



Inleiding toetspoot Macrostabilliteit

Bianca Hardeman
RWS-WVL

Alexander van Duinen (Deltares)

Marc Hijma (Deltares)

Cor Bisschop (Greenrivers)

Pilot-cursus Macrostabilliteit
23 september 2016



Inhoud

- Macrostabilliteit
- Grootste veranderingen
- Eenvoudige toets
- Gedetailleerde toets
- Parameterbepaling van grof naar fijn
- Software

Macrostabiliteit



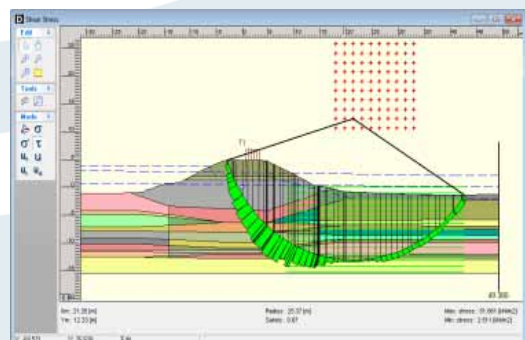
Grootste veranderingen

Schematisatie

- Manier van dataverzameling en parameterbepaling (SOS)
- Waternetcreator

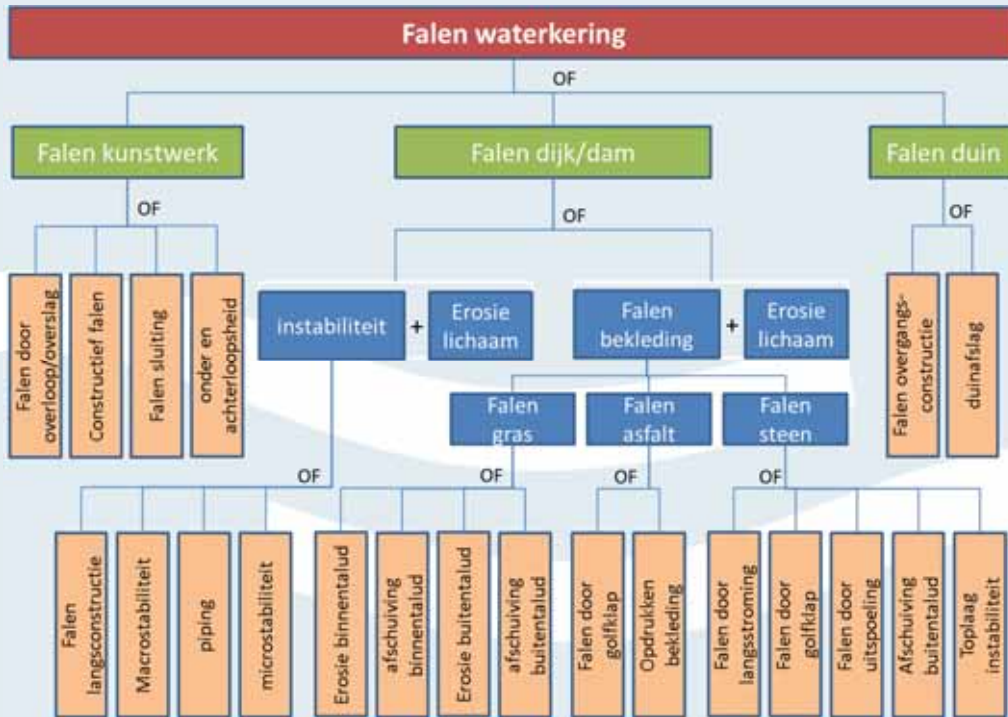
Model

- Nieuw schuifsterkte model met ongedraineerde schuifsterkte voor klei en veen (critical state soil model)
- Phi voor zand en zandig (gedraineerd)
- Nieuw schuifvlakmodel (Lift Van met momentenevenwicht)
- Nieuwe partiële veiligheidsfactoren

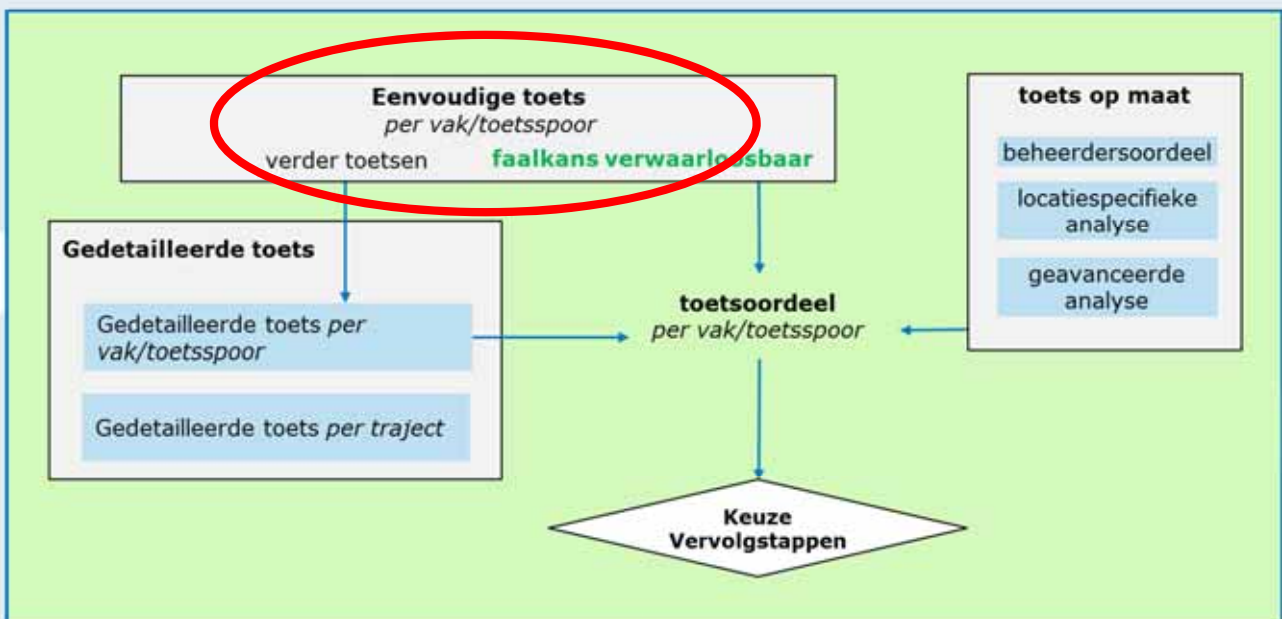




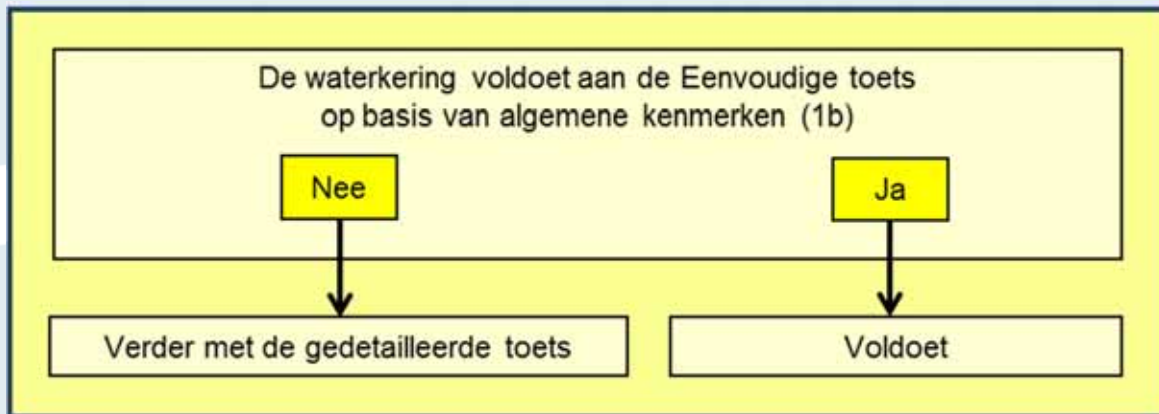
Falen van de waterkering



Eenvoudige toets



Schema eenvoudige toets



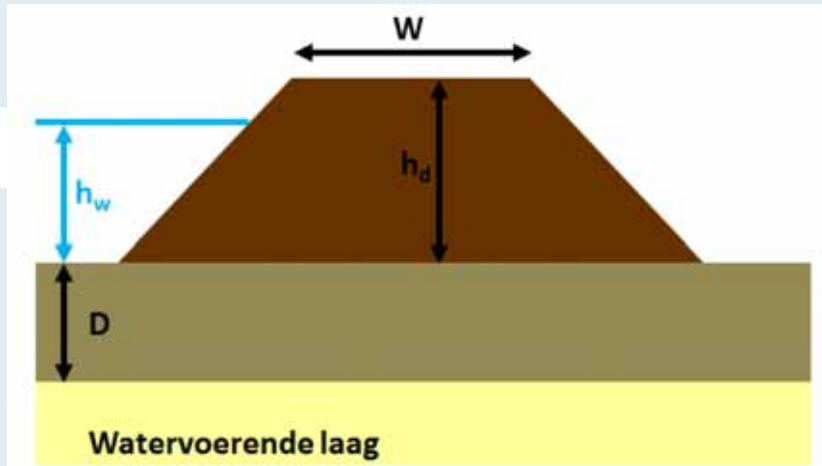
Inhoud eenvoudige toets

Veilige afmetingen dijk wanneer:

1. de te keren waterhoogte kleiner of gelijk is aan $2/3$ van de dijkhoogte
2. èn de dijk wordt gekarakteriseerd door een punt met de coördinaten D/h_d en W/h_d boven de lijn die hoort bij de helling van het binnentalud.

De faalkans is dan verwaarloosbaar (FV).

Eenvoudige toets (1)

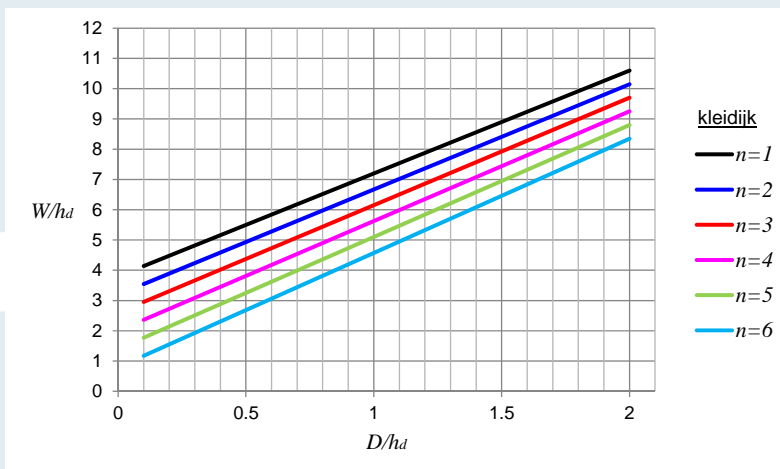


$$h_w = 2/3 h_d$$

Conservatieve aannamen voor grondeigenschappen en waterspanningen

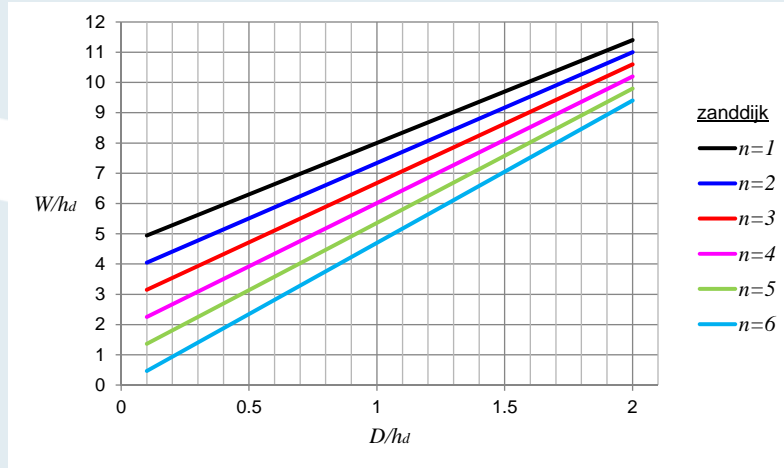
Eenvoudige toets (2)

Contourplot met veilige afmetingen kleidijk

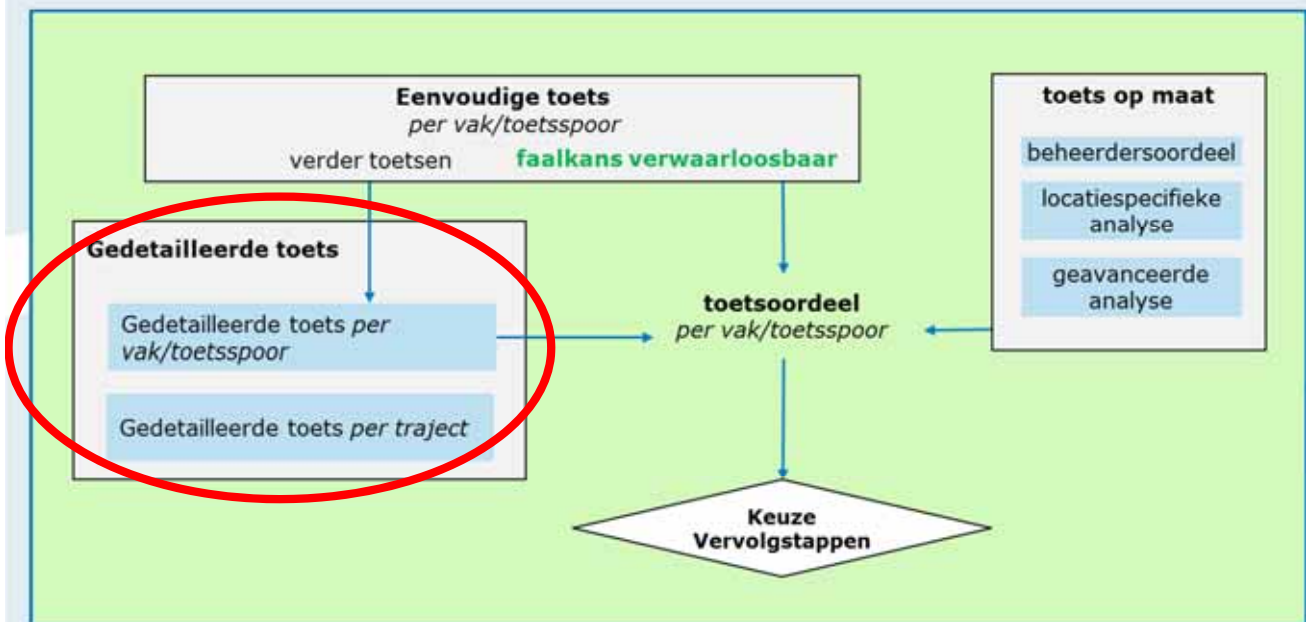


N = taludhelling
 W = kruinbreedte
 D = dikte cohesieve lagen
 h_d = hoogte dijk

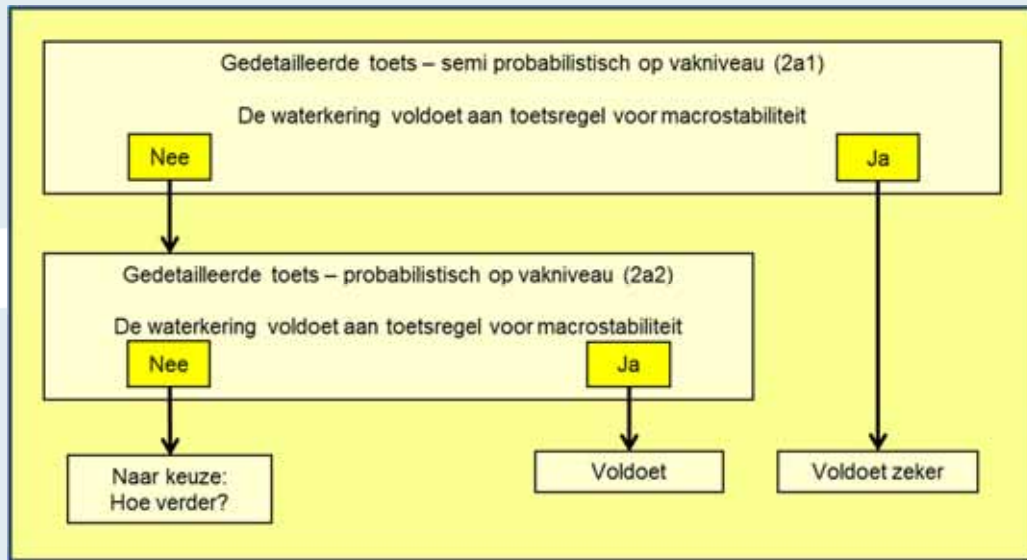
Contourplot met veilige afmetingen zanddijk



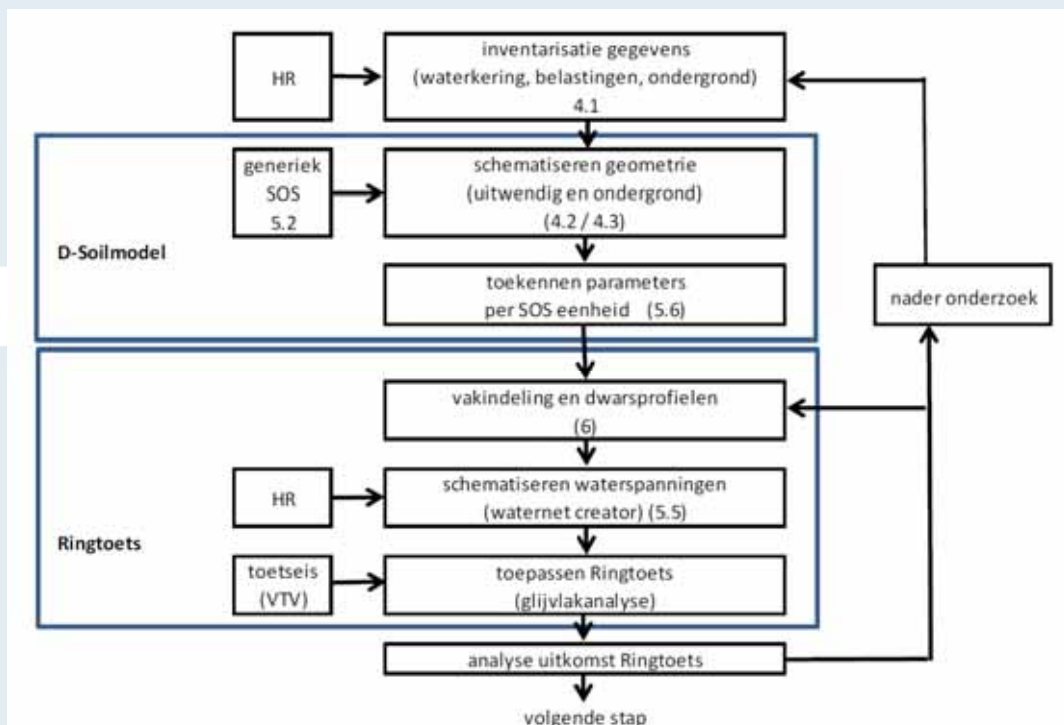
Gedetailleerde toets



Schema gedetailleerde toets



Gedetailleerde toets



Inventarisatie gegevens

Noodzakelijke gegevens

- Geometrie, dat wil zeggen het ingemeten dwarsprofiel van de waterkering en aanliggend maaiveld
- Laagopbouw van de ondergrond en het dijklichaam
- Volumieke gewichten grondlagen
- Sterkte-eigenschappen voor elke laag
- Ligging van de freatische lijn
- Waterspanningsverloop in de ondergrond

Inventarisatie gegevens

Mogelijke beschikbare gegevens:

- Gegevens uit de vorige beoordeling(en)
- Historische vakindeling
- VNK2 resultaten
- Informatie uit recente dijkverbeteringen
- De globale stochastische ondergrondschematisatie (SOS)
- Beschikbaar veld- en laboratoriumonderzoek
- Leggerinformatie
- Ervaringen van de beheerder (veldwaarnemingen)

Toekennen parameters

Schuifsterkte model

$$s_u = \sigma'_{vi} * S * OCR^m, \text{ met } OCR = \sigma'_{vy} / \sigma'_{vi} \text{ en } \sigma'_{vy} = \sigma'_{vi} + POP$$

s_u ongedraineerde schuifsterkte (kPa)

σ'_{vi} in situ effectieve verticale spanning (kPa)

S normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkteratio = $(s_u / \sigma'_{vc})_{nc}$ (-)

OCR overconsolidatieratio (-)

m sterkte toename exponent (-)

σ'_{vy} grensspanning (kPa)

POP pre overburden pressure (kPa)

SHANSEP methode (Ladd et al 1974 en Ladd 1991)

Parameterbepaling: van grof naar fijn

Defaultwaarden

- ⇒ Default parameterwaarden met realistische (conservatieve) waarden S en m

Grond- en labonderzoek

- ⇒ Grensspanning uit beschikbare sonderingen met voorzichtige standaard correlaties
- ⇒ Grensspanning uit samendrukkingsproeven of constant rate of strain proeven
- ⇒ S op basis van triaxiaal- en direct simple shear proeven (protocollen)

Geavanceerd onderzoek

- ⇒ Grensspanning en/of ongedraineerde schuifsterkte uit sonderingen met specifieke correlaties per project
- ⇒ Grensspanning afleiden uit analyse gedrag waterkering op basis van langdurige monitoring

Zie ook de schematiseringshandleiding macrostabiliteit

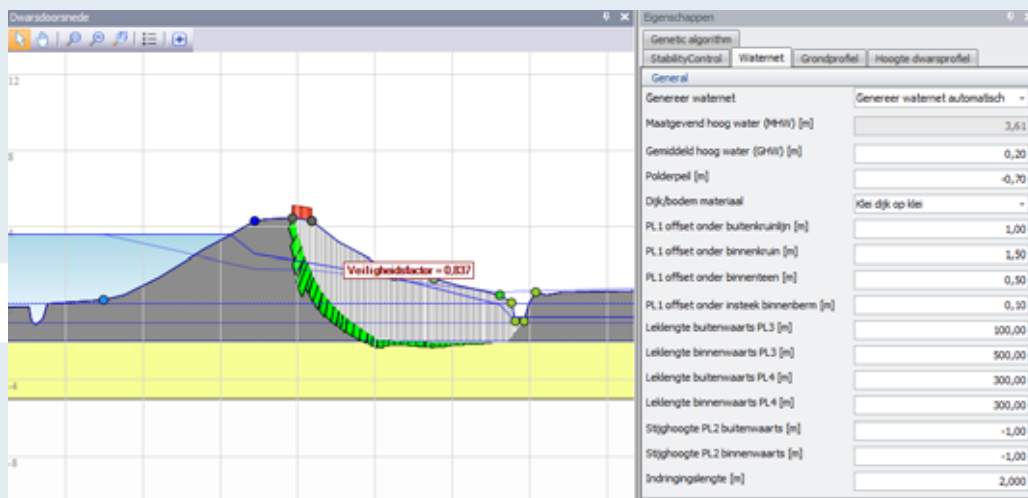
Stappenplan van grof naar fijn

- Bekijk welke data er nu al zijn (oude sonderingen met waterspanningsmetingen, oude samendrukkingsproeven, parameters uit recente versterkingsprojecten)
- Hiermee zal voor Rivierenland, Delfland, Groot Salland, Hollands Noorderkwartier, Stichtse Rijnlanden, ... al veel info beschikbaar zijn
- Bekijk landelijke database, deel informatie met andere beheerders
- Check of dit compleet is en of het SOS-eenheden dekt
- Kijk naar landelijk onderzoek naar löss en keileem
- Gebruik SOS en defaultwaarden voor wat er nog niet is
- Doe een gevoeligheidsanalyse (nut van verder onderzoeken)

Stappenplan van grof naar fijn

- Mogelijk vervolg (afhankelijk van variabiliteit ondergrond en info die er al is)
 - Sonderingen
 - Boringen
 - Labonderzoek (DSS, Triaxiaal, Samendrukkingsproeven)
- Denk vooral goed na wat er nog nodig is en waarvoor het eventueel in de toekomst gebruikt kan worden
- Alle data weer verzamelen in landelijke database

Schematisering waterspanningen



- Waterspanningsgenerator in RingToets
- Sluit aan op TR Waterspanningen bij Dijken
- Geschikt voor hoge en lage buitenwaterstanden

Beschikbare documenten

- ⇒ Bijlage III (Sterkte en Veiligheid) van de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017
- ⇒ Schematiseringshandleiding macrostabiliteit inclusief addendum
- ⇒ Handleiding lokaal schematiseren met WTI-SOS
- ⇒ Instructie SOS
- ⇒ Protocol labonderzoek
- ⇒ Protocol sonderen (in ontwikkeling)
- ⇒ Handleiding BM Macrostabiliteit
- ⇒ Handleiding D-SoilModel

Opties software macrostabiliteit

Macrostabiliteit binnenwaarts

- 1** SOS vanuit D-Soilmodel -> BM Macrostabiliteit - > Ringtoets (handmatig)
- 2** Eigen materialendatabase -> D-Soil Model -> BM Macrostabiliteit -> Ringtoets (handmatig)
- 3** Sti'tje uit D-GeoStability (alleen oude versie zonder CSSM) incl bestanden met geometrie -> D-Soilmodel -> BM macrostabiliteit -> Ringtoets (handmatig)

Info vanuit D-Soilmodel kan eventueel via tool DSoil2DGeo weer naar D-Geostability

- 4** SOS vanuit D-Soilmodel -> DSoil2DGeo -> D-GeoStability -> Sti'tje incl. bestanden geometrie -> D-Soilmodel -> BM macrostabiliteit -> Ringtoets

Opties software macrostabiliteit

Macrostabiliteit buitenwaarts / afschuiven voorlanden / toets op maat

- 1** SOS vanuit D-Soilmodel -> D-Soil 2 D-Geo -> D-GeoStability -> stabiliteitsfactor handmatig naar Ringtoets
- 2** Lokale schematisatie of eigen database -> D-GeoStability -> stabiliteitsfactor handmatig naar Ringtoets

Waar wordt nog aan gewerkt

- Landelijke database
- Tool sonderingen
- Protocol sonderen bij Su bepaling
- Afronding onderzoek siltige klei, löss en keileem

Helpdesk/ondersteuning

- Q&A inclusief landelijke database op Helpdesk Water

[http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-\(wbi\)/beoordelen-primaire/uitvoering/faalmechanismen/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-(wbi)/beoordelen-primaire/uitvoering/faalmechanismen/)

- Vragen via Helpdesk Water en helpdesk WBI generale repetitie:

Helpdesk GR WBI <helpdeskGR@deltares.nl>



Meer informatie
STOWA

opleidingen@stowa.nl

www.opleidingen.stowa.nl