

Gevoeligheidsanalyse inzichten uit POV Piping

Boye van Zwol (Lievence)
Martijn Asschert (Witteveen+Bos)
Hendrik Meuwese (Witteveen+Bos)

Inhoud

- Inleiding
- De “geodriehoek” aan het werk
- Waarom een grondwatermeetnet?
- Analytische berekeningen
- D-Geo Flow
- Conclusies
- Aanbeveling/Discussie?





Doelstelling

- Toepassen van de nieuwe werkwijze piping
- Op meerdere dijktrajecten
- Resultaat: gevoeligheidsanalyse van inzichten uit de POV Piping

RAPPORT

Pov-PipingPortaal

Systeem denken in de pipinganalyse

Klant: Waterschap Rivierenland

Referentie: T&P-BF3779-R004-F1.0

Versie: 1.0/Finale versie

Datum: 3 juli 2018

Legend for diagrams:

- maatgevende boeihoogte
- waterstand
- waterstand bij hoogste tij

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

pov
Piping
dijkinnovatie van binnenuit



Projectteam

Geotechniek

Boye van Zwol
André Broere
Bram de Groot



Geohydrologie

Hendrik Meuwese
Martijn Asschert



Projectleiding

Hans Niemeijer
Henk Weijers



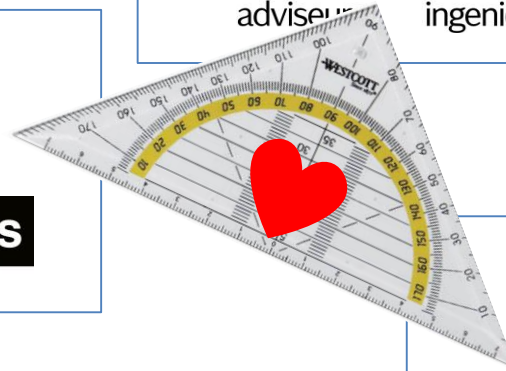
Geoinformatie

David Houtkamp



Technisch Management

Albert Wiggers
Bas Berbee





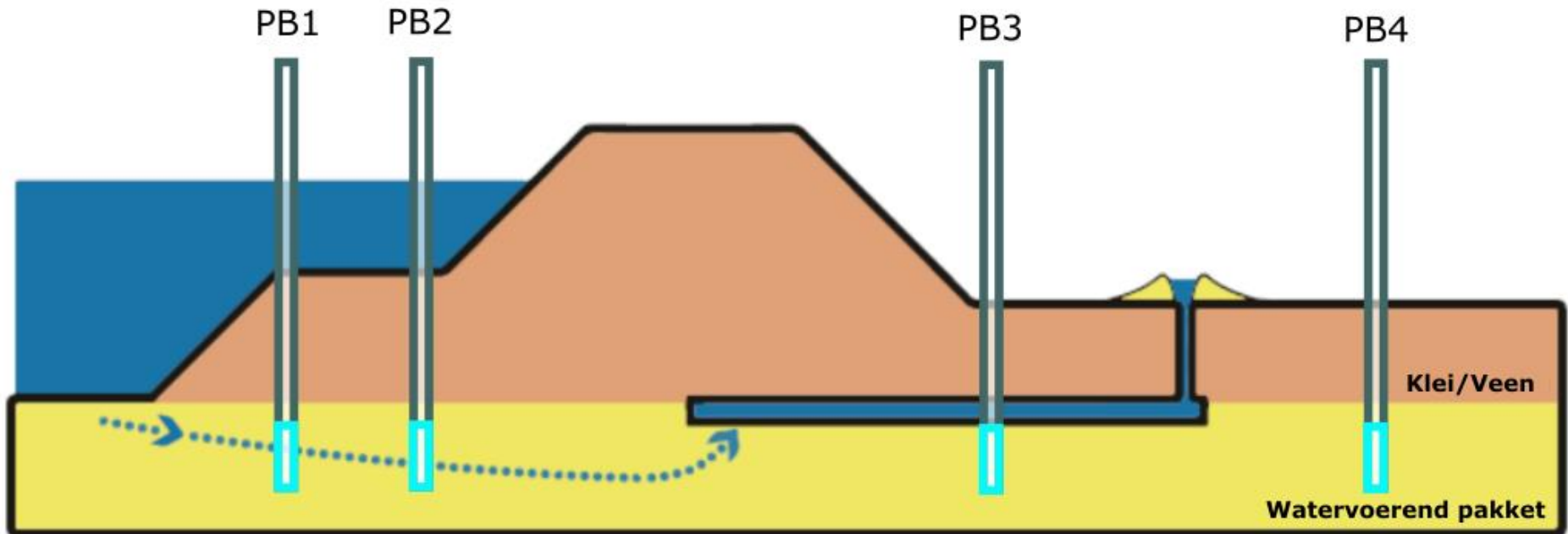
Waarom een grondwatermeetnet?





Plaats en beheer een grondwatermeetnet!

- Plaats raaien peilbuizen haaks op de dijk
- Meet meerdere jaren voor hoogwater, watervoerend pakket en freatische lijn
- Valideer je data



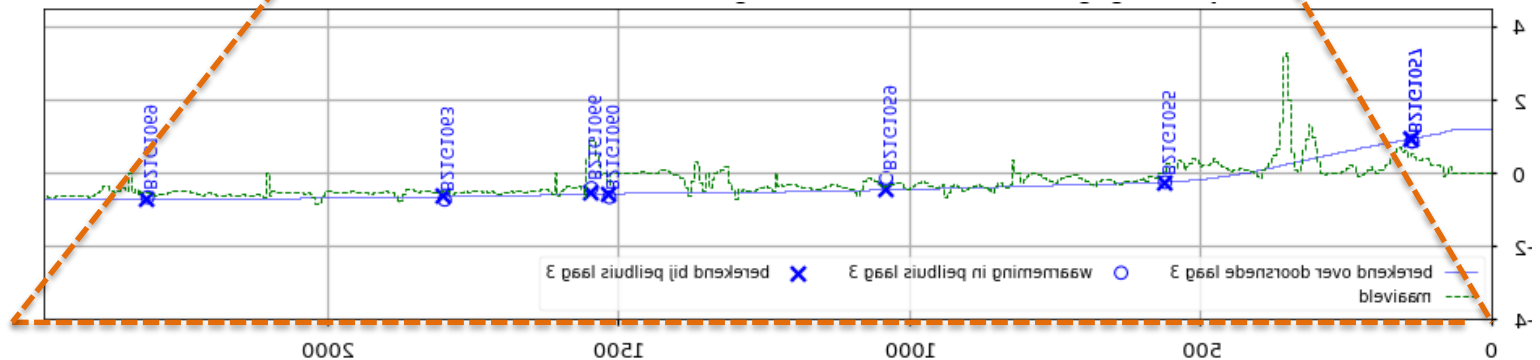
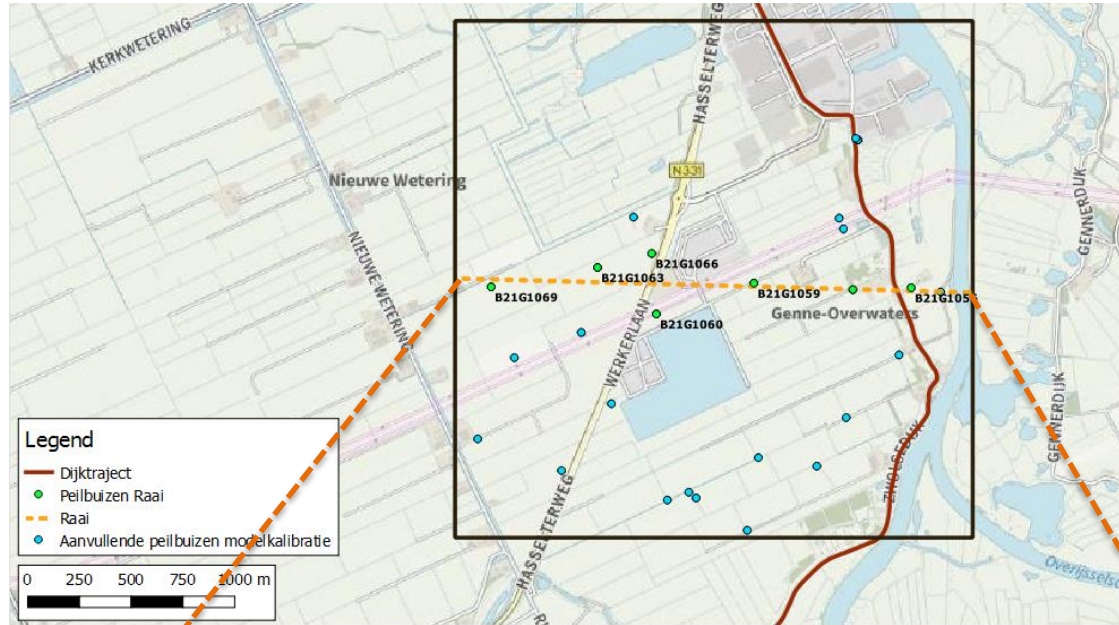


Gebruik je metingen

- Afleiden maatgevende waterstanden
- Afleiden geohydrologische parameters
 - Verticale weerstand van deklaag
 - Horizontale doorlatendheid watervoerend pakket
 - Anisotropie watervoerend pakket



Voorbeeld van metingen

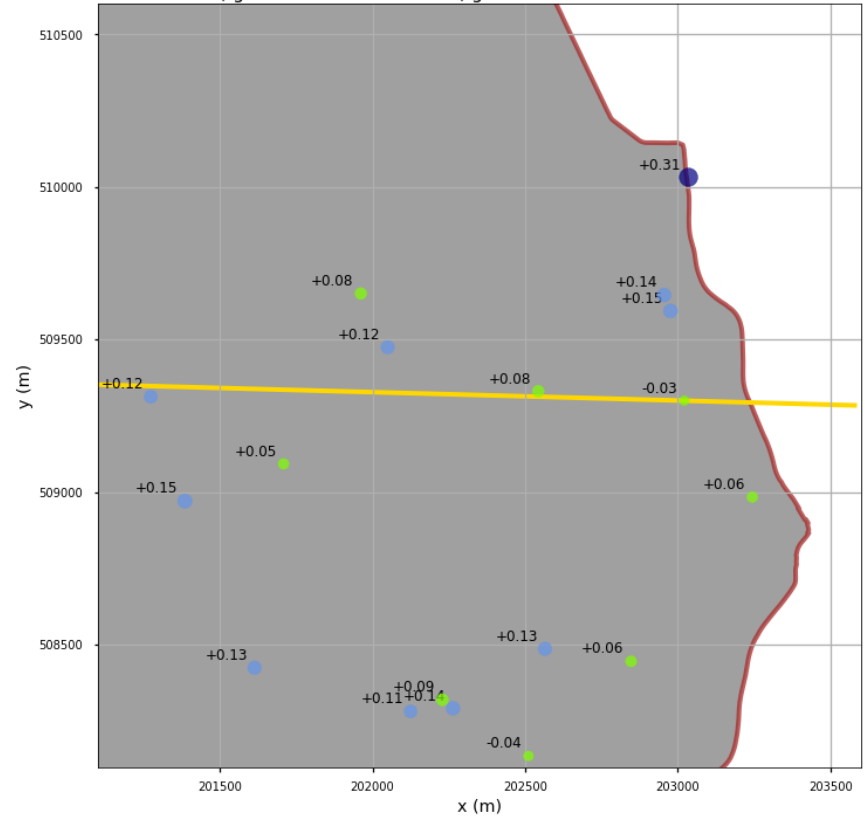
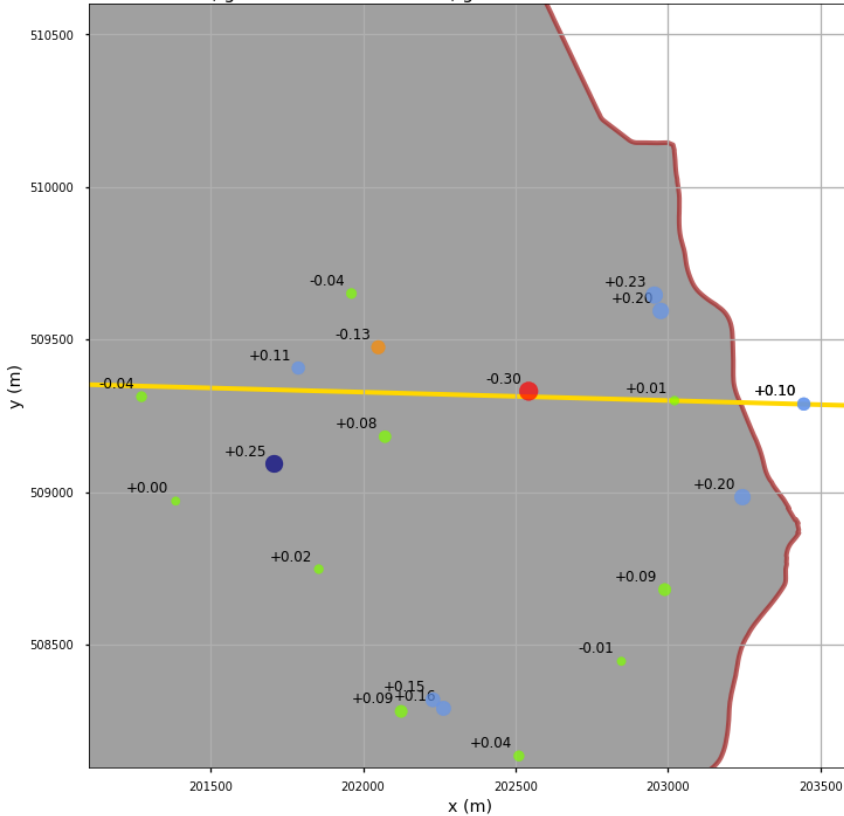




Afleiden verticale doorlatendheid via 3D grondwatermodel

WVP Boxtel (-0.93 - -3.93 m NAP, modellaag 3)
n: 21, gemiddeld verschil: 0.06, gemiddeld absoluut verschil: 0.11

WVP_diep (-3.93 - -19.93 m NAP, modellaag 4-5)
n: 18, gemiddeld verschil: 0.10, gemiddeld absoluut verschil: 0.11



Model (MODFLOW 5 layer(s), 500 row(s), 500 column(s), 1 stress period(s)) minus gemiddelde waarneming (m)



- = Peilbuis raai
- = Dijktracé
- = Locatie achterland



Analytische berekeningen

Stap	Kwelweglengte	Eigenschappen watervoerend pakket	Rekenwaarden korreldiameter	Rekenwaarden specifieke doorlatendheid	Slootpeil tijdens hoogwater
1A	Dijkbasis	WBI-SOS	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Winterpeil
3A	Dijkbasis	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Winterpeil
5A	Dijkbasis	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
5B	Fictief, gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
7	Fictief, niet gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
8	Fictief, niet gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Gemiddelde waarden	Gemiddelde waarden	Verhoogd slootpeil

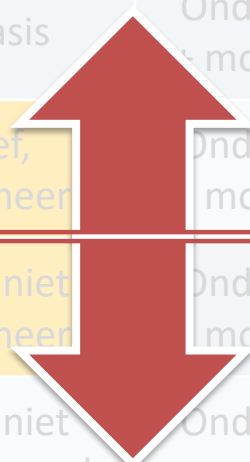


Analytische berekeningen

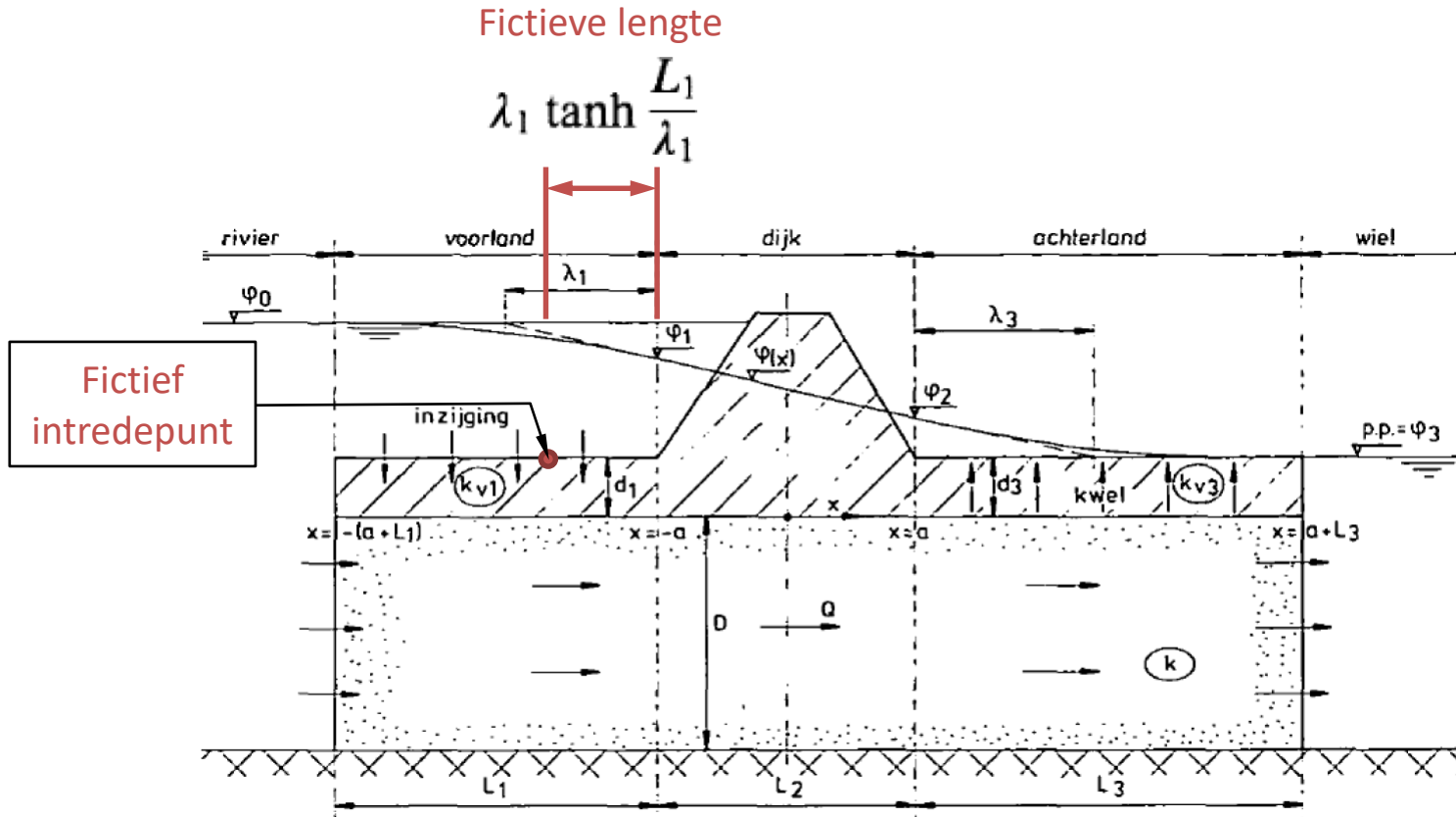
Stap	Kwelweglengte	Eigenschappen watervoerend pakket	Rekenwaarden korreldiameter	Rekenwaarden specifieke doorlatendheid	Slootpeil tijdens hoogwater
1A	Dijkbasis	WBI-SOS	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Winterpeil
3A	Dijkbasis	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Winterpeil
5A	Dijkbasis	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
5B	Fictief, gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
7	Fictief, niet gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil
8	Fictief, niet gemaximeerd	Onderzoeken + model NL3D	Karakteristieke waarden	Karakteristieke waarden	Verhoogd slootpeil

Conform schematiserings-handleiding piping WBI 2017

Niet conform schematiserings-handleiding piping WBI 2017



Analytische berekeningen



$L_1/\lambda_1 > 2$: Fictieve lengte gelijk aan leklengte voorland λ_1

$L_1/\lambda_1 < 0.5$: Fictieve lengte gelijk aan voorlandlengte L_1



Analytische berekeningen

Schematiseringshandleiding piping WBI 2017:

- Slecht waterdoorlatende deklaag in voorland mag als afsluitend worden gezien indien lutumgehalte groter dan 20% en zandgehalte kleiner dan 35%.
 - Afsluitende kleilaag moet verzadigd en minimaal 1 m dik zijn.
 - Kleilaag dient te worden beschermd door toplaag van 0.3-0.5 m dik, afhankelijk van het landgebruik.
 - Fictieve kwelweglengte mag niet groter dan tweemaal de dijkbasis (afstand tussen buitenteen en uittredepunt) zijn.
-



Analytische berekeningen

Schematiseringshandleiding piping WBI 2017:

- Slecht waterdoorlatende deklaag in voorland mag als afsluitend worden gezien indien lutumgehalte groter dan 20% en zandgehalte kleiner dan 35%.
- Afsluitende kleilaag moet verzadigd en minimaal 1 m dik zijn.
- Kleilaag dient te worden beschermd door toplaag van 0.3-0.5 m dik, afhankelijk van het landgebruik.
- Fictieve kwelweglengte mag niet groter dan tweemaal de dijkbasis (afstand tussen buitenteen en uittredepunt) zijn.

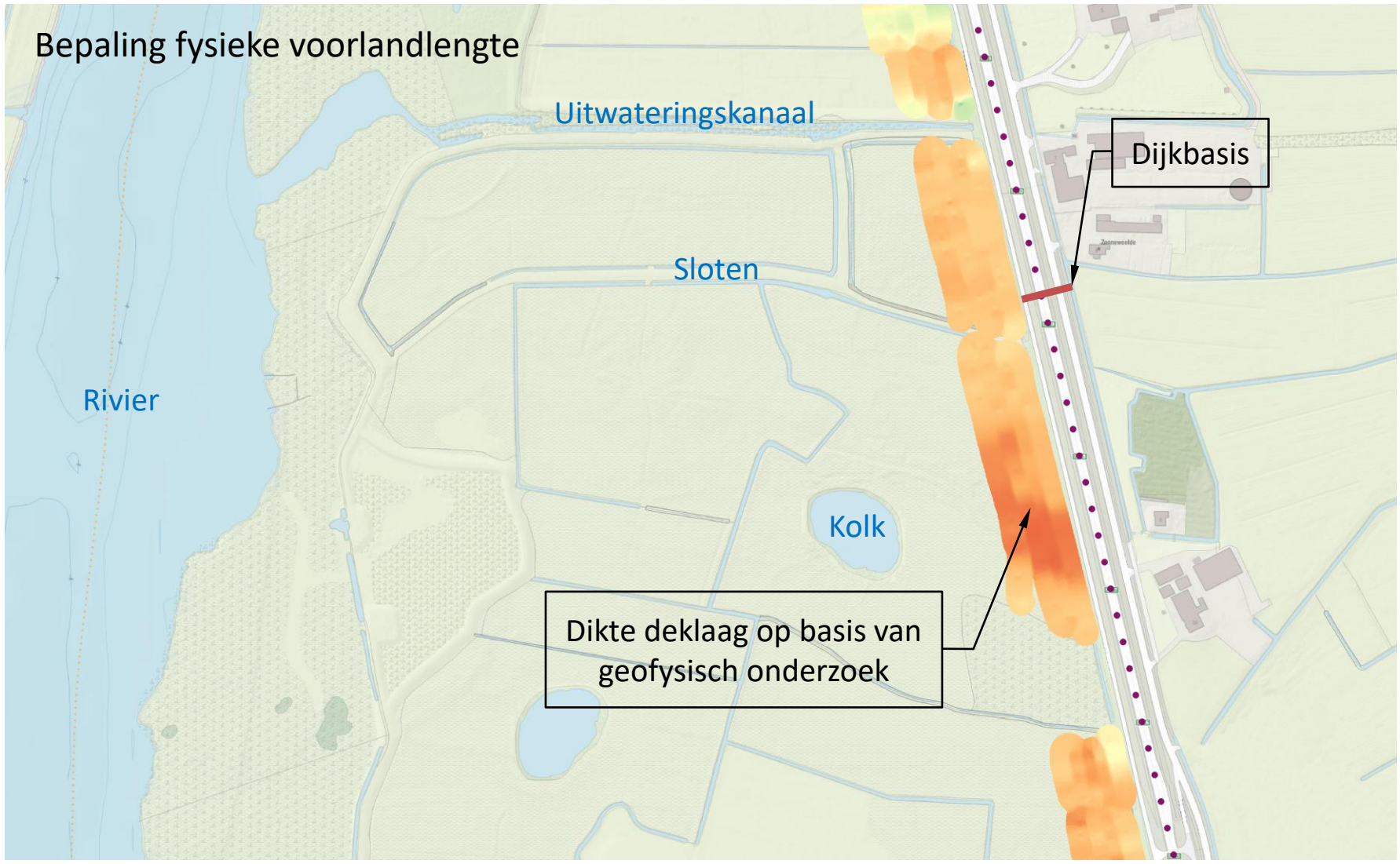
Stap 5B

- Fictieve kwelweglengte berekend conform WBI 2017.
- Fictieve lengte voorland gemaximeerd tot breedte strook voorland waar geofysisch onderzoek heeft plaatsgevonden.

Stap 7 en Stap 8

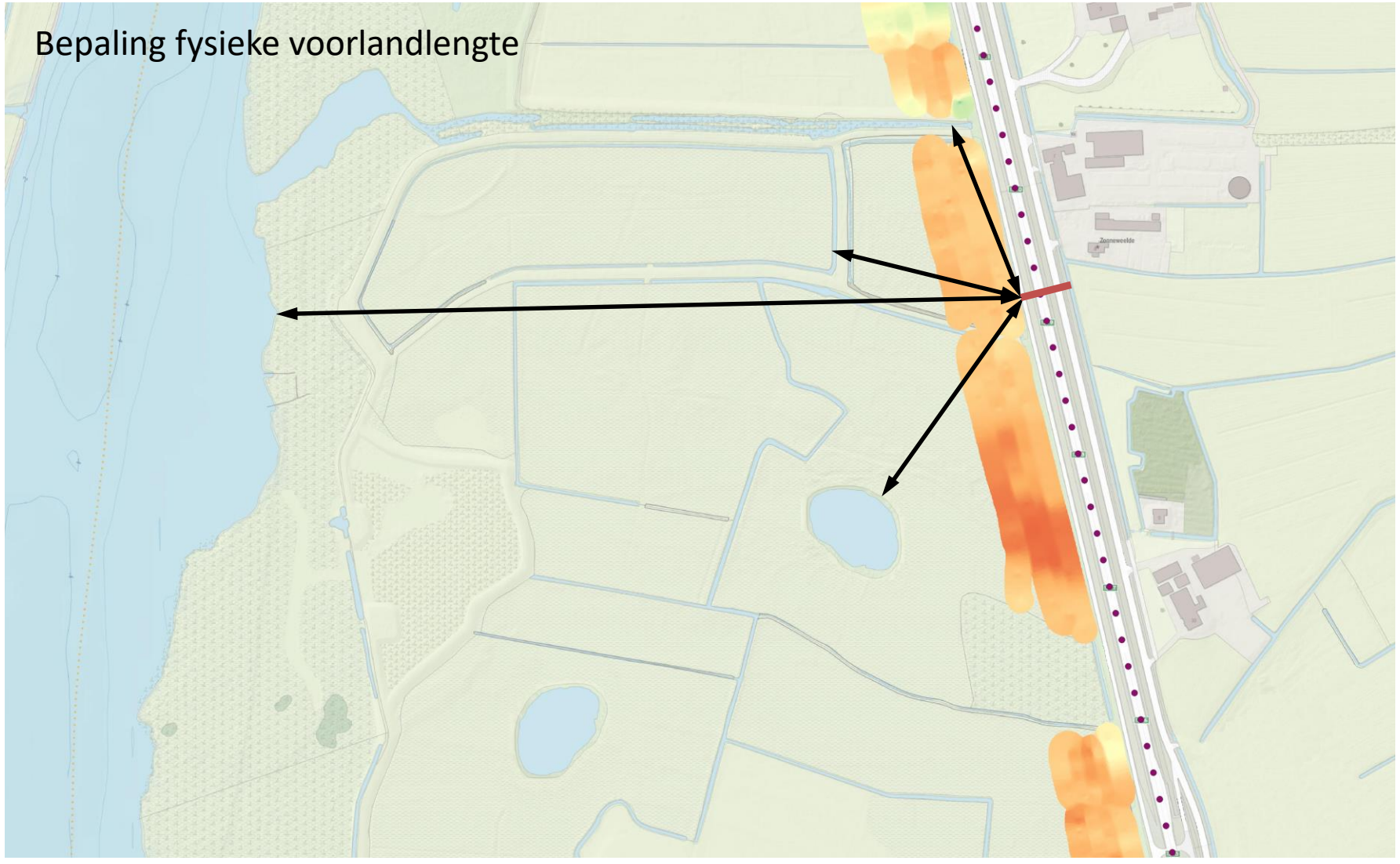
- Fictieve kwelweglengte niet gemaximeerd tot tweemaal de dijkbasis, maar volledig meegenomen.
- Geen beperking aan minimale dikte deklaag in voorland gesteld.
- Dikte deklaag in voorland gelijk aan die in dat deel van hetzelfde voorland waar wel geofysisch onderzoek heeft plaatsgevonden.

Analytische berekeningen



Analytische berekeningen

Bepaling fysieke voorlandlengte



Analytische berekeningen



Analytische berekeningen

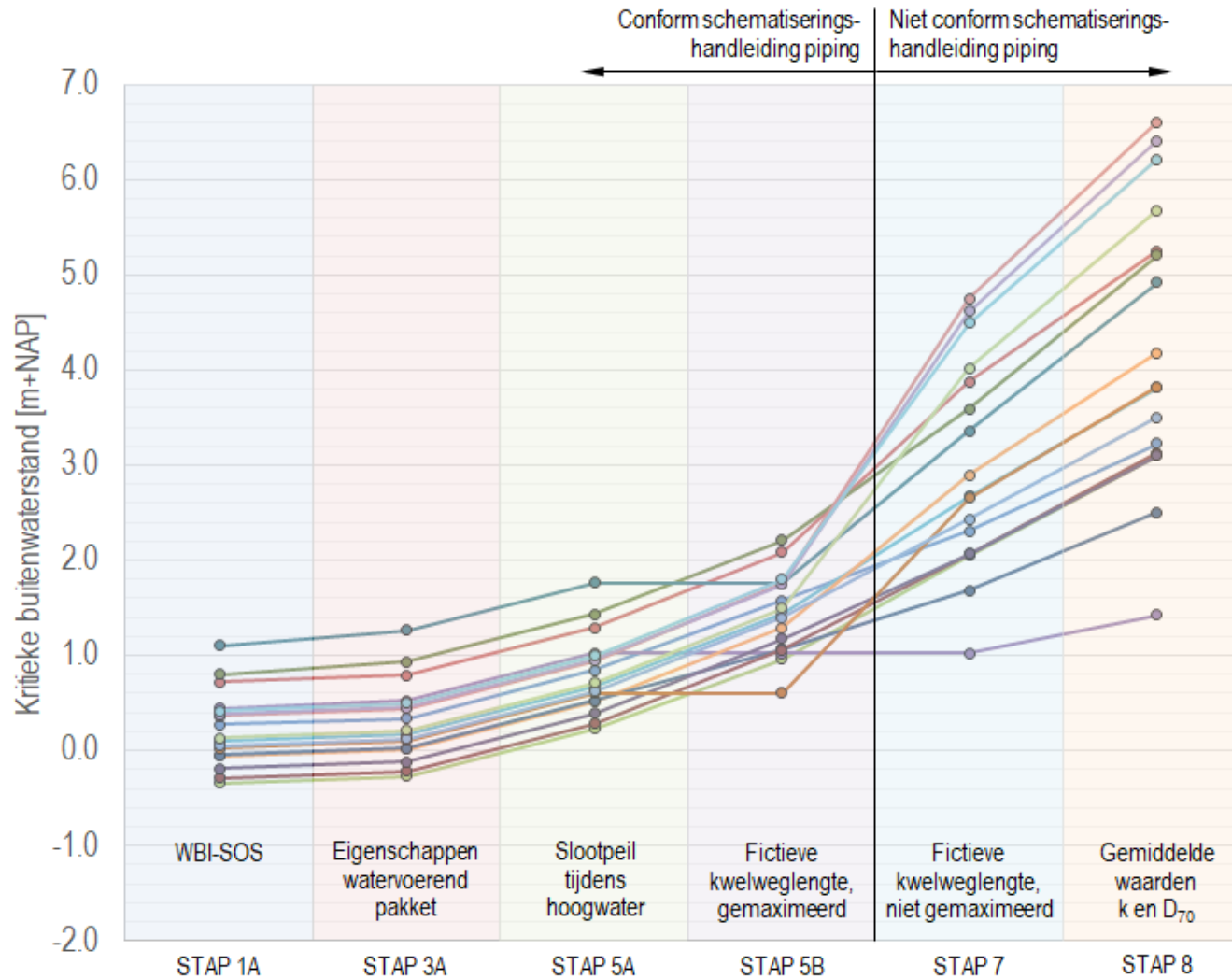
Bepaling fysieke voorlandlengte

- Indien weerstand voorland onzeker is of niet bepaald kan worden (bijvoorbeeld door het ontbreken van peilbuismetingen).
- Indien wordt toegestaan dat pipe onder het voorland door groeit.

Gelijk aan voorlandlengte behorend bij kritieke fictieve kwelweglengte

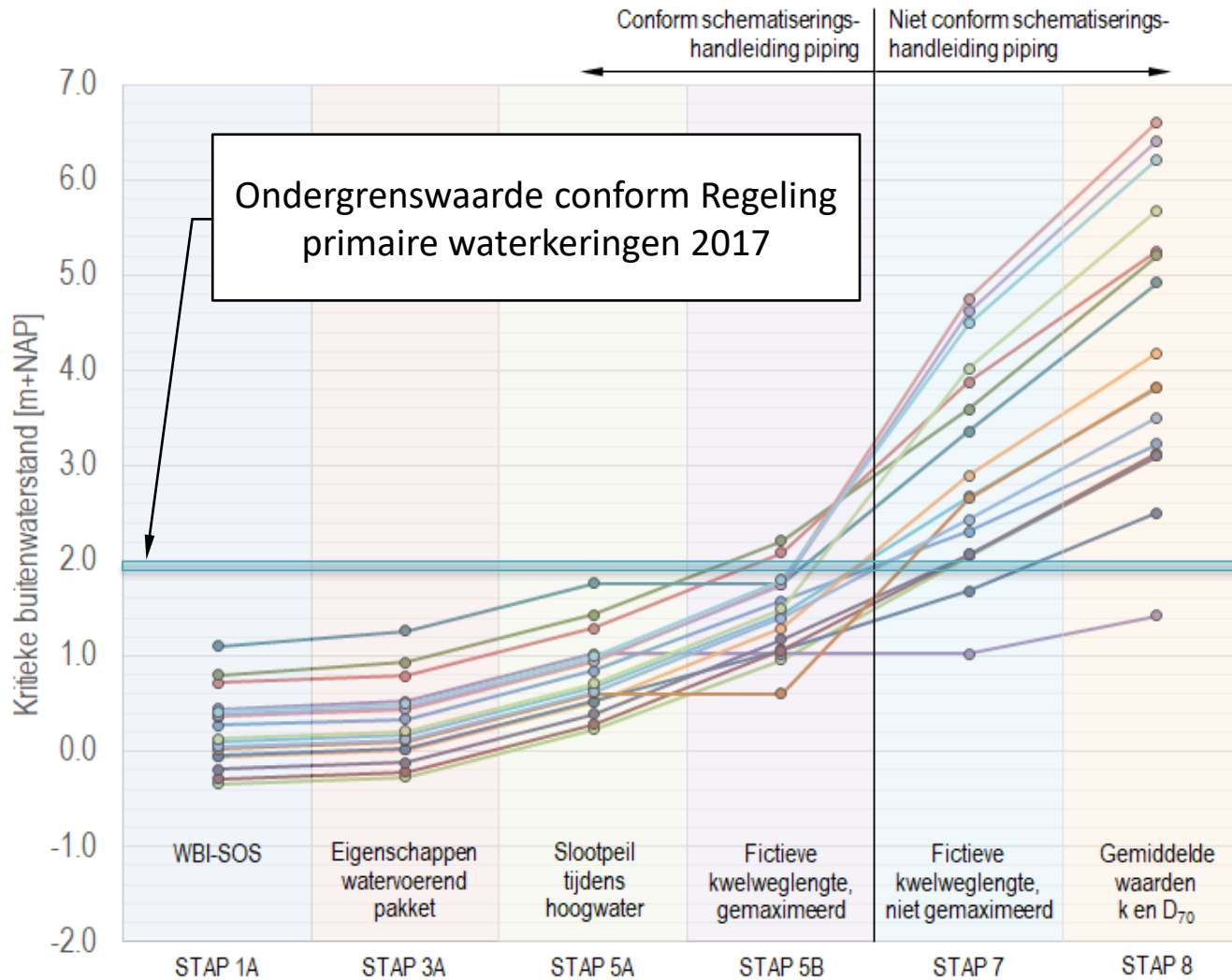


Analytische berekeningen



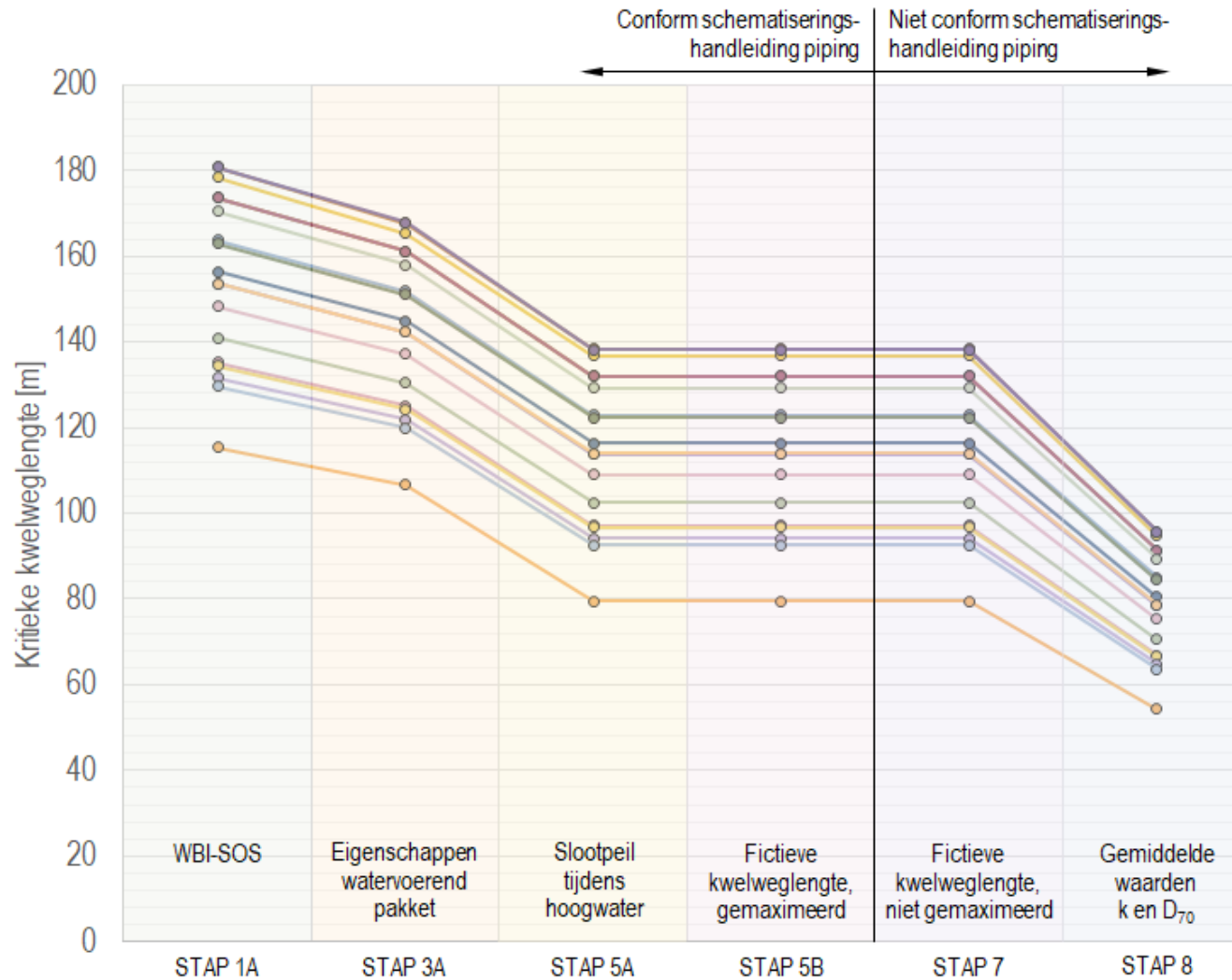


Analytische berekeningen





Analytische berekeningen





Analytische berekeningen

Vergelijking met in het verleden opgetreden extreme buitenwaterstanden:

- Kritieke buitenwaterstand exclusief veiligheid (berekend met veiligheidsfactor piping = 1.00).
- Extreme buitenwaterstanden op basis van historische waterstandsmetingen en betrekkinglijnen.
- Vergelijking met registraties van wellen (indien beschikbaar).

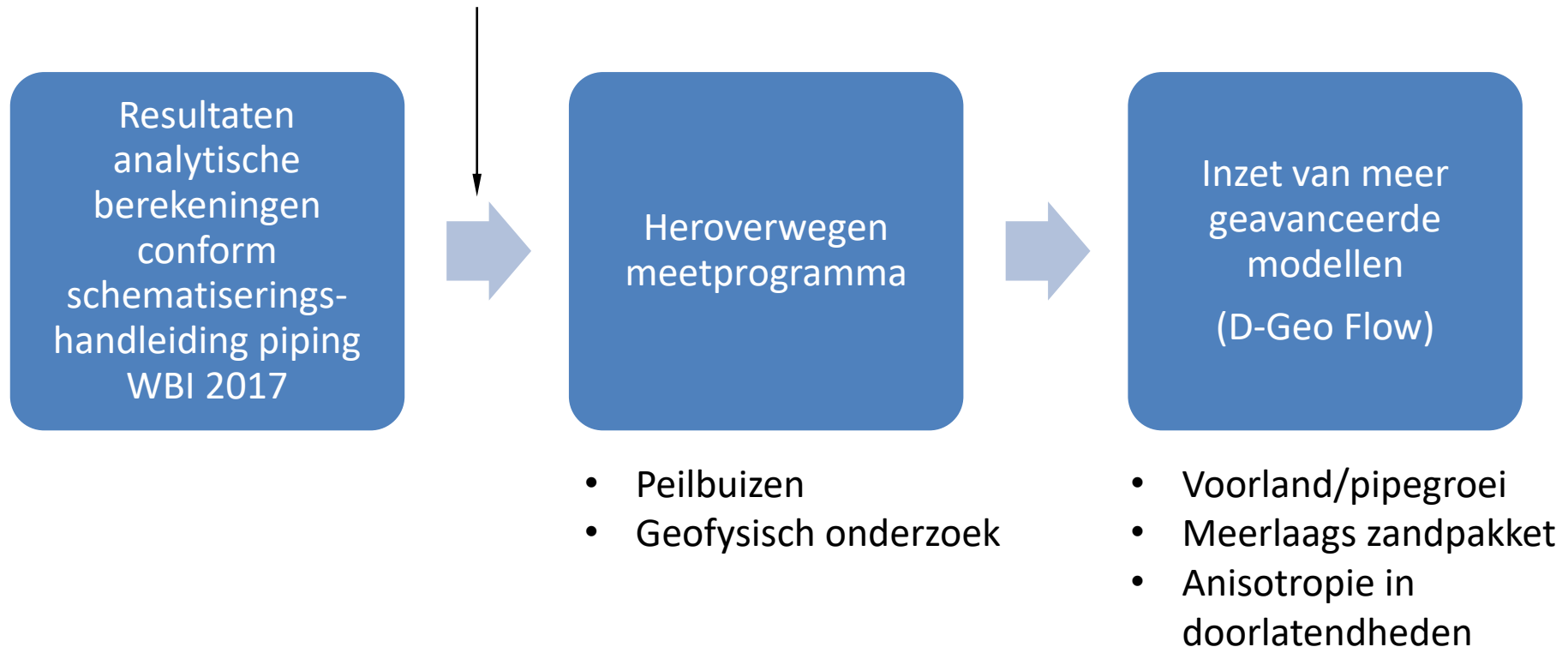
Resultaten vergelijking:

- Bij toepassing van **karakteristieke waarden van korreldiameter D_{70} en specifieke doorlatendheid**: meerdere profielen waarvoor de kritieke buitenwaterstand zou zijn overschreden tijdens de in het verleden hoogwaters.
 - Bij toepassing van **gemiddelde waarden van korreldiameter D_{70} en specifieke doorlatendheid**: (bijna) geen profielen waarvoor de kritieke buitenwaterstand zou zijn overschreden tijdens de in het verleden hoogwaters.
-



Analytische berekeningen

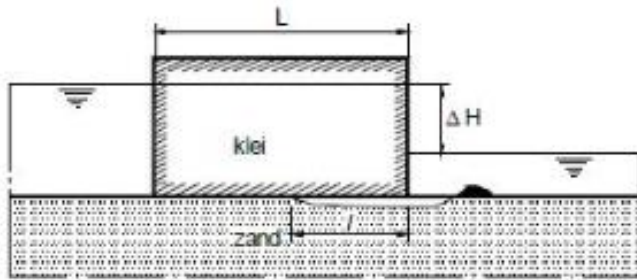
- Resultaten analytische berekeningen afwijkend van schematiseringshandleiding piping WBI 2017
- Resultaten vergelijking met in het verleden opgetreden extreme buitenwaterstanden



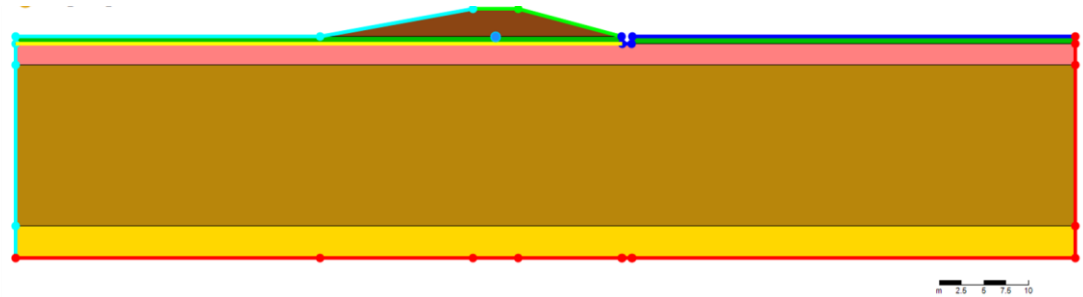


Waarom D-Geo Flow

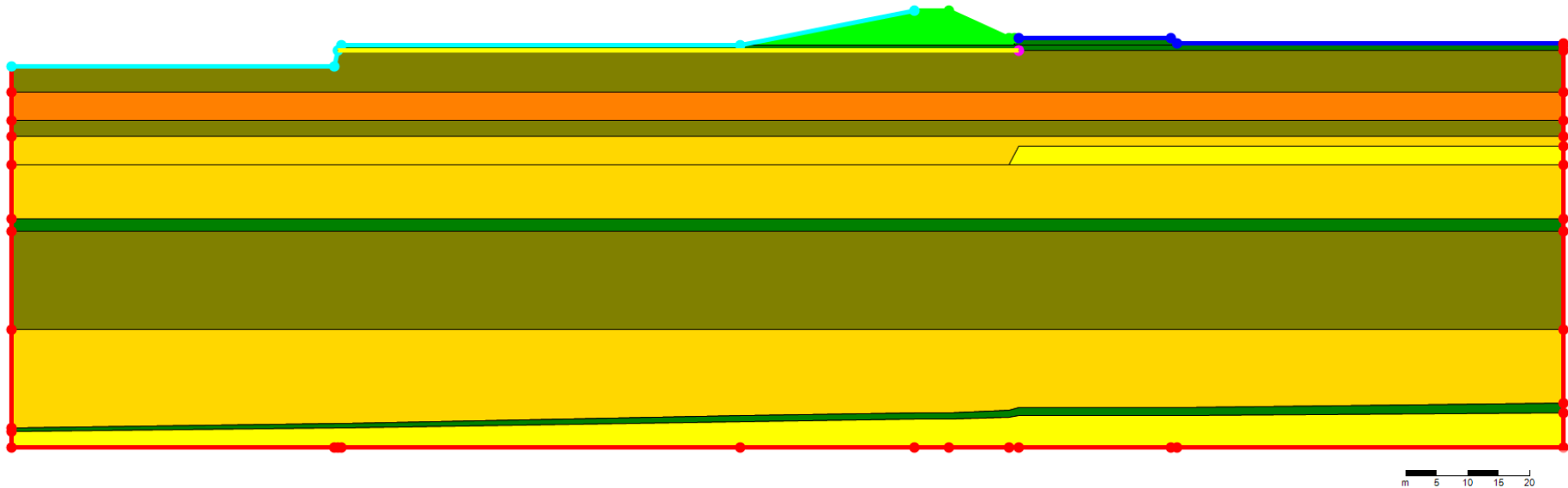
Sellmeijer



D-Geo Flow | complexiteit laag



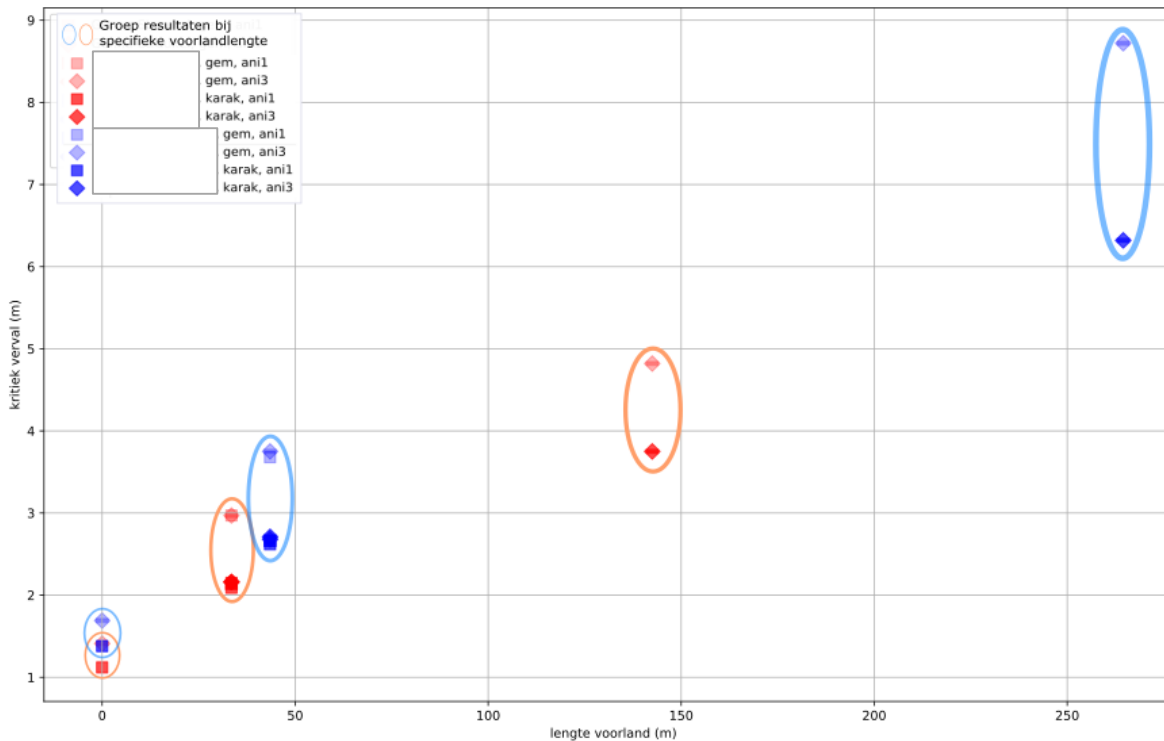
D-Geo Flow | complexiteit hoog





Effect inputparameters

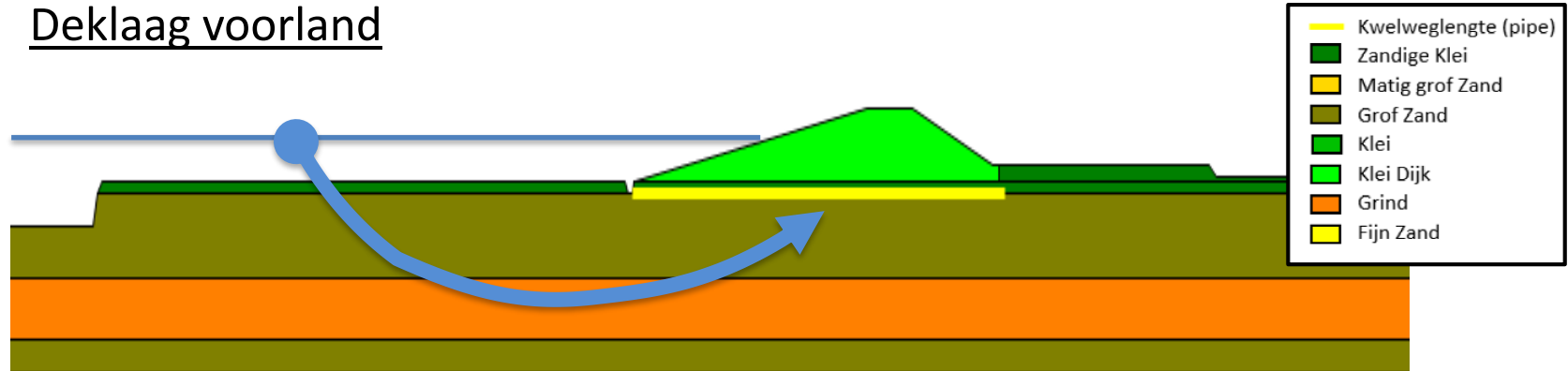
- Duidelijke verschillen tussen karakteristiek en gemiddelde inputparameters



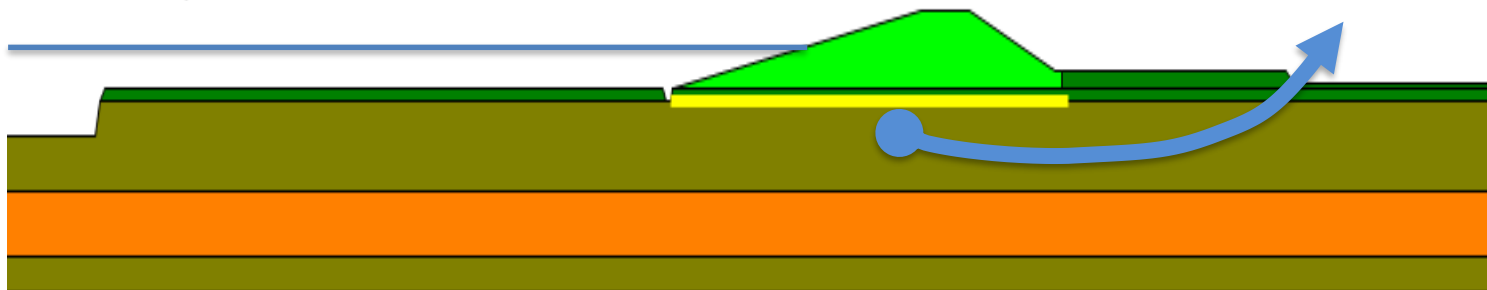


Effect deklaag schematisatie

Deklaag voorland



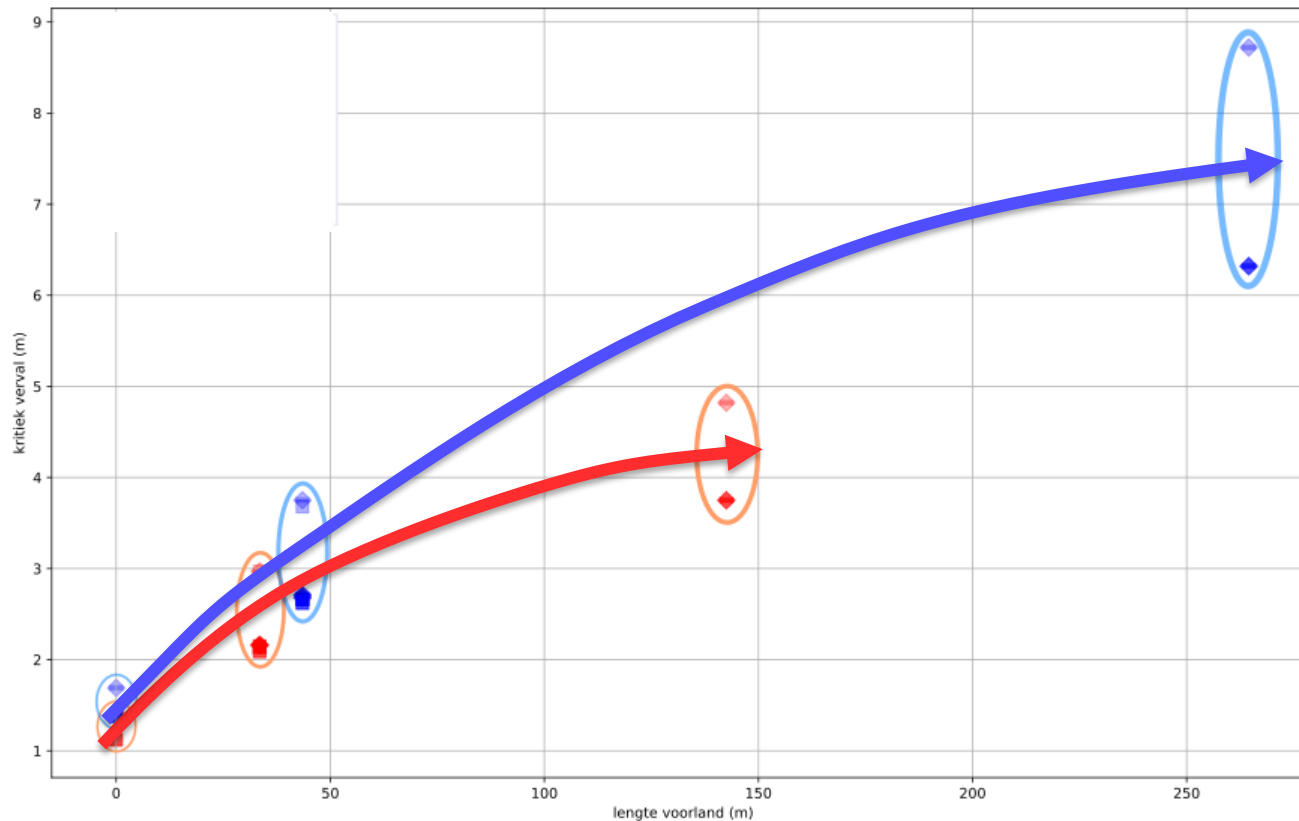
Deklaag achterland





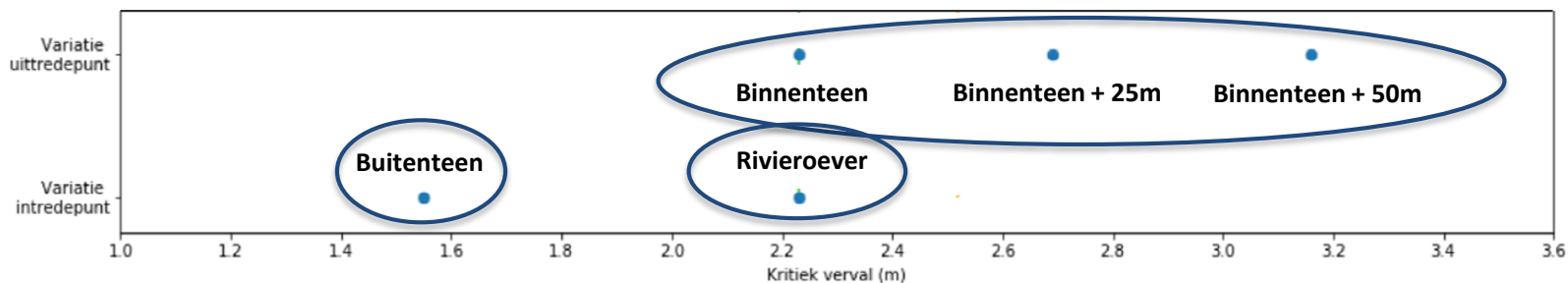
Impact van voorland

- Meer voorland = meer veiligheid
- Pipe progressie bij lange voorlanden onder de deklaag. Limiteert instroming voor het kritieke verval.





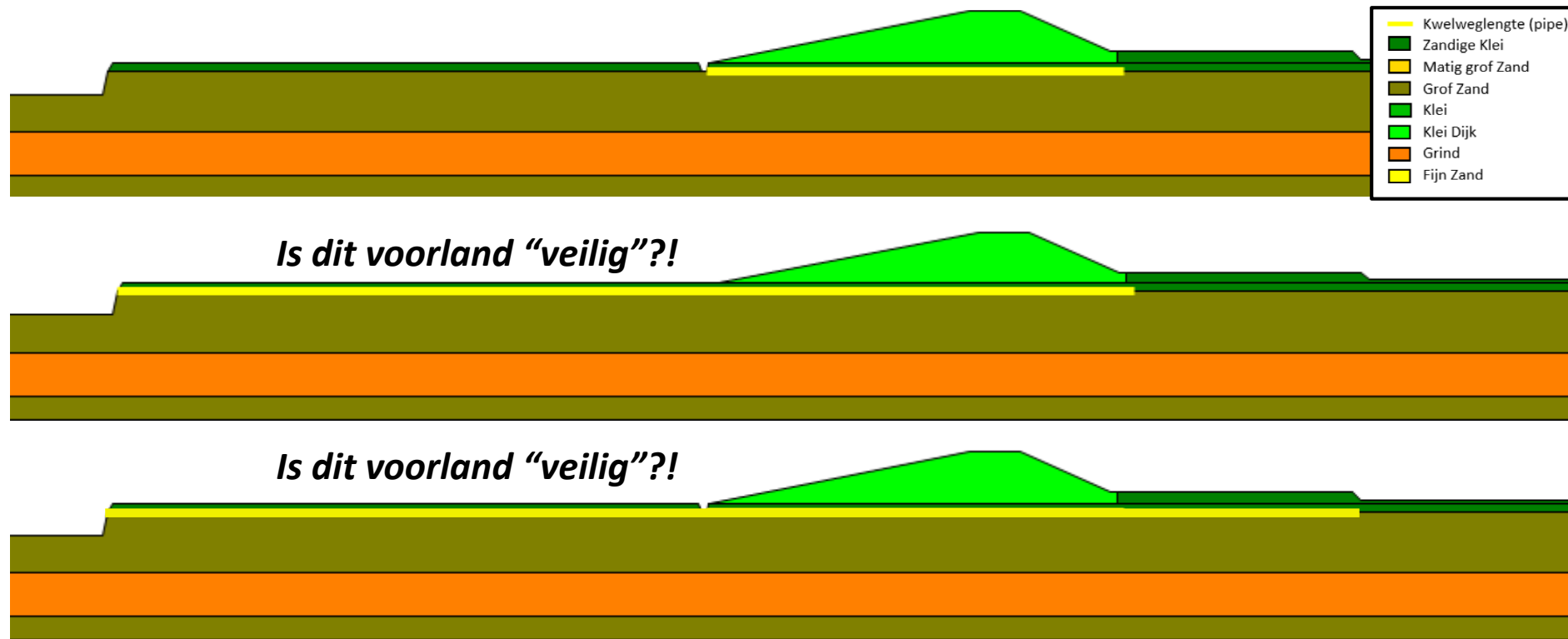
In- en uittredepunten



- Kwelweglengte (pipe)
- Zandige Klei
- Matig grof Zand
- Grof Zand
- Klei
- Klei Dijk
- Grind
- Fijn Zand

Is dit voorland "veilig"?!

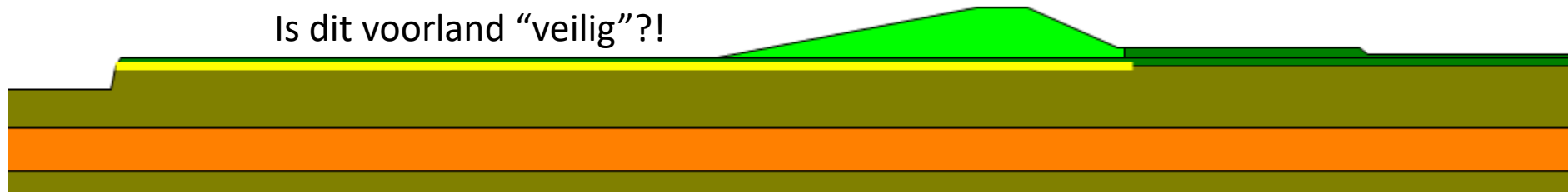
Is dit voorland "veilig"?!





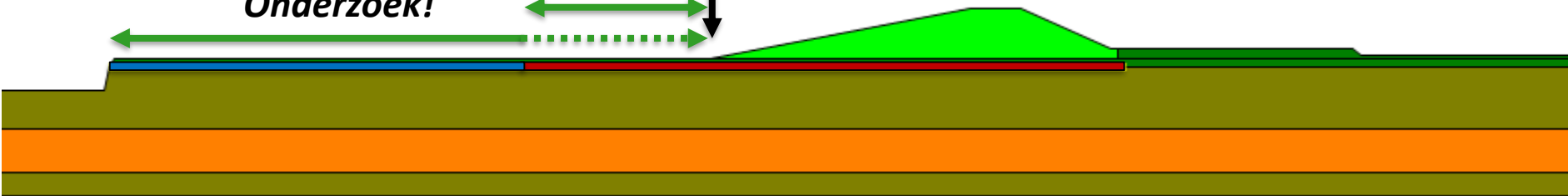
Pipegroei onder het voorland

Is dit voorland "veilig"?!



Intensief onderzoek? **Huidige Grens**

Onderzoek!



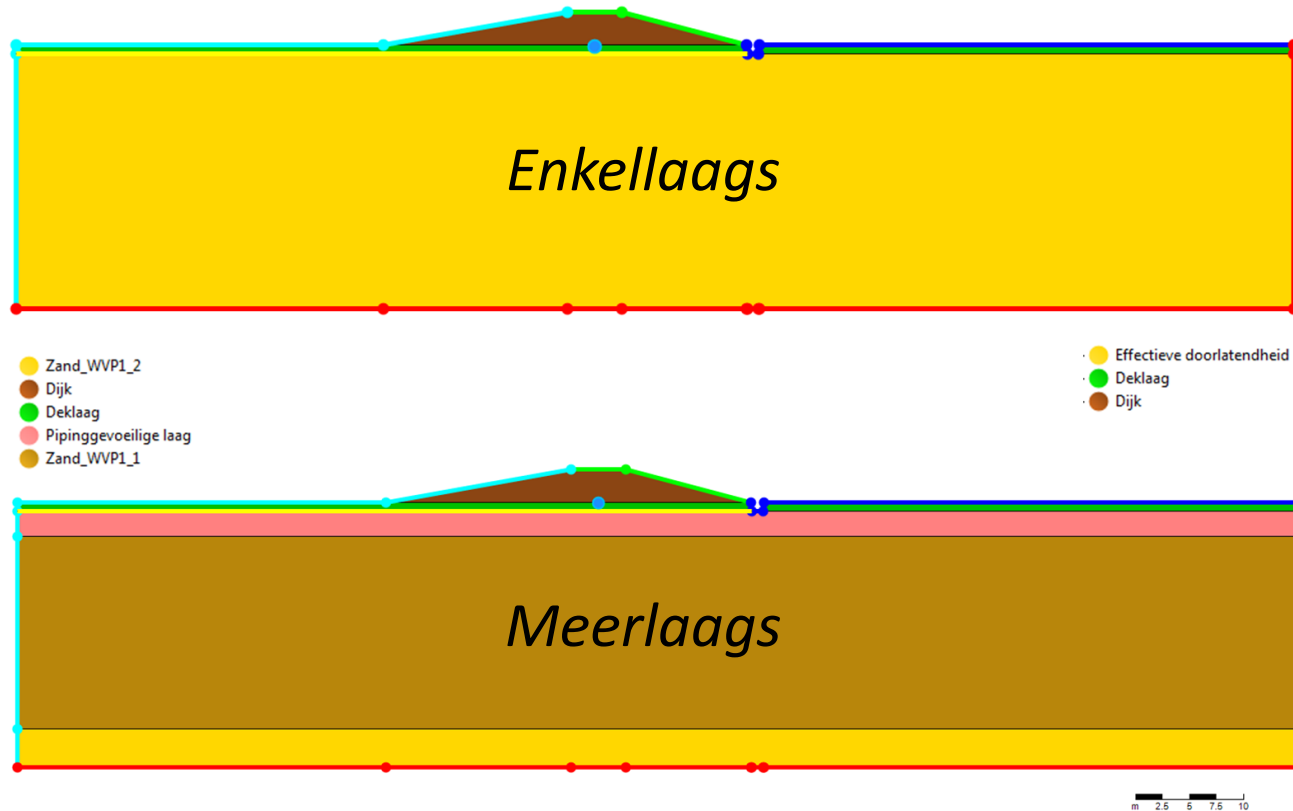
Geen pipegroei

Totale pipegroei

- Kwelweglengte (pipe)
- Zandige Klei
- Matig grof Zand
- Grof Zand
- Klei
- Klei Dijk
- Grind
- Fijn Zand



Meerlaagsheid

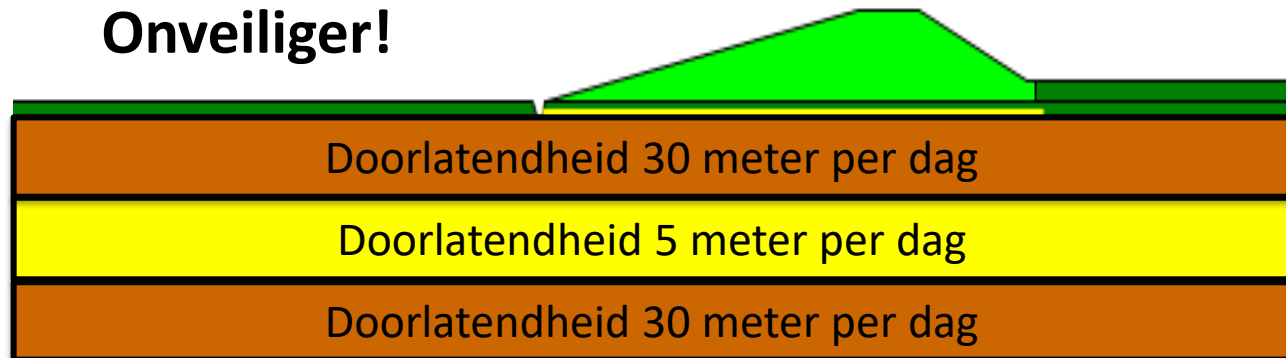




Meerlaagsheid

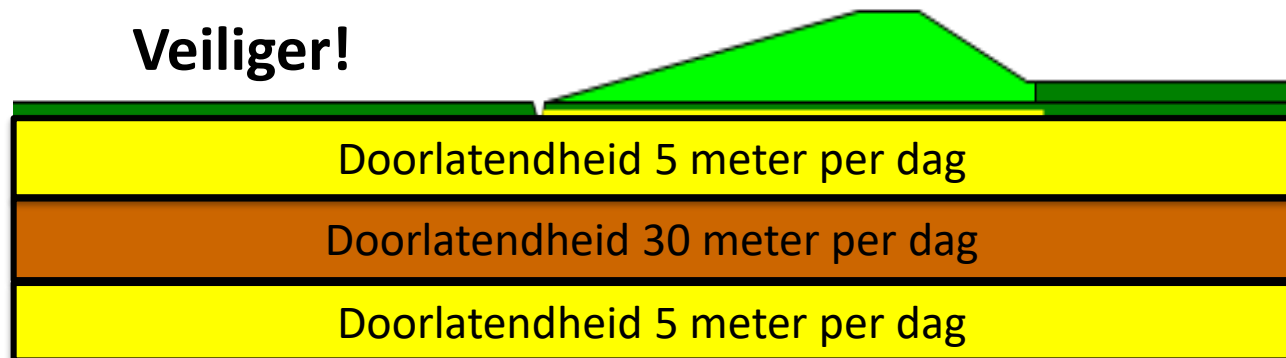
Onveiliger!

Profiel 1:



Veiliger!

Profiel 2:

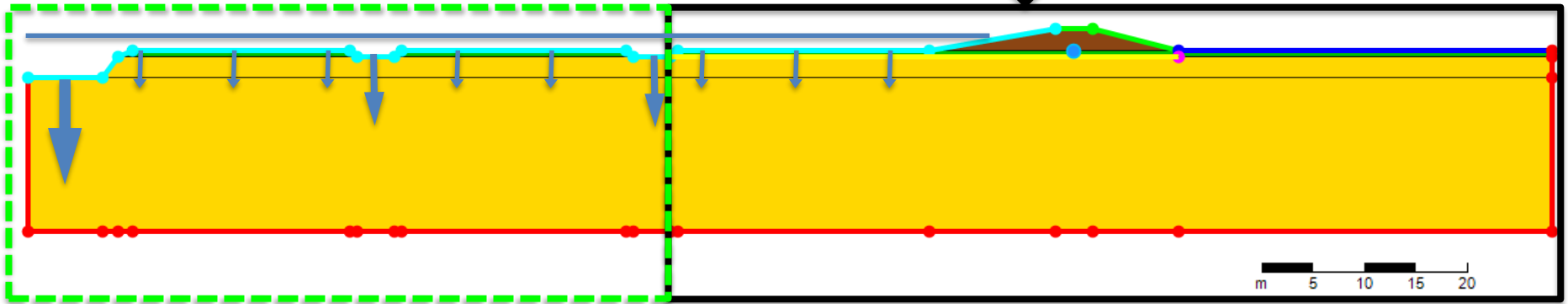
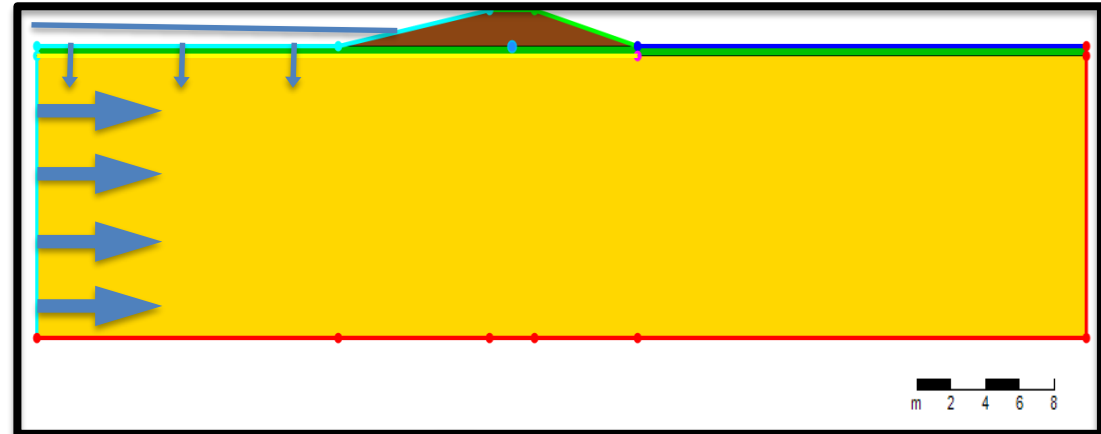




Buitenrandvoorwaarde

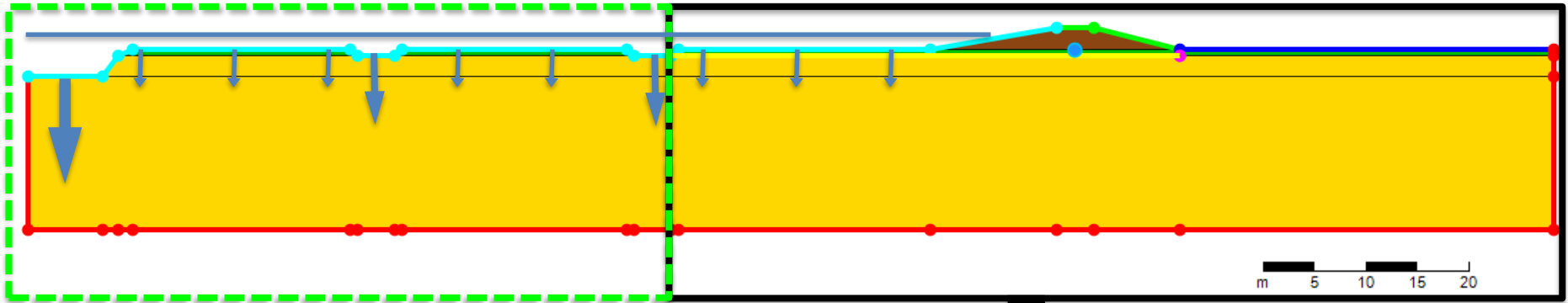
*Schematiseer niet per definitie de rivier
over de volledige dikte van het
watervoerende pakket*

*Maak eventueel gebruik van de
voorland lengte en rivierinsnijding voor
het schematiseren van de
randvoorwaarden*

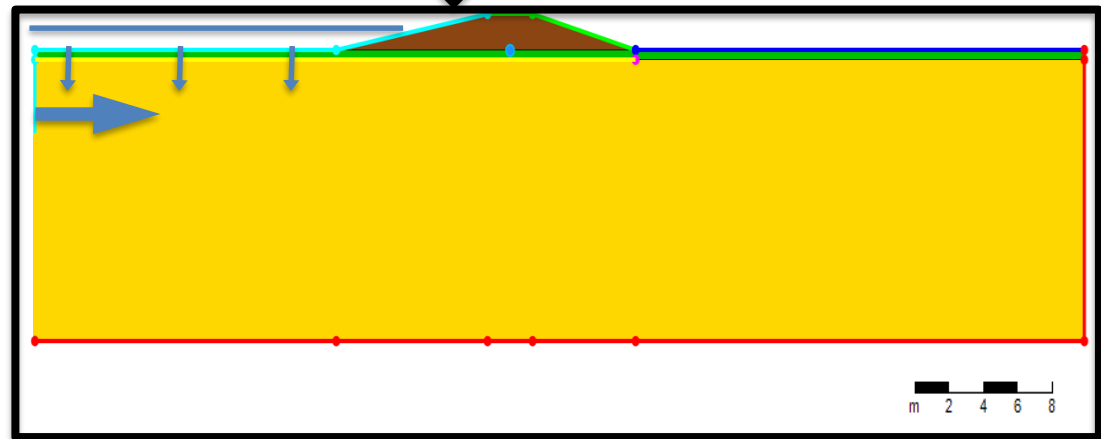




Buitenrandvoorwaarde

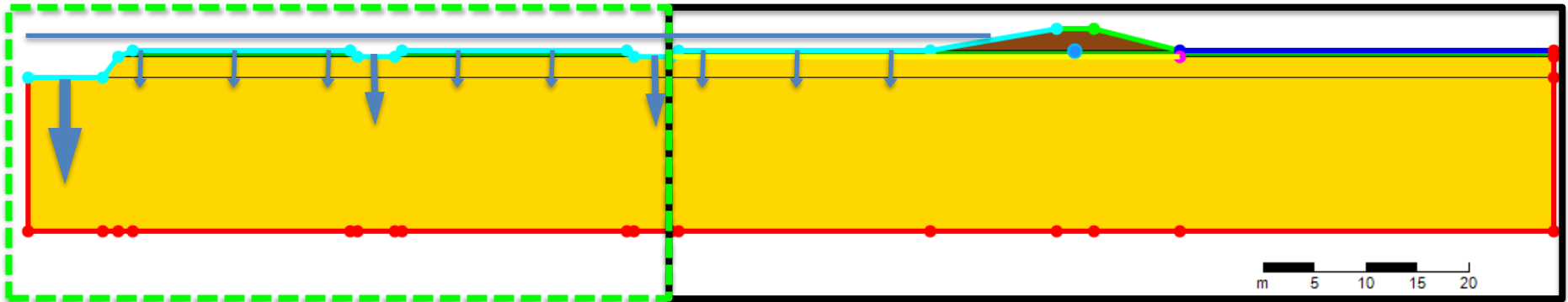


Of leg de randvoorwaarde alleen aan de bovenzijde van het watervoerende pakket op



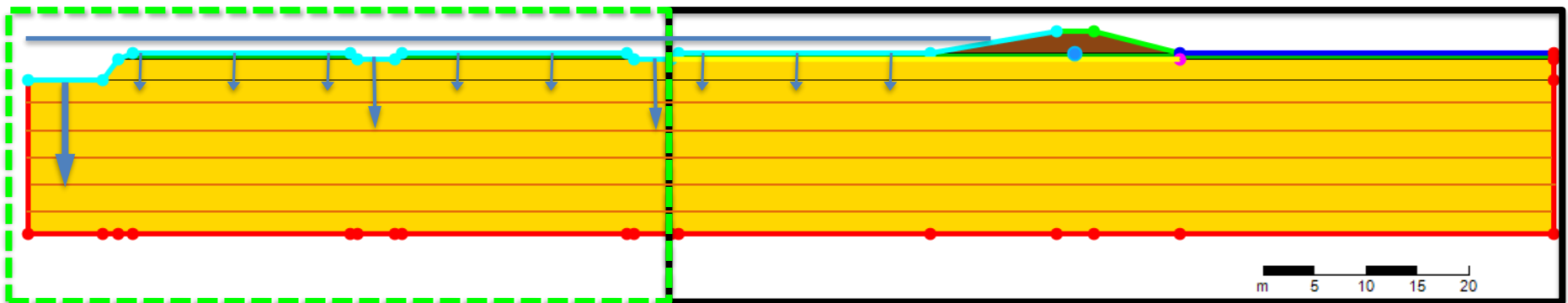


Buitenrandvoorwaarde en anisotropie



Anisotropie: verticale stroming minder dan horizontaal

Dus buitenwaterstand minder makkelijk naar onder én naar boven

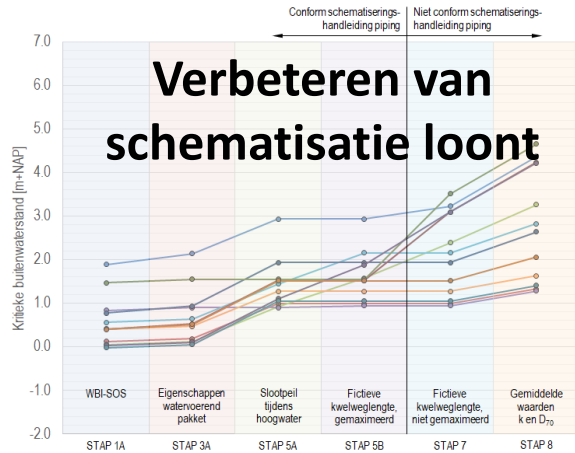




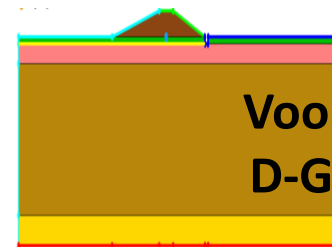
Conclusie voor D-Geo Flow

- Vergelijking vs. analytische Sellmeijer rekenregel
 - Winst in modellering en benadering van de praktijksituatie
 - Aandachtspunten D-Geo Flow
 - Randvoorwaarden van grondwaterstroming
 - Evaluatie van de pipe onder het voorland
 - Beta-versie
 - Veiligheidsfilosofie
-

Conclusies



Voorland is de motor van grondwaterstroming, en dus van piping



Voorland 'meenemen', D-Geo Flow gebruiken



Vragen

? ? ? ? ? ? ? ? ? ?



Bedankt voor jullie aandacht

Geohydrologie

Hendrik Meuwese

hendrik.meuwese@witteveenbos.com

06 22 56 78 60

Martijn Asschert

martijn.asschert@witteveenbos.com

06 86 81 02 81



Geotechniek

Boye van Zwol

BvZwol@lievense.com

06 29 06 93 62

LIEVENSE
adviseurs ingenieurs