Sessie Kennis

Ontwerp instrumentarium	(Frank den Heijer, Deltares Don de Bake, RWS-WVL)
Dijken op Veen	Frank den Heijer
Software Macro stabiliteit	Raymond van der Meij

Deltares

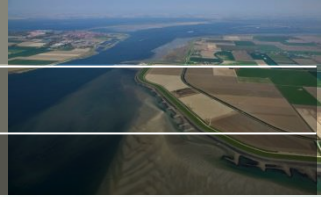
Deltares
Enabling Delta Life

Dijken op Veen

Cor Zwanenburg

17 juli 2018

Dijken op Veen (2010 – 2015)



Aanleiding: voorgenomen versterking Markermeerdijk

Voorontwerp: een ingrijpend profiel met lange bermen

Omgeving: politiek complex, kritische houding bewoners

Onderzoeksvraag: kan op basis van veldproef/veldproeven het versterkingsontwerp worden geoptimaliseerd?

Onzekerheid in sterkte volgt met name uit aanwezige veenlaag, vandaar de naam: *dijken op veen*.

Het onderzoek is in 2 fasen uitgevoerd:

- DOV I, de veldproeven om veldsterkte van het veen te bepalen
- DOV II, de doorvertaling van de resultaten uit DOV I naar toepassing in ontwerp

Deltares

Dijken op Veen I

Focus op veengedrag; het leggen van een relatie tussen sterkte parameters uit laboratoriumonderzoek, veldsondemetingen en gemobiliseerde sterkte in het veld, met als doel ontwerp dijkversterking te optimaliseren.

In totaal 5 veldproeven uitgevoerd. (Proef 3 voortijdig afgebroken, vervangen door proef 6)

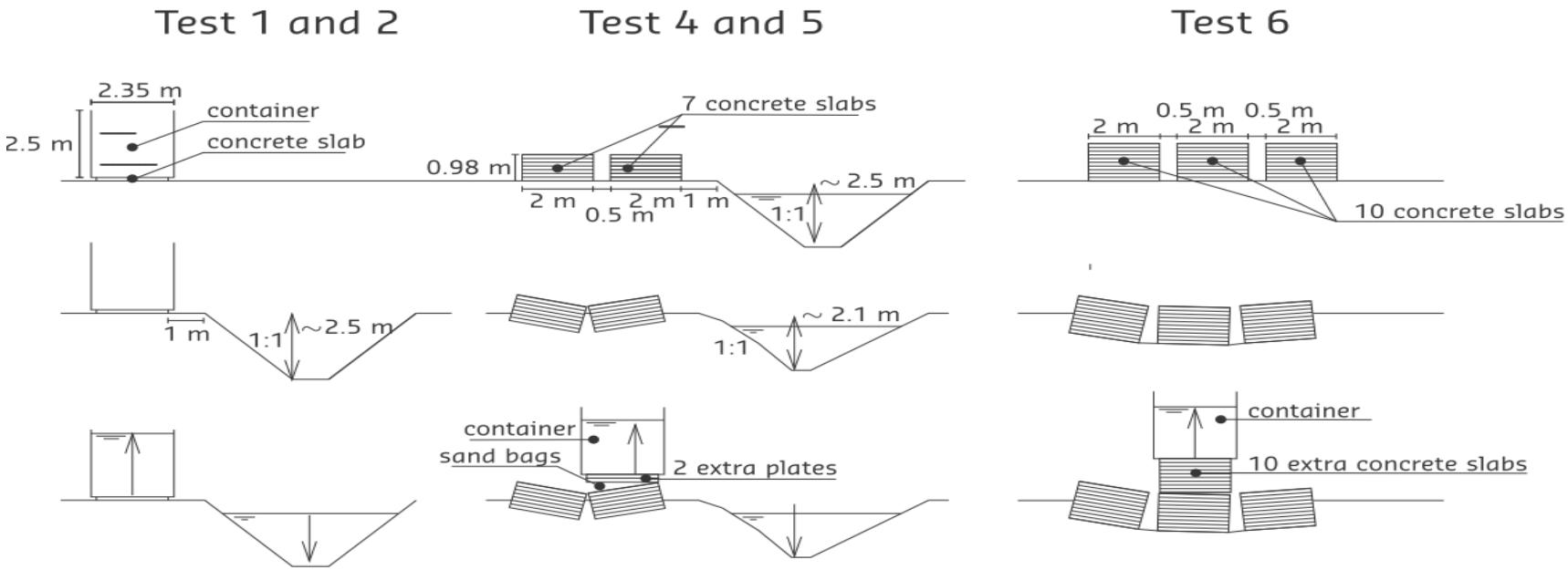
- Proeven op het dijklichaam vanwege veiligheidsoverwegingen niet mogelijk
- In plaats daarvan proeven in het achterland
- Doel: vaststellen operationele schuifsterkte van veen en relatie met laboratoriumproeven en veldsondemetingen (sonderingen).

Basisgedachte achter proeven

- Opwekken glijvlak door veen (en alleen veen)
- Vaststellen gemobiliseerde schuifweerstand langs glijvlak
- Vergelijken gemobiliseerde weerstand met resultaten laboratoriumonderzoek en veldsondemetingen
- Het opwekken van een afschuiving dient veilige en gecontroleerd plaats te vinden

5 veldproeven

- Veldproeven bestaan uit op afstand gevulde containers in combinatie met beton platen. Proef 1 en 2 direct tot bezwijken belast, proeven 3 en 4 met 2 maanden voorbelasting, proef 6 ruim 0,5 jaar voorbelast



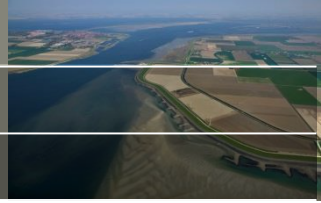
Deltares

Opbouw

Uitvoering proef 1 & 2

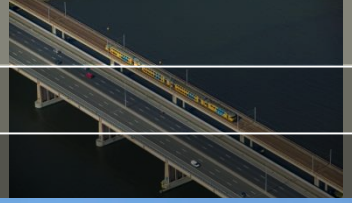
Deltares

Proef 4 & 5



Deltares

Proef 6



eltares

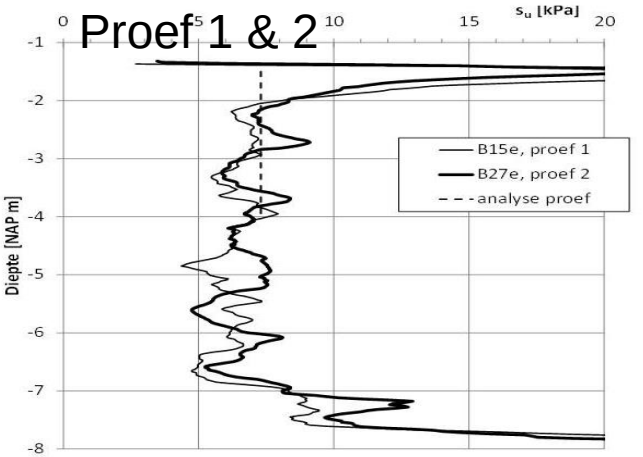
Dijken op Veen I

Proeven succesvol verlopen

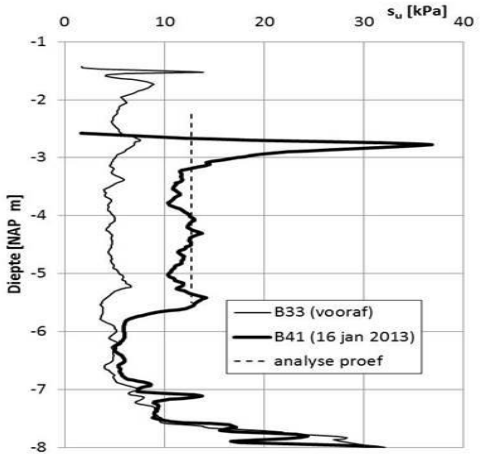
Aandachtspunt niet zozeer verwachtingswaarde sterkte veen, maar spreiding en daarmee karakteristieke waarde

Reduceren spreiding grote impact op ontwerp ➔ meer aandacht voor veldsondemetingen om lokaal sterkte te bepalen.

Proef 1 & 2



Proef 6



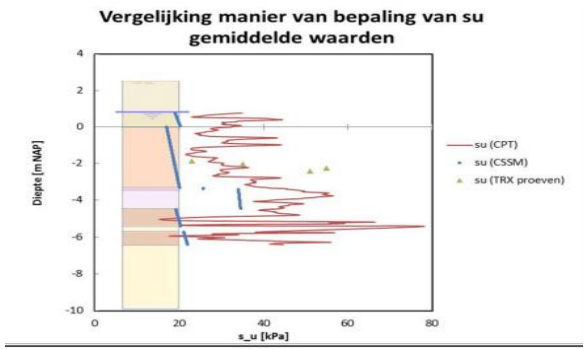
Deltares

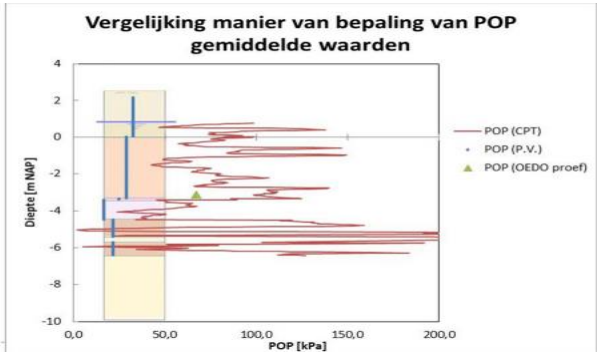
Dijken op Veen

(aangenomen) onzekerheid in sterkte eigenschappen is bepalend voor toets resultaat / ontwerp MMD

Ook bij implementatie DOV bij MMD speelt de wijze waarop met onzekerheden wordt omgegaan een belangrijke rol.

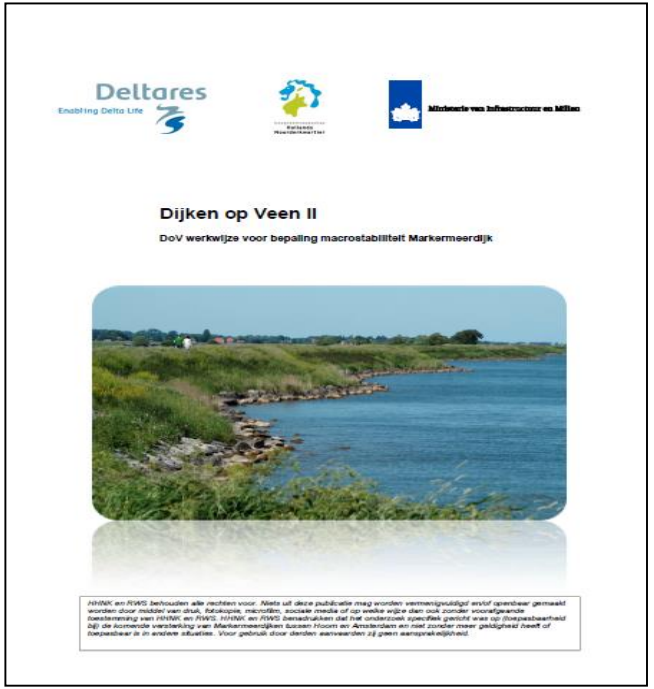
Daarom in DOV sterkte bepalen aan de hand van sondeerweerstand, alleen t.p.v. toekomstige versterking werken met s_u-ratio en initiële grensspanning (POP) uit sondering





Dijken op Veen II

- Dijken op Veen I succesvol, uitzicht op potentieel optimalisatie van het ontwerp
- Dus starten met verdere uitwerking tot ontwerpmethode; *werkwijze voor bepaling van stabiliteit Markermeerdijk*
- Onderzoek parallel aan werkzaamheden ontwerpteam
- Lastig om beide sporen op elkaar aan te laten sluiten, elk eigen dynamiek
- Tijdens DOV II regelmatig voortgangsoverleg, om nieuwste ontwikkelingen te bespreken.
- Belangrijk hierin waren consequentie analyses, waarin de consequenties van de uitgevoerde tussenstappen op het ontwerp zichtbaar werd gemaakt
- Na afloop DOV II overdracht naar ontwerpteam,
- Discussies over praktische problemen, bv hoe om te gaan met panden op / aan dijklichaam (> 1 jaar)



Deltares

DOV II, *werkwijze voor bepaling van stabiliteit Markermeerdijk*

Niet alleen veen, maar ook andere grondlagen klei

Niet alleen Macro-stabiliteit binnenwaarts

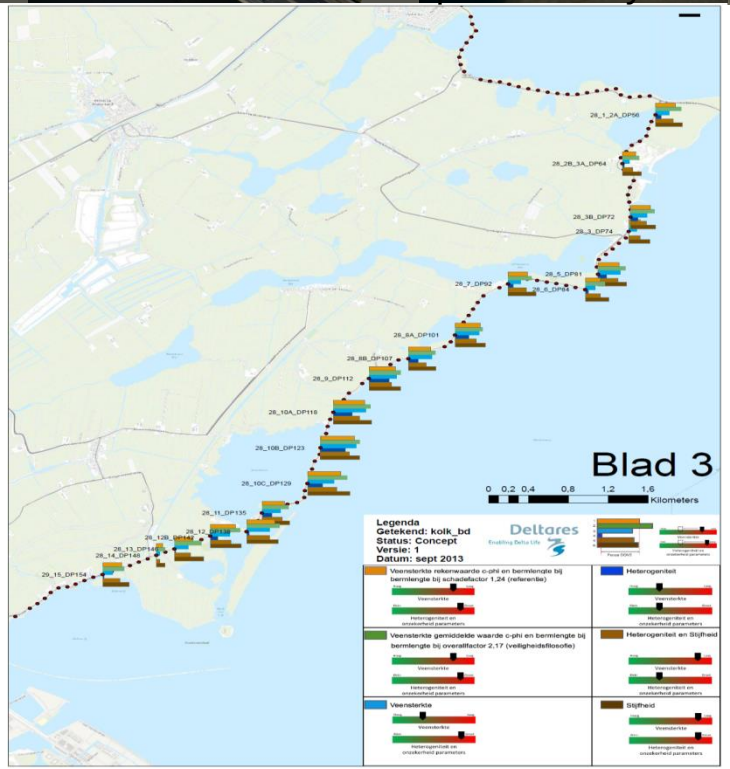
Niet alleen ontwerp, maar ook uitvoering (doorvertaling)

Beleidskeuzes rondom nieuwe normering / levensduur-jaarkans spelen een rol.

Aantal aspecten uitgewerkt in consequentie analyse.

Alle technisch inhoudelijk componenten zijn aanwezig, integrale afweging beleidskeuze is nu mogelijk.

Voorbeeld uitvoer consequentie analyse



Deltares

DOV (2010 – 2015)

Resultaat 5 jaar onderzoek:

- Nieuwe werkwijze bepaling macrostabiliteit in aansluiting o WBI toegepast in ontwerpdijkversterking
- Veel theoretische ontwikkeling, veel praktische problemen opgelost of aanzet voor oplossing
- Opgaaf dijkversterking vanuit faalmechanisme macrostabiliteit ter hoogte van Durgerdam gereduceerd tot vrijwel geen opgaaf
- Op andere locaties zoals Kinselmeer en Uitdam heeft werkwijze DOV alternatieve, minder ingrijpende dijkversterkingsmethoden mogelijk gemaakt, voorbelasten met vacuüm consolidatie en dijkvernageling

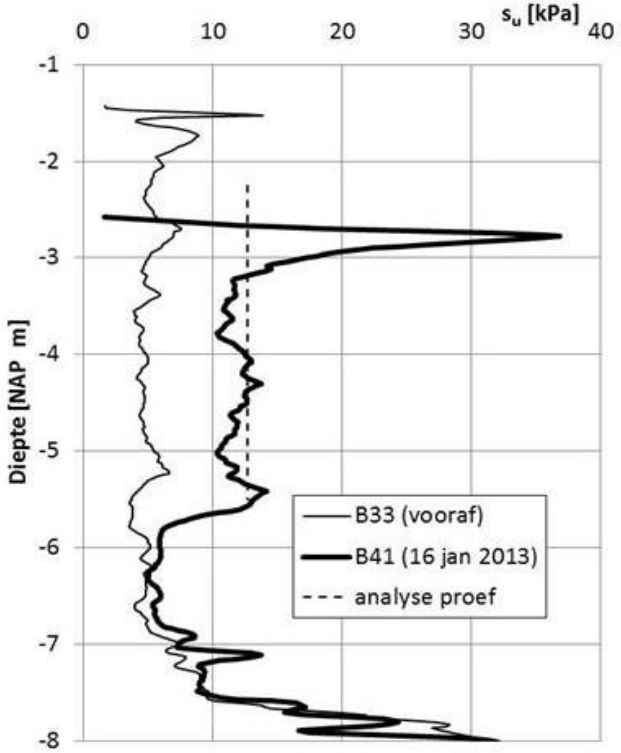
- ***Het onderzoek loont opbrengst >> kosten.***

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

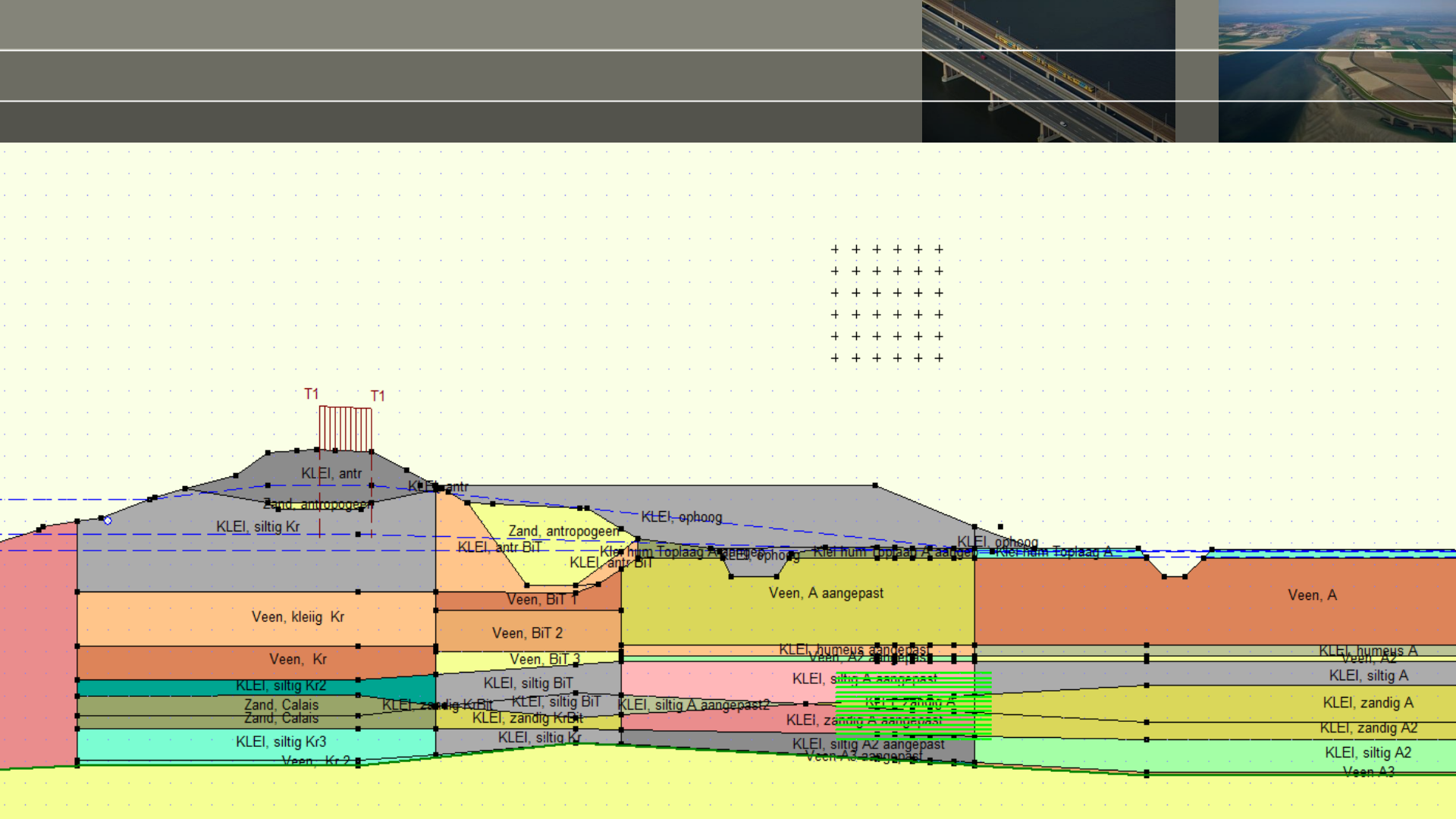
hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

Deltares
Enabling Delta Life

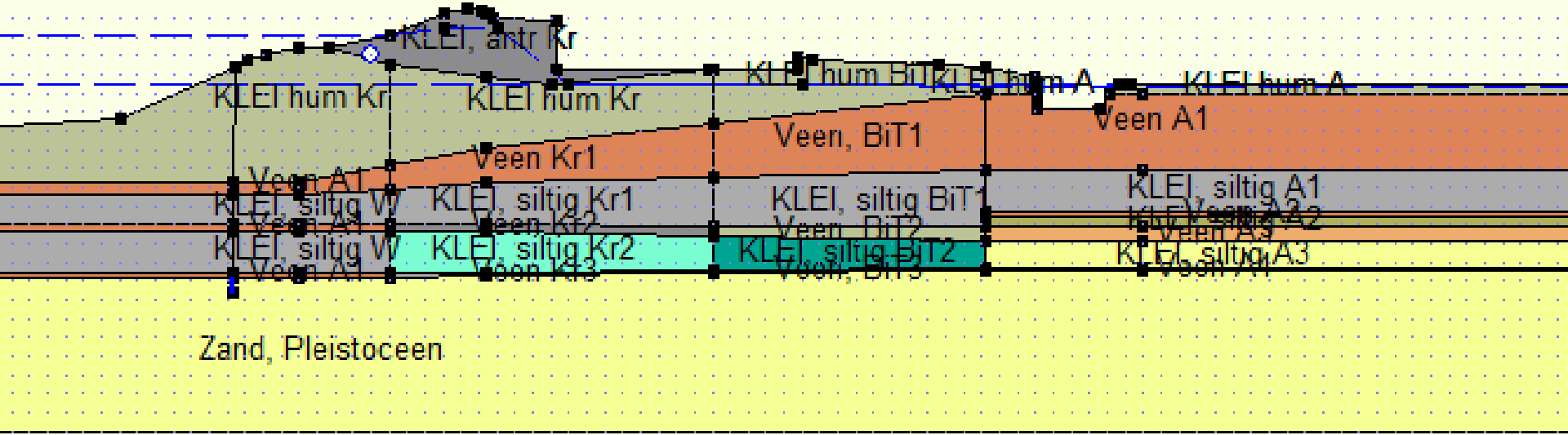
De staat van de ondergrond doet er toe!



Deltares

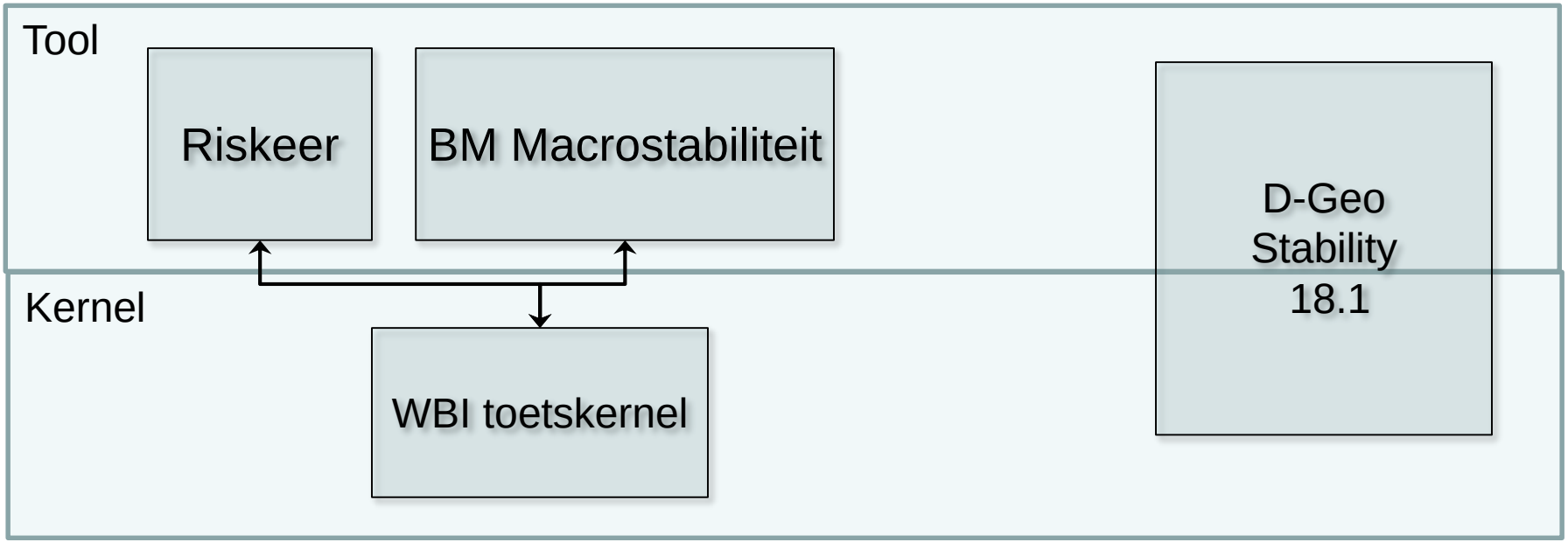

T1
T1
KLEI, antr
KLEI, antr
Zand, antropogeen
KLEI, siltig Kr
KLEI, antr BiT
Zand, antropogeen
KLEI, antr BiT
KLEI, ophoog
KLEI, ophoog
Klei hum Toplaag A aangep
Klei hum Toplaag A
Veen, A aangepast
Veen, A
Veen, kleiig Kr
Veen, BiT 1
Veen, BiT 2
Veen, Kr
Veen, BiT 3
KLEI, humeus aangepast
KLEI, humeus A
KLEI, siltig Kr2
KLEI, siltig BiT
KLEI, siltig A aangepast
KLEI, siltig A
Zand, Calais
KLEI, zandig KrBit
KLEI, siltig BiT
KLEI, siltig A aangepast2
KLEI, zandig A
Zand, Calais
KLEI, zandig KrBit
KLEI, zandig A aangepast
KLEI, zandig A2
KLEI, siltig Kr3
KLEI, siltig Kr
KLEI, siltig A2 aangepast
KLEI, siltig A2
Veen, Kr 2
Veen, A3 aangepast
Veen, A3

Staat


KLEI, antr Kr
KLEI hum Kr
KLEI hum Kr
KLEI hum BiT
KLEI hum A
KLEI hum A
Veen A1
Veen, BiT1
Veen Kr1
Veen A1
KLEI, siltig Kr1
KLEI, siltig BiT1
KLEI, siltig A1
KLEI, siltig W
KLEI, siltig Kr2
KLEI, siltig BiT2
KLEI, siltig W
Zand, Pleistoceen

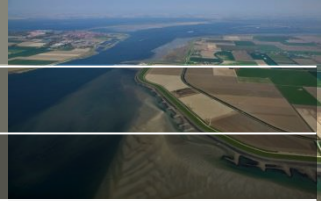
Situatie eind 2017 Macrostabiliteit

Doel:	beoordeling	Toetsen op maat en ontwerp

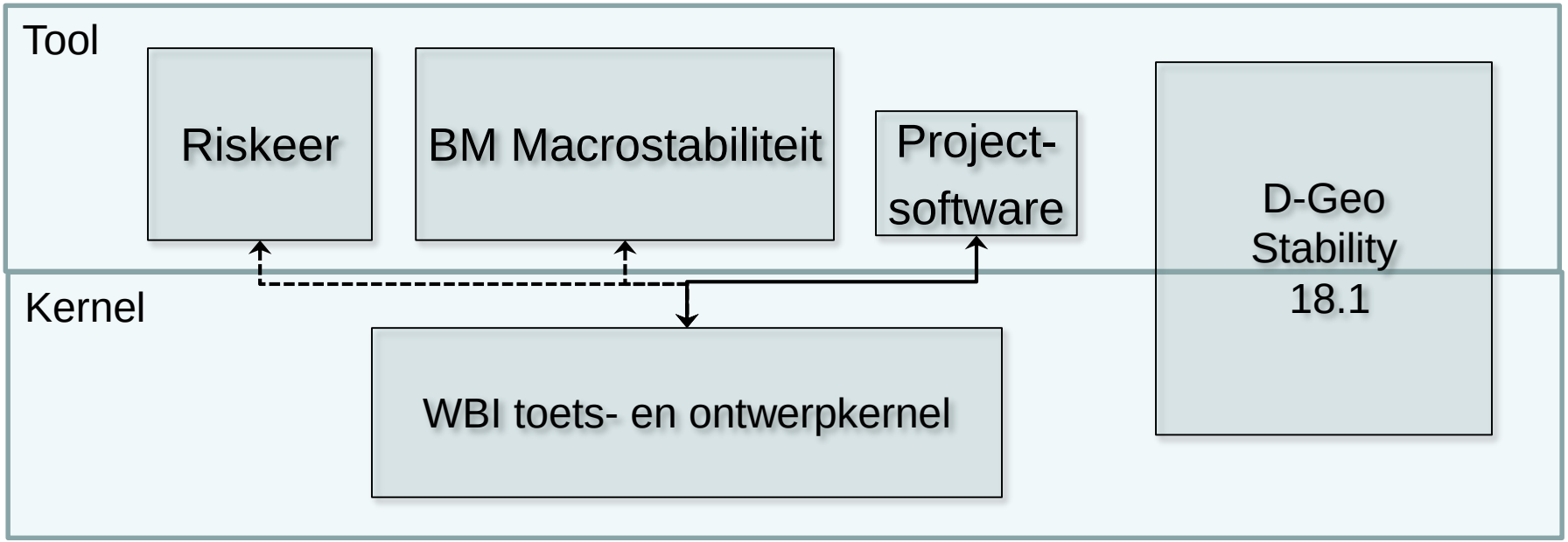


Deltares

Vanaf februari 2018



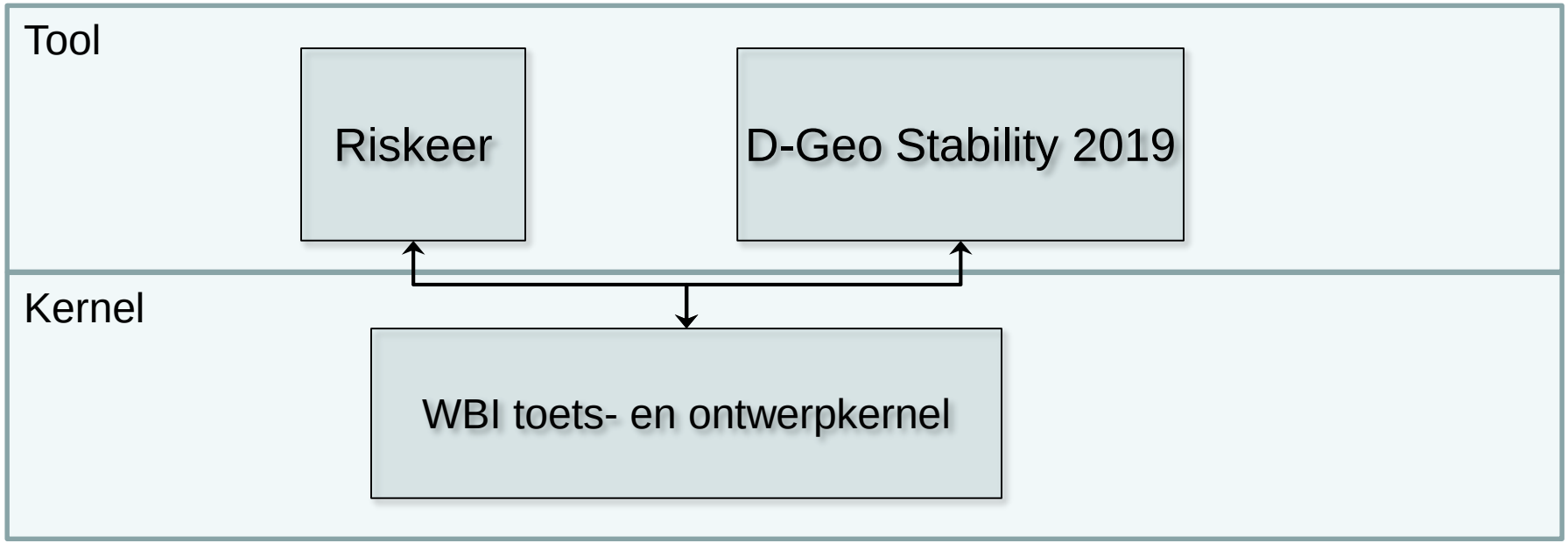
Doel:	Toetsing	Toetsen op maat en ontwerp



Deltares

Gewenst beeld nabije toekomst

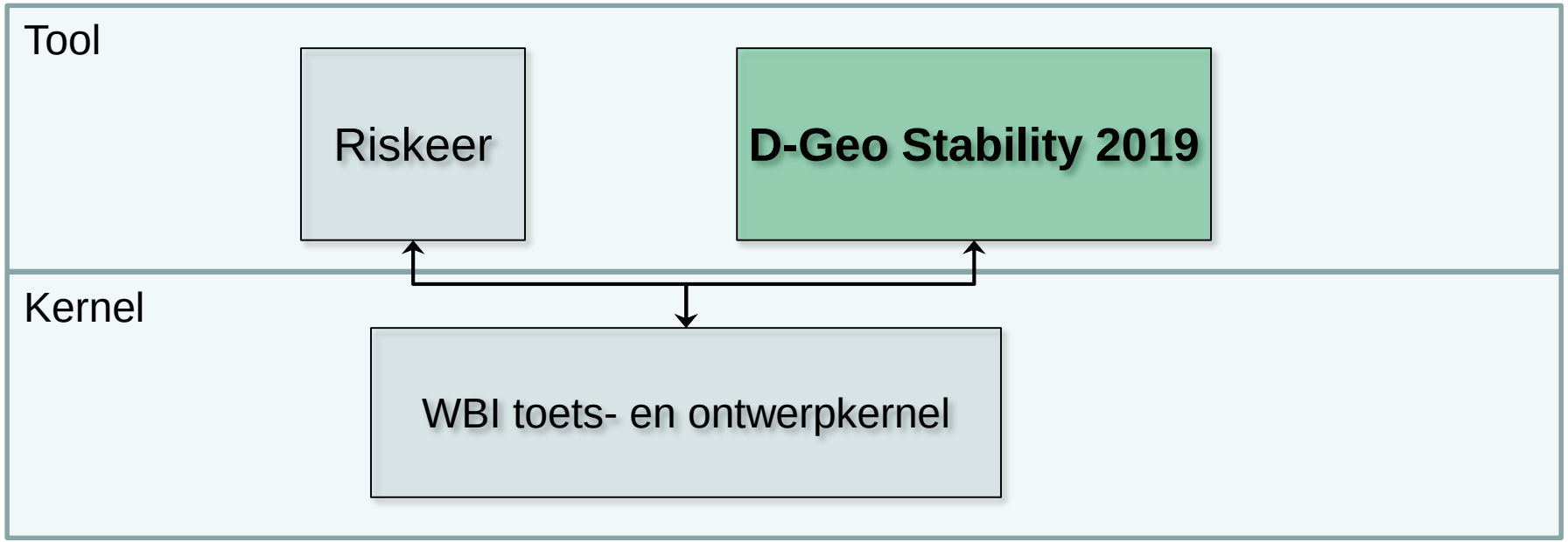
Doel:	Toetsing	Toetsen op maat en ontwerp



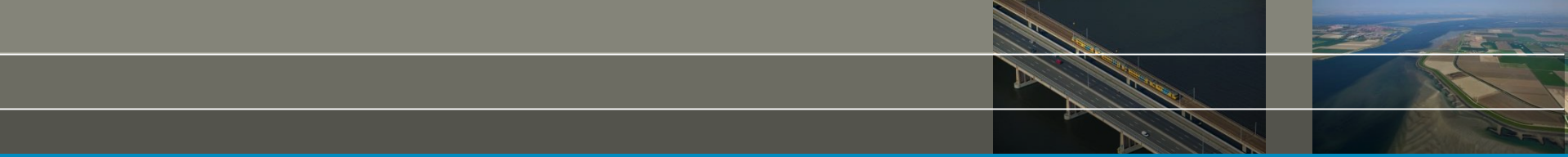
Deltares

Gewenst beeld nabije toekomst

Doel:	Toetsing	Toetsen op maat en ontwerp



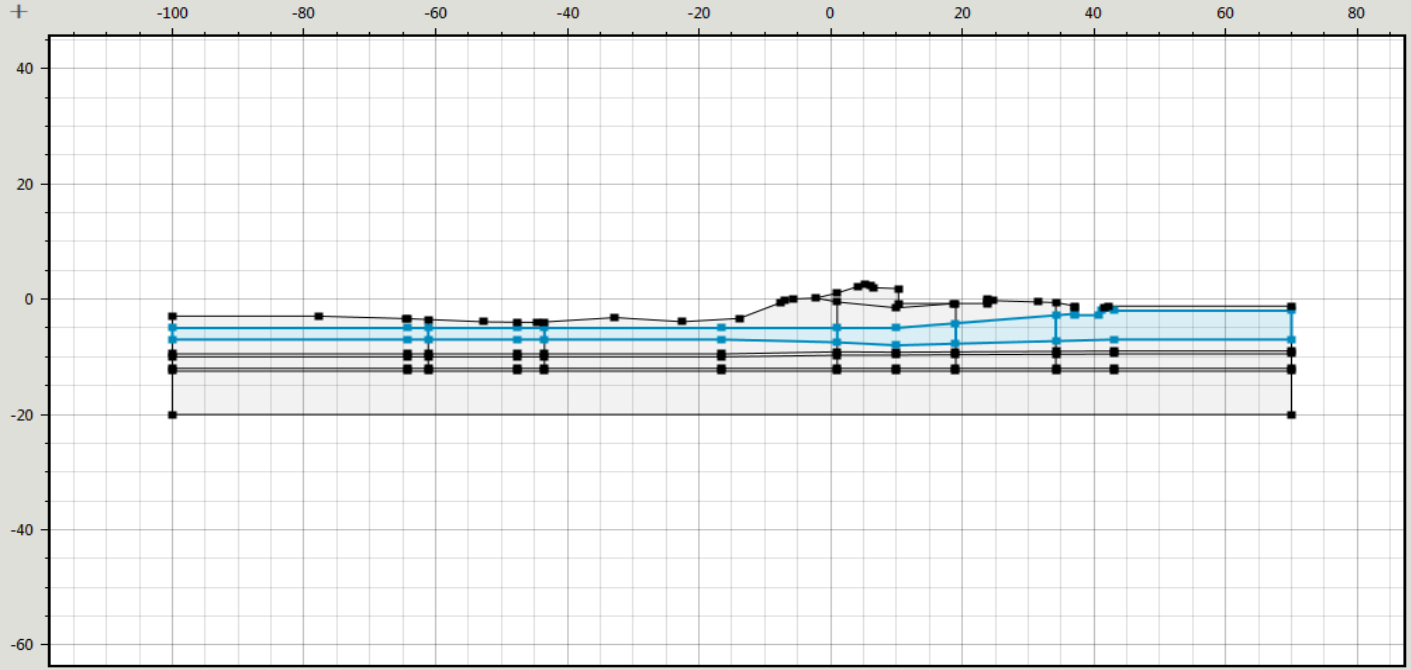
Deltares



D-Geo Stability

File | Geometry | Materials | Water | State | Loads | Calculate | Results

Select | Pan | Apply material | Origin | Grid | Labels | Guides | Add guide

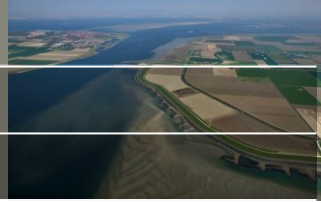


No selection

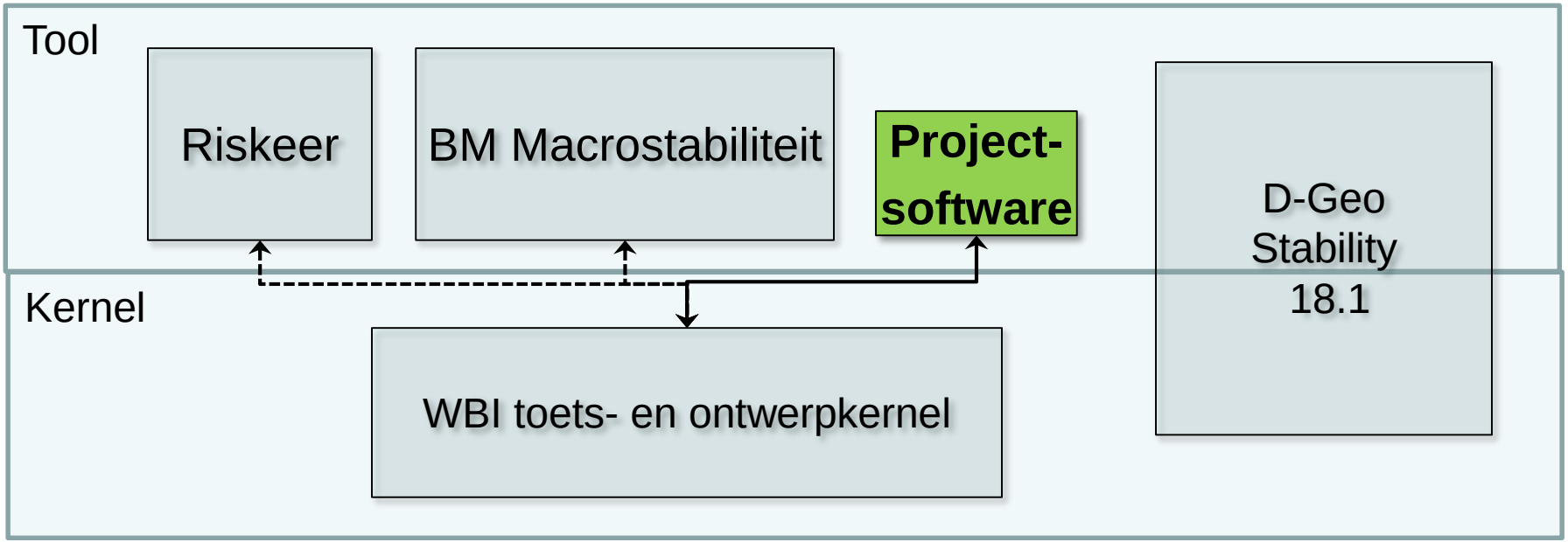
No properties to show.

Stage 1

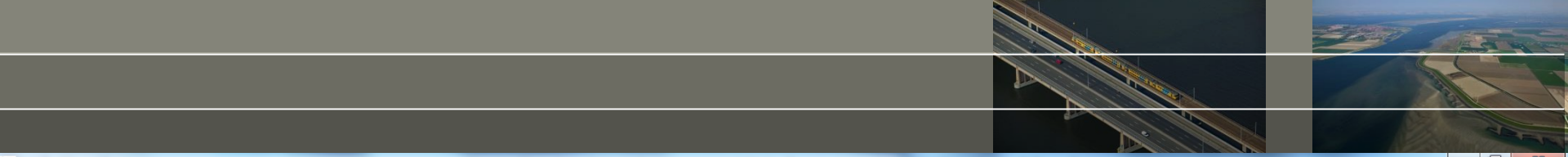
Vanaf februari 2018



Doel:	Toetsing	Toetsen op maat en ontwerp



Deltares



D-Stability (beta) P:\1208254-dijken-op-veen2\B. Measurements and calculations\057 Durgerdam\dijk 29-15 DP154 basis AANGEPAST_kolk.sti

File Edit View Project Calculation Tools Help

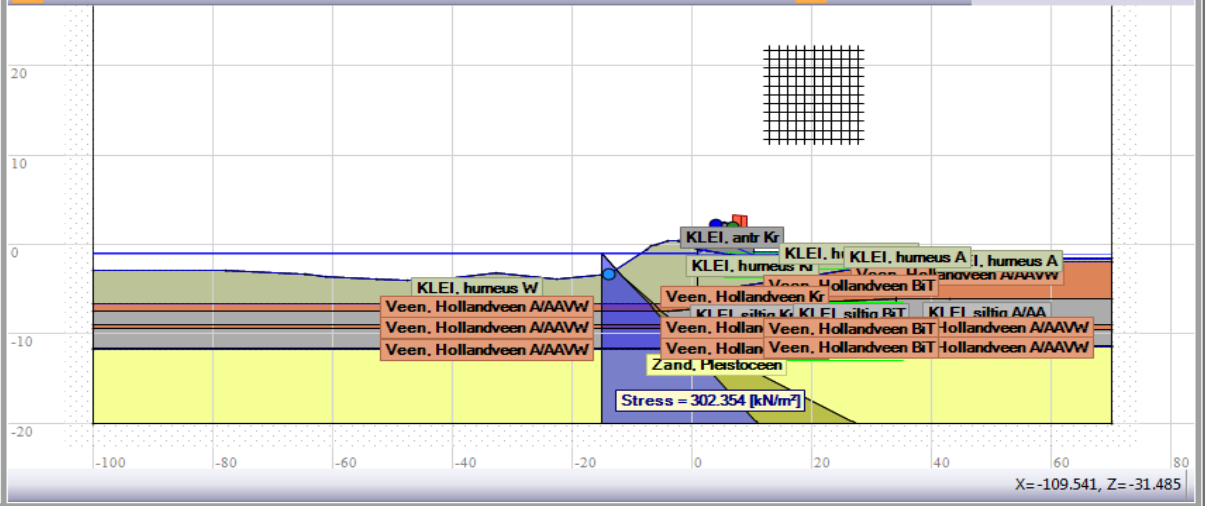
Navigator

- Project
  - Description
- Model
  - Model type: Bishop
  - Reliability: None
- Soils
  - Soils
- Geometry
  - Geometry
  - Degree of consolidation
  - Waternet
  - Surface line
  - Construction stages
- Definitions
  - Calculation area
  - Forbidden lines
  - Geotextiles
  - Nails
- Loads
  - Line loads

Cross Section

Map | Cross Section | Image | Report | Extra Geometry

Stage 2



X=-109.541, Z=-31.485

Properties

Description

Project

Title 1	New project
Title 2	
Title 3	
Date	26/06/2018 Use current date
Drawn By	
Project ID	
Annex ID	

Notes

Tables

Tables | Charts | Validation messages | Log

Materials | Consolidation matrix | Pre-consolidation stresses | Uniform loads | Line loads | Geotextiles | Nails | Strength reduction due to uplift | Forbidden lines

Default soil: KLEI, ophoog

Name	Color	Description	Unsaturated unit weight [kN/m³]	Saturated unit weight [kN/m³]	Shear strength model	Stress table
KLEI, ophoog		KLEI, ophoog	16.5	16.5	Stress table	KLEI, ophoog
KLEI, antr Kr		KLEI, antr Kr	14.8	14.8	Stress table	KLEI, antr

Projectsoftware

Deltares

Conclusies

“State” losgetrokken van laageigenschappen:

- lagen kunnen weer als lagen worden gedefinieerd;
- veel minder tijd nodig om de schematisatie te maken;
- transparanter: beter te controelren;
- Geen behoefte aan scripting

Gebruik van de WBI rekenkernel

Tzt beschikbaar via helpdesk water