnelheid drijft zand in suspensie in het opbarstkanaal, dit leidt tot extra weerstand. De vorm van het opbarstkanaal is afhankelijk van de manier waarop deze gevormd is (opbarsten/erosie/antropogeen) en de aanwezigheid van sloten.
Korrelgrootte: Bij grotere korrelgroottes neemt de weerstand in het opbarstkanaal toe.

Inschatting potentieel effect op de overstromingskans
T.o.v. 0,3d



Response summary

Wat is volgens jou het relatief effect op de overstromingskans van:

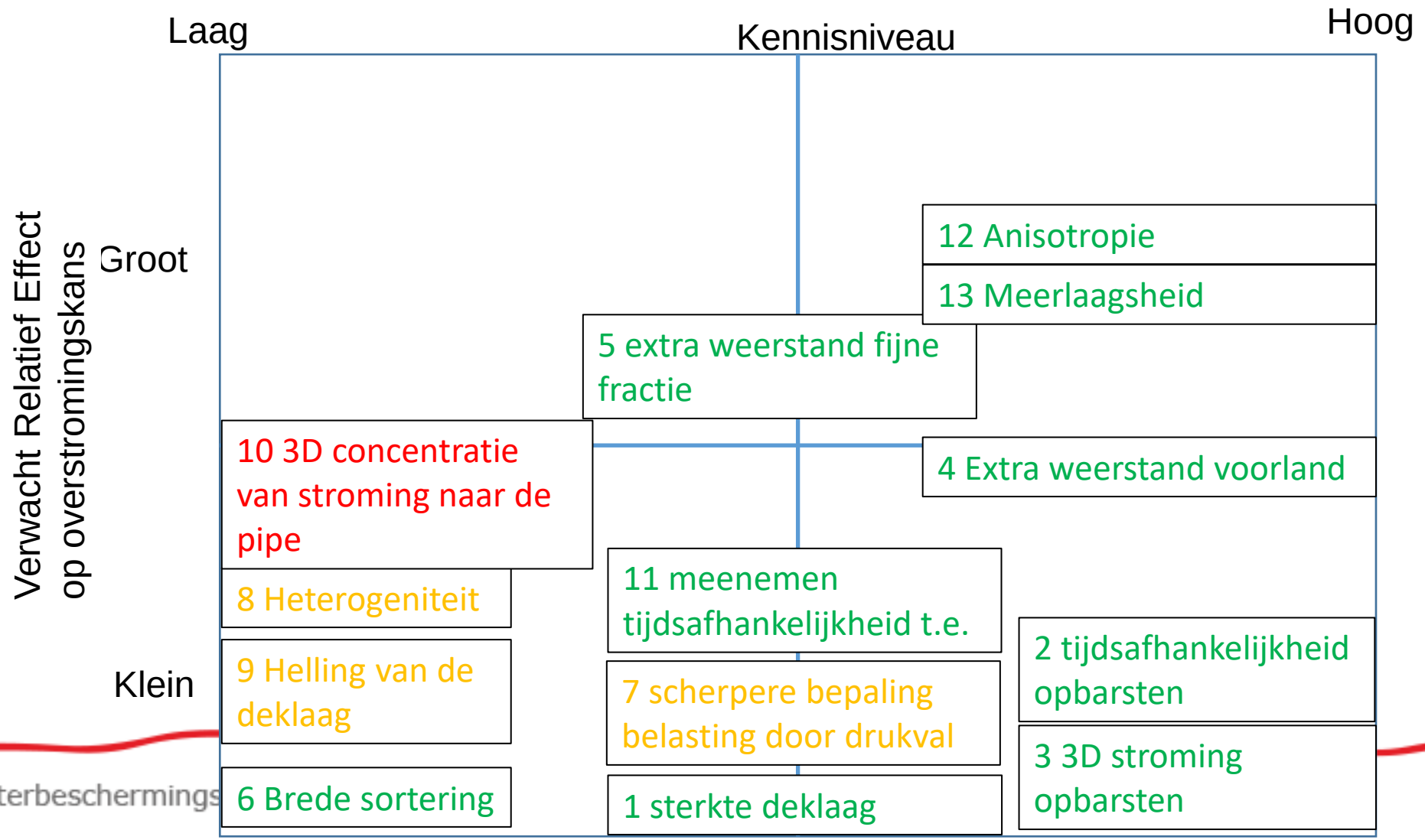
Drukval in opbarstkanaal

Zeer klein relatief effect

Zeer groot relatief effect

Case
Omgaan met onzekerheden

1. Overzicht en begrip: Lokaal belangrijke aspecten bepalen



Stap 2: Inzicht en handelingsperspectief

- Grofweg 3 methoden om inzicht te verkrijgen:
  - Puur kwalitatief
  - Gevoeligheidsanalyse (onder en bovengrenzen, hoekpunten), Semi-prob
  - Probabilistisch, inschatten kansverdelingen van aspecten

- Wij hebben hier gekozen voor probabilistisch, maar is niet altijd nodig

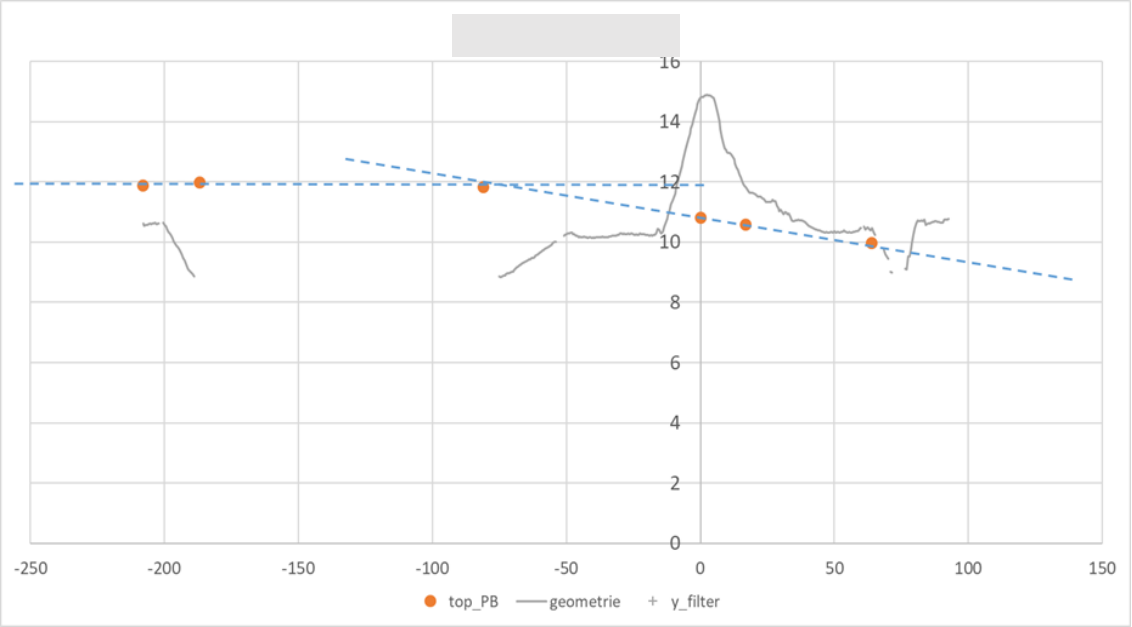
Implementatie in Probabilistic Toolkit

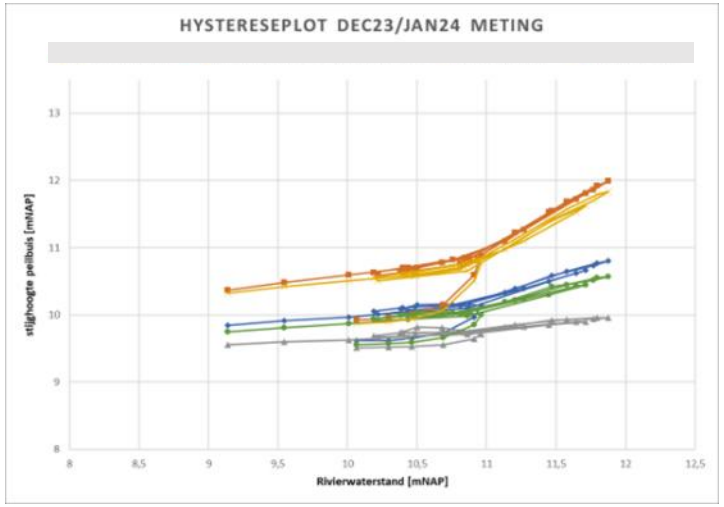
- Modelfactor toevoegen aan Hc bij nieuwe kennis (fijne fractie, anisotropie, 3D uitstroom)

```
L1 = L_geometrisch  - L_BUT;
Φ_uittrede = r * (WS-WS_mean)+Φ_mean;

///UPLIFT;
ΔΦc = d_deklaag * ((y_satdek - y_water) / y_water);
h_uittrede = Math.Max(maaiveld , Φ_polder);
ΔΦ = Φ_uittrede - h_uittrede;
Zu = mu * ΔΦc - ΔΦ;

///HEAVE;
i = (Φ_uittrede - h_uittrede) / d_deklaag;
Zh = ic - i;

///PIPING;
L_effvoorland = λ1 * Math.Tanh(L1 / λ1);
L = m_kwl * (L_effvoorland + L_BUT);

///Sellmeijer;
Fr = ((26.0 - y_water) / y_water) * 0.25 * Math.Tan(37 * Math.PI / 180);
Fs = 2.08E-4  * Math.Pow((d70/1.0E6) / 2.08E-4 , 0.4) / Math.Pow(L * (k / (3600 * 24)) * 1.33
/ (9.81 * 1E6)  , 1.0 / 3.0);
Fg = 0.91 * Math.Pow(D / L , 0.04 + (0.28 / (Math.Pow(D / L , 2.8) - 1)));
Hc = Fff * Fan * F3d * Fr * Fs * Fg * L;
Zp = mp * Hc - (WS - h_uittrede - 0.3 * d_deklaag);
```

Weerstand voorland

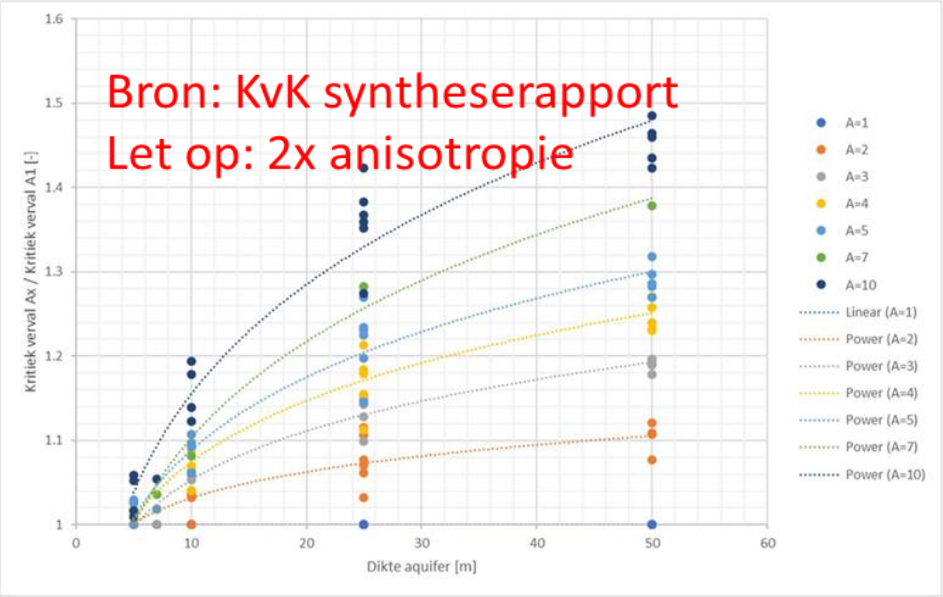
- Stijghoogteverloop tijdens piek hoogwater in dec 23/jan24
- Spreidingslengte: zo'n 75 m. Past prima in wat we eerder hebben toegepast. Geen reden voor aanpassen kansverdeling

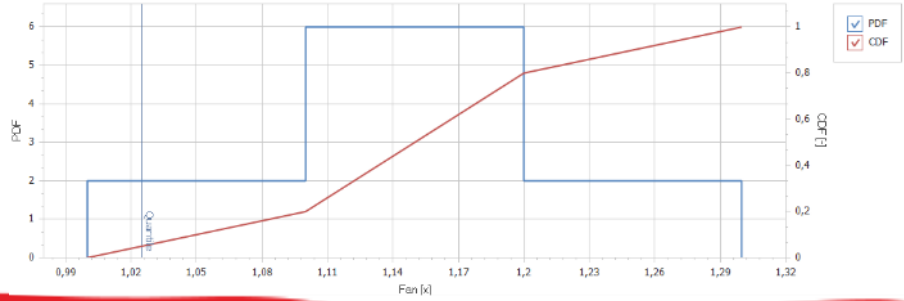




Anisotropie/meerlaagsheid

- Meerlaagsheid niet meegenomen, geen duidelijk aanwezige laag met lagere doorlatendheid
- Factor 3 anisotropie bijna altijd wel aanwezig
- F_{an} histogram verdeling:
  - 1-1,1: 20%
  - 1,1-1,2: 60%
  - 1,2-1,3: 20%
  - $F_{an;5\%}$ = 1,025



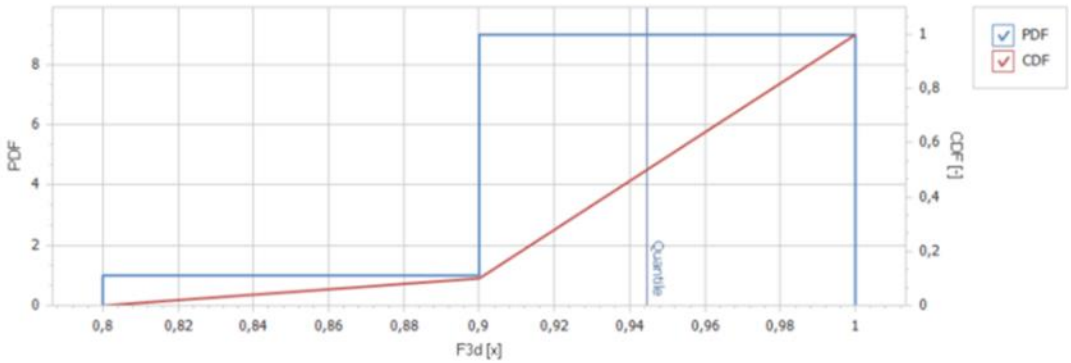


3D uitstroming

- F_{3D} waarschijnlijk in de buurt van 1, er is een langssloot, lijkt erg op Sellmeijer
- Histogram verdeling:
  - 0.8-0.9 : 10%
  - 0.9 – 1.0: 90%
- $F_{3D;5\%}$ =0.85

3D-effect / Achterland	Leklengte $\lambda = \sqrt{kDc} = \sqrt{\frac{kD}{k'}}$ Afstroming naar achterland Uittredepunt – sloot of punt	Grote leklengte – gesloten achterland 0.5 Middel-grote leklengte – beperkte afstroming 0.6 Kleine-middel leklengte – afstroming naar achterland 0.8 Kleine leklengte – afstroming naar teensloot 1

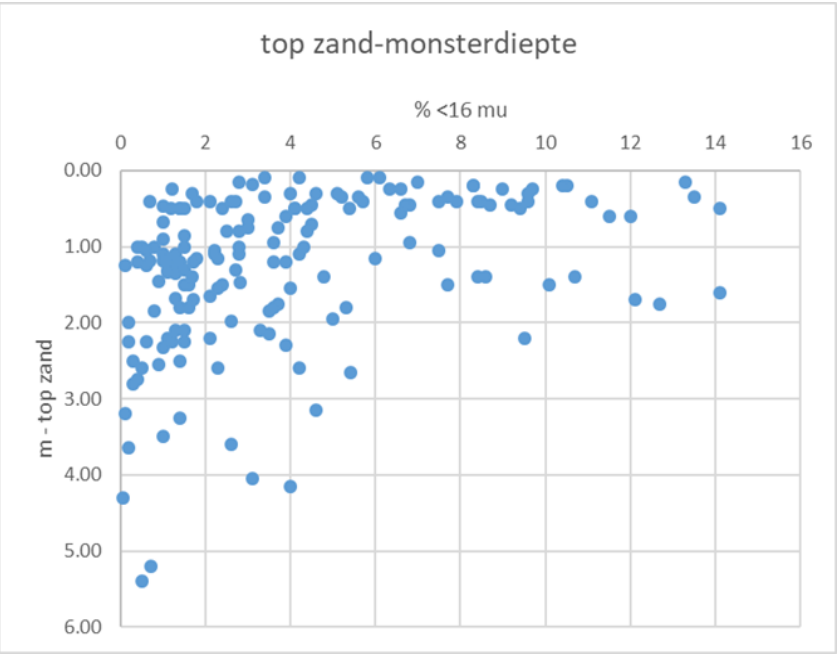
Bron: syntheserapport
Data al wat achterhaald

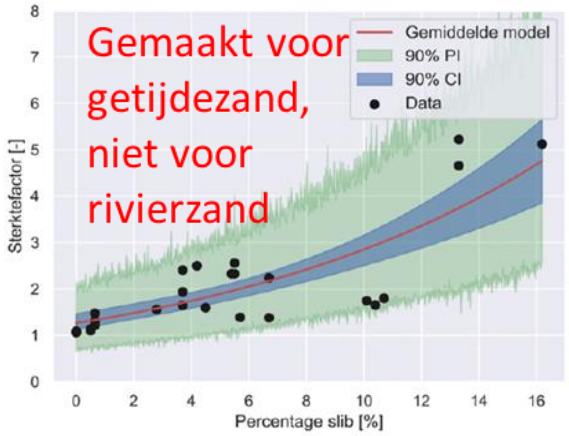


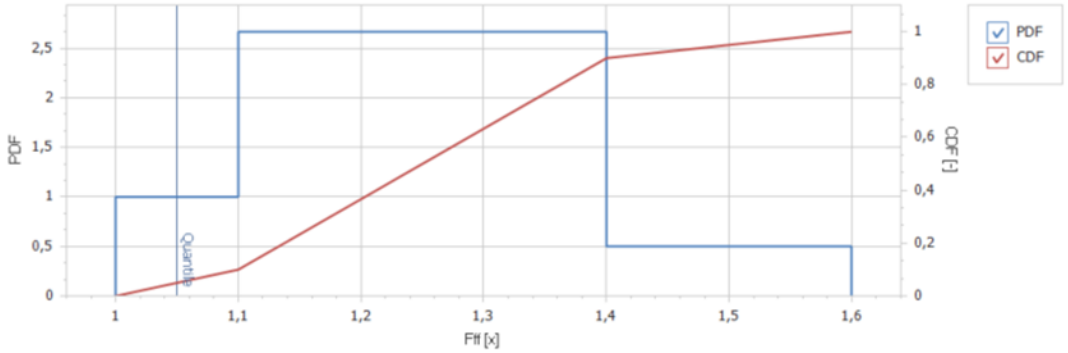
Verbale expressie	Kans van optreden
Zeer waarschijnlijk	> 80%
Waarschijnlijk	> 50%
Aannemelijk	20 - 40%
Onwaarschijnlijk	< 10%
Zeer onwaarschijnlijk	< 1%
Vrijwel uitgesloten	< 0.1%

Fijne fractie

- Data beschikbaar van fijne fractie in dit gebied
- Veel spreiding te zien in fijne fractie
- 1% fijne fractie lijkt altijd wel aanwezig
- Histogram verdeling F_{ff}:
  - 1 – 1.1 : 10%
  - 1.1 – 1.4 : 80%
  - 1.4 – 1.6 : 10%
- $F_{ff;5\%}$ =1.05

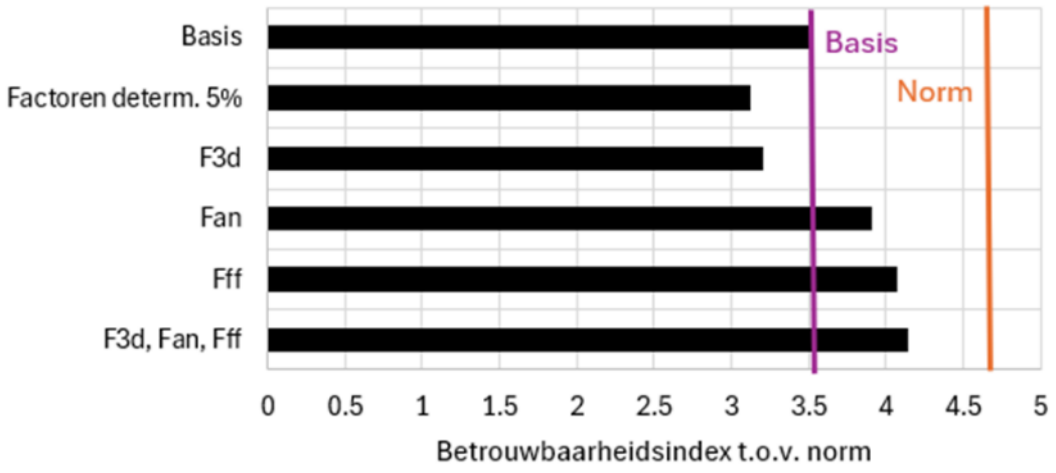






Invloed op faalkans

- Komen nog ca. factor 10 aan faalkans tekort, maar best wel voorzichtig aangepakt
- Semi-prob 5% waarden toepassen niet realistisch
- Er zitten nog zaken in het vat zoals:
  - Peil binnendijks bij hoogwater
  - Lengte-effect
  - Noodmaatregelen



Indeling workshop

- Inleiding
  - Welkom, opening
  - Vraaggesprek
  - Icebreaker: petje op, petje af
- Inhoudelijke presentaties en interactie
  - Bepaling piping opgave, werkwijze aanpak piping analyse en Beslisondersteunend raamwerk piping (BRP)
  - Introductie casus
  - Interactief gedeelte: onzekerheidsaspecten nader belicht

  Pauze
  - Presentatie omgaan met onzekerheden
  - Afweging maatregelen, overzicht van ontwikkelingen en aankomende K&I café's piping
- Afsluiting
  - Terugkijken en samenvatten
  - Borrel

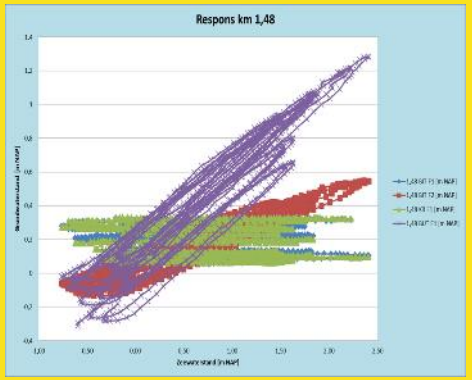
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

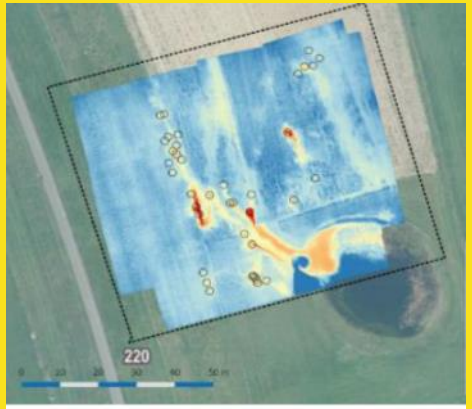
RWS – KvK
Kennisontwikkeling piping

ir. H. van Hemert - Rijkswaterstaat

10 oktober 2024

KvK kennisontwikkeling





Primair: fysica mechanisme (+ modellering)

- focus: 3D, fijne fractie, 0,3d (?)
- interesse: heterogeniteit, korrelverdeling (i.r.t. fijne fractie)
- KvK, HWBP-KIA / -DIV (MoU's USACE & China, EWG-IE)
- faalpad/-proces, tijdsafhankelijkheid
- *veiligheidsfilosofie (lengte-effect / combineren doorsnede- / vakkansen)*

Secundair: stimuleren van de "keten"

→ van grondonderzoek, monitoring, inspectie / detectie tot noodmaatregelen
meten & monitoren
noodmaatregelen

https://hoogwaterbescherming.foleon.com/magazine/hwbp-oktober-2024/

HWBP
voor sterke dijken

oktober 2024

Dijkversterking midden in de stad

Ingezoomd

Effect kweldergras op golfkracht

Dijkgesprek

‘De begeleidingsaanpak bespaart tijd, geld en energie’

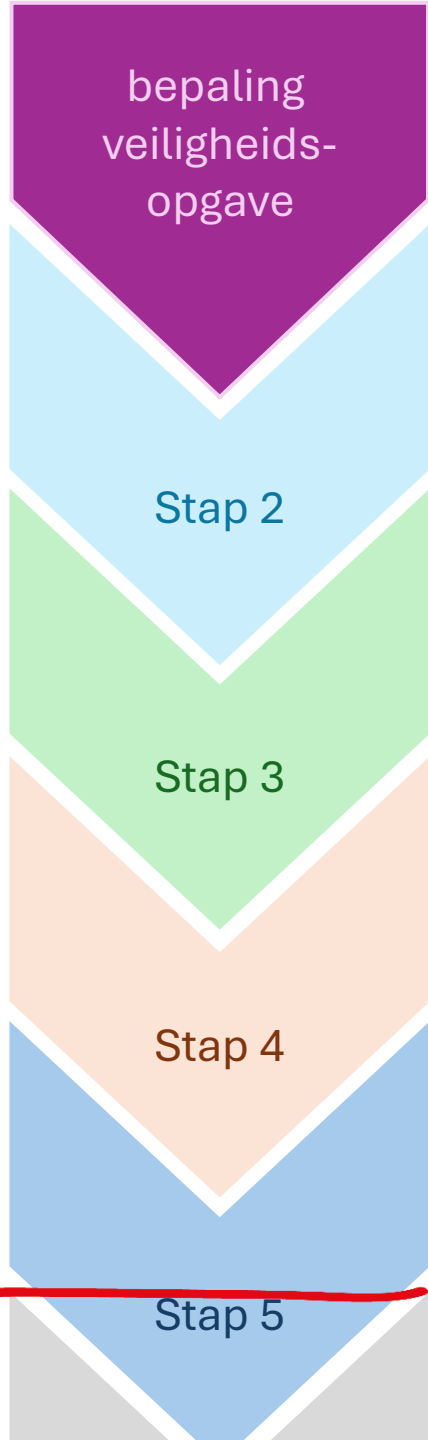
Stand van het land

Stand van … pipingmaatregelen

1/11 | Nieuws | In de stad | De dag van | Stand van het land | Dijkgesprek | Willy Dekker | Ingezoomd | Mijlpalen | Kalender | Contact

Stand van zaken DIV

- Publicatie Aanpak en Afweegkader Piping
- Beslisondersteunend Raamwerk Piping
- Handelingsperspectief dikke deklagen
- Onderzoeken KvK en KIA
  - Sterkte deklaag
  - 3D en schaal effecten
  - …



De eerste stap betreft de bepaling veiligheidsopgave. Een versterkingsmaatregel is alleen nodig als er daadwerkelijk een opgave is. In deze stap wordt op basis van de informatie uit de beoordeling de veiligheidsopgave bepaald. Met het Beslisondersteunend Raamwerk Piping (BRP) wordt de impact van nieuwe kennis en rekentechnieken bepaald. Het BRP is door Rijkswaterstaat en Deltares samen met het Army Corps of Engineers ontwikkeld in het programma Kennis voor Kenngen en inmiddels in een aantal projecten toegepast. Een stabiele veiligheidsopgave is het vertrekpunt voor het versterkingsproject.

Beslissingsondersteunend raamwerk piping

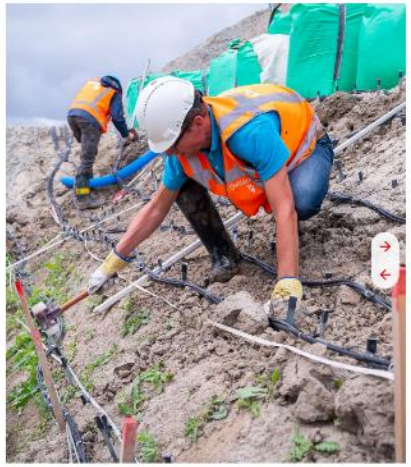
Voorbeeld toepassing bij CUB

Stap 2

In de tweede stap wordt de context van de waterkering in beeld gebracht. In deze stap worden de eigenschappen van de kering bepaald. De context bestaat uit verschillende dimensies. Het gaat daarbij om geologische en (geo)hydrologische eigenschappen van de bodem als kenmerken van de kering, de organisatie en omgeving van de beheerder. Voor het bepalen van de context wordt daarbij ook vooruit in tijd en ruimte gekeken. Het is belangrijk om de huidige veiligheidsopgave in de context van mogelijke vervolgopgaven te zien. Vervolgopgaven ontstaan door autonome ontwikkelingen zoals klimaatverandering, bodemdaling en gebiedsontwikkelingen.

Stap 3

Uit een analyse van de eerste 2 stappen volgt in de derde stap de ontwerpopgave en randvoorwaarden waarbinnen een oplossing kan worden gezocht.



Stap 4

Als het ontwerpopgave helder is, kunnen mogelijke maatregelen worden bepaald. De HWBP-waaier geeft een overzicht van innovatieve maatregelen. Niet alle maatregelen zijn even relevant voor elke locatie. Een trade-off matrix helpt bij de selectie van relevante maatregelen, het bepalen van het referentiealternatief en terugvalopties.

Innovatiewaaier

Stap 5

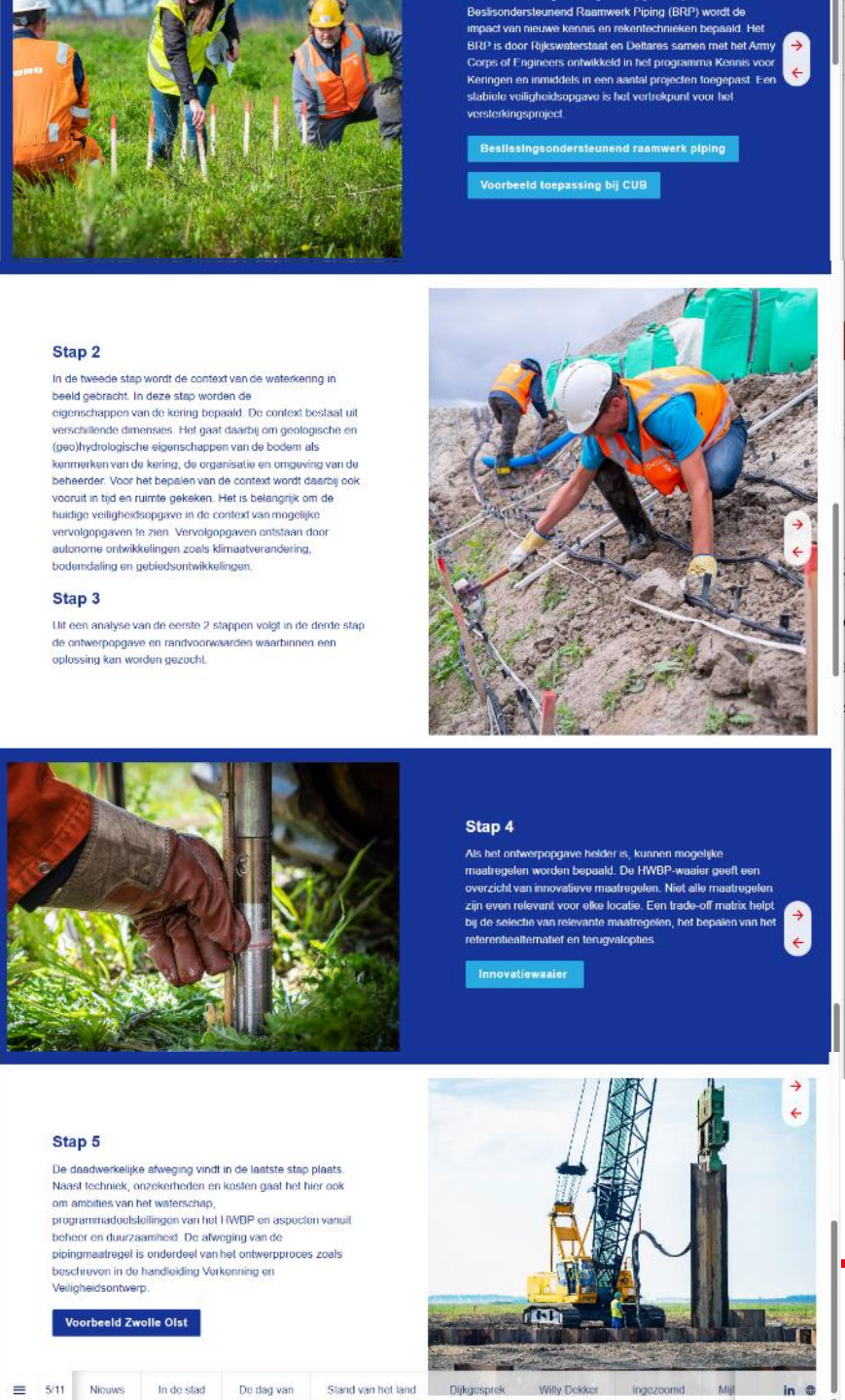
De daadwerkelijke afweging vindt in de laatste stap plaats. Naast techniek, onzekerheden en kosten gaat het hier ook om ambities van het waterschap, programmadoelstellingen van het HWBP en aspecten vanuit beheer en duurzaamheid. De afweging van de pipingmaatregel is onderdeel van het ontwerpproces zoals beschreven in de handleiding Verkenning en Veiligheidsontwerp.

Voorbeeld Zwolle Olst

Stand van zaken DIV

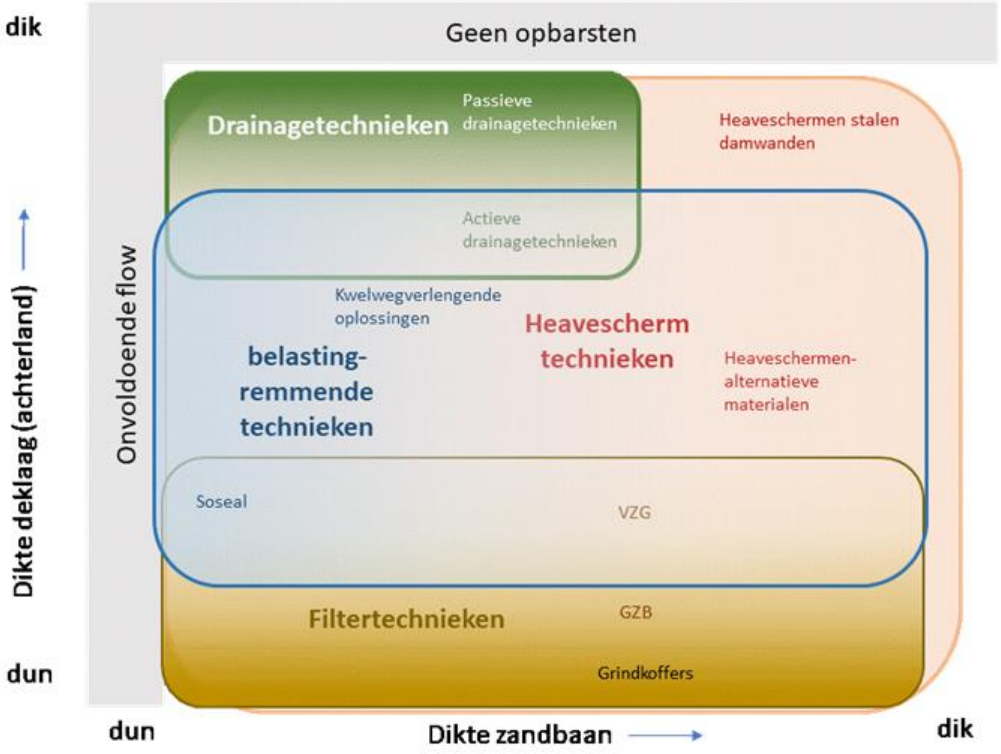
- Stap 2: Context van de waterkering in beeld
- Stap 3: Bepalen ontwerpopgave en randvoorwaarden voor oplossing

- Ondersteuning door WIKI vragen



Stand van zaken DIV

- Inventarisatie maatregelen



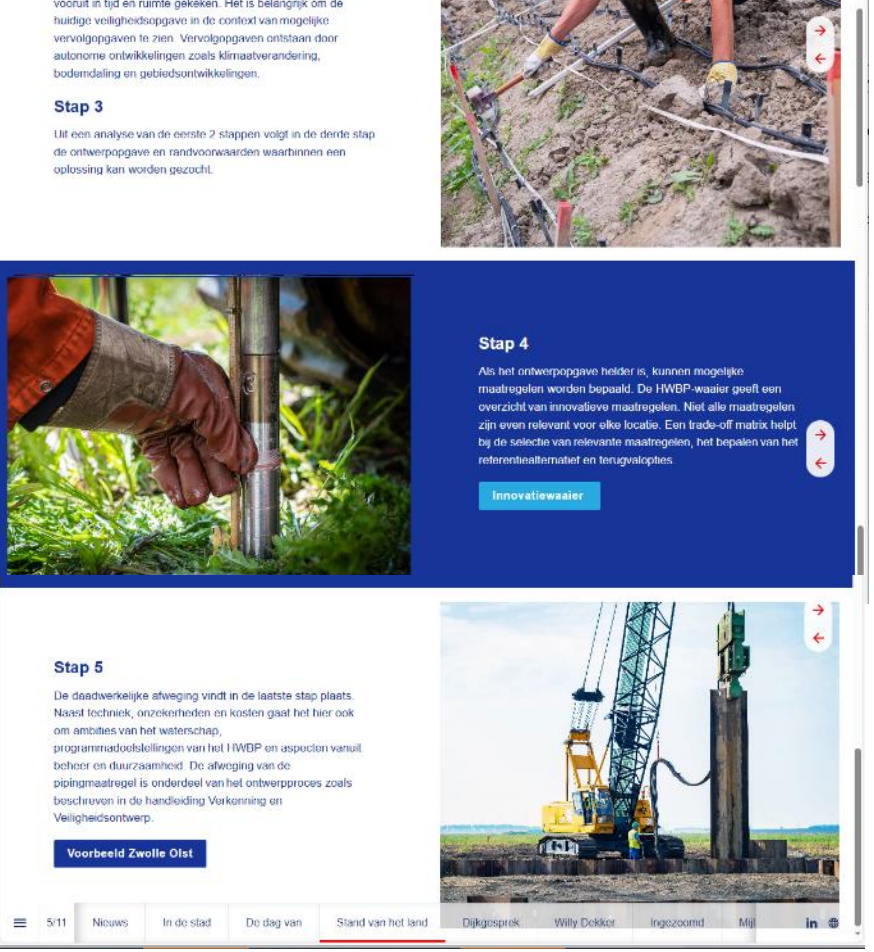
Stap 1

Stap 2

Stap 3

Inventarisatie maatregelen

Stap 5

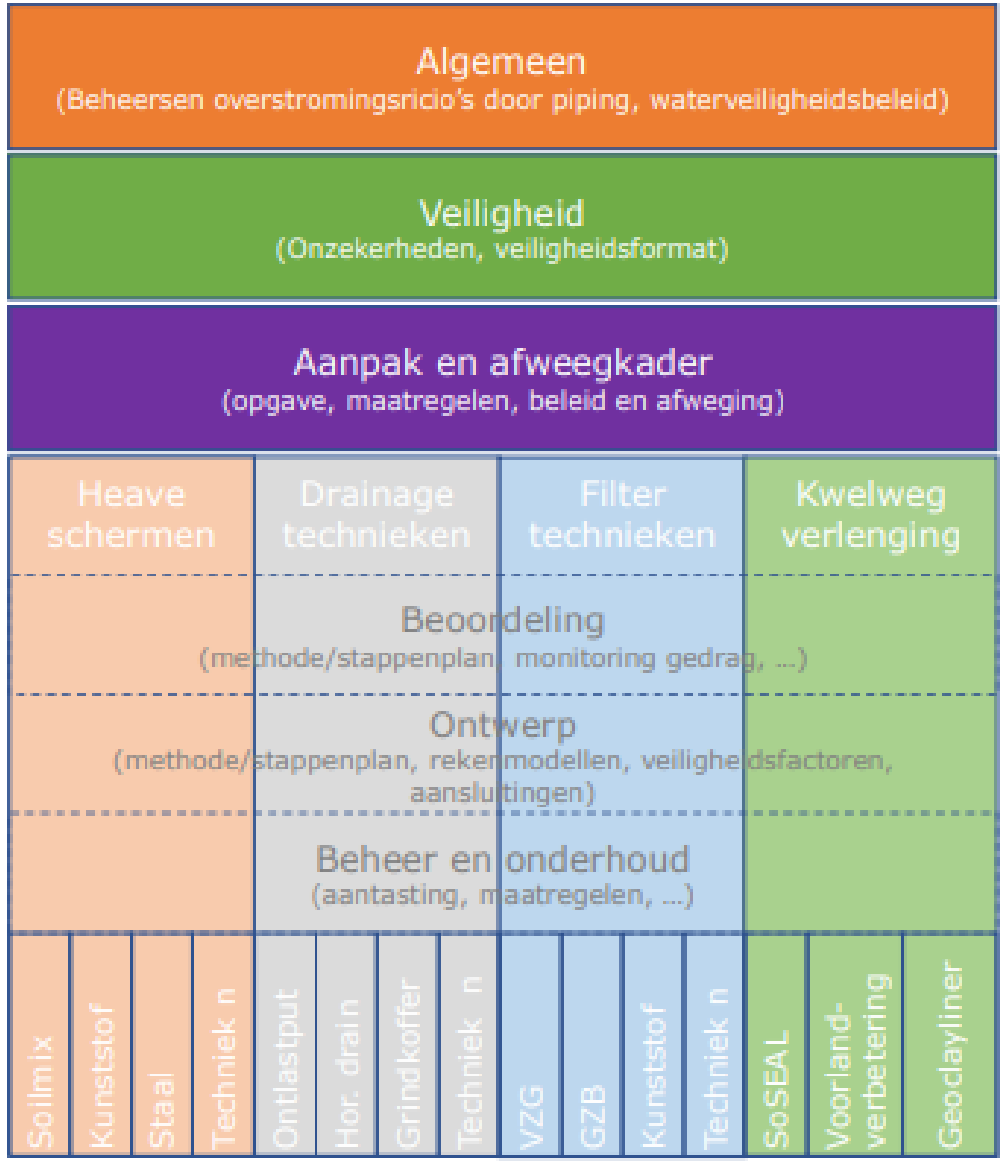


Stand van zaken DIV

- Stap 5: Afweging

DIV-Piping is op zoek naar voorbeelden en ervaringen

Ontsluiten via DIV WIKI



Beschikbare publicaties

- Algemeen
- Veiligheidsraamwerk
- Aanpak en Afweegkader
- Heaveschermen: wordt gewerkt aan voorbeeld en kennisleemten in KIA
- Filterconstructies

OBOR beschikbaar

- VZG
- Kunststof Heaveschermen
- Drainageconstructies
- Groene versie GZB
- Projectversie Kunststof filterconstructies

OBOR we werken aan:

- GZB
- Soilmix
- Kunststof filterschermen

Doorkijk overige K&I café's

K&I-café: Piping onderzoek:

- 3D en Schaaleffecten
- Heaveschermen
- Handelingsperspectief opbarsten

31 oktober 2024 | 15:00-17:00 | Teams

K&I-café: Omgaan met de opgave:

- Aanpak en Afweegkader
- Ontwikkelingen maatregelen filtertechnieken en heaveschermen

21 november 2024 | 15:00-17:00 | Teams

Bezig met kennis en innovaties?

Mail ons!

HwBP voor sterke dijken

Waterschap Rivierenland

HwBP voor sterke dijken

HwBP voor sterke dijken

De Innovatieversneller

Kennis en Innovatiecafé
Borrel
Rivierenland
Piping

10 oktober 2024

Waterschap Rivierenland

HwBP voor sterke dijken