



Praktijkcase Rivierenland

Afleiding (on)gedraineerde grondparameters

Cor Bisschop

Greenrivers

Waterschap Rivierenland

Pilot-cursus Macrostabiliteit

23 september 2016



Onderdelen praktijkcase

- Waarom afleiding van parameters?
- Wat is hiervoor nodig?
- Hoe parameters bepalen?

Case Rivierenland

NB:

*gebruikte gegevens in dit voorbeeld zijn vereenvoudigd;
niet in deze vorm gebruiken voor andere toepassingen.*

Waarom parameters afleiden?

- Dijkvakken afgekeurd met defaultwaarden
- Defaultwaarden hebben een range
- Grensspanning ondergrond erg variabel

Tabel 7.3 Normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkeratio S van veel voorkomende grondsoorten.

Grondsoort	SOS eenheid	Typische waarden van S [-] ¹⁾	Verwachtingswaarde S [-]	Standaardafwijking S [-] ²⁾	Variatiecoëfficiënt S [-] ³⁾
Veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,28 – 0,54	0,42	0,04	0,09
Verslagen veen / detritus	H_Vhv_v, H_Ml_ko	0,29 – 0,43	0,38	0,03	0,10
Veen kleilig	H_Rk_vk	0,24 – 0,38	0,29	0,03	0,12
Veen compact	H_Vbv_v	0,30 – 0,33	0,31	0,03	0,09
Gyttia	Diversen ⁴⁾	0,27 – 0,34	0,30	0,03	0,10
Klei venig / klei organisch	H_Mp_ko, H_Ml_ko H_Rr_o8z, H_Rk_k8v H_Rk_ko	0,16 – 0,38 ⁵⁾	0,29	0,06	0,20
Klei	H_Mp_k, H_Rk_k P_Mp_k, P_Om_k P_Ova_sd	0,22 – 0,28	0,25	0,03	0,10
Klei zandig en siltig ⁷⁾	H_Mr_kz, H_Mkw_z8k H_Ro_z8k, P_Rk_k8s P_Rk_z8s	0,22 – 0,50	0,30	0,03	0,10
Löss ^{8) 9)}	P_Wis_s	0,30 – 0,50	0,35	0,04	0,10
Klei-leem ^{10) 11)}	P_Gkl_kz	0,30 – 0,50	0,40	0,06	0,15
Dijksmateriaal ¹²⁾	H_Aa_ht	0,23 – 0,50	0,31	0,06	0,20

Wat is hiervoor nodig?

- Twee methoden voor berekening van de ongedraineerde schuifsterkte (s_u):

1. WBI-methode $s_u = \sigma'_{vi} \times S \times OCR^m$

- S: normaal geconsolideerde ongedr. schuifsterkteratio
- m: sterktoename exponent
- OCR: overconsolidatieratio
- σ'_{vi} : effectieve verticale spanning (korrelspanning)

2. Methode DoV $s_u = q_{net} / N_{kt}$

- q_{net} : genormaliseerde conusweerstand
- N_{kt} : conusfactor

Wat is hiervoor nodig? (2)

⇒ Aantal stappen te doorlopen:

1. Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek
2. Analyse OCR in relatie tot ongedraineerde schuifsterkte.
Doel: afleiding van S en de macht m (ook uit resultaten CRS/samendrukkingsproef)
3. Bepalen van netto conusweerstand (q_{net})
4. Correlatie tussen ongedraineerde schuifsterkte (s_u) en q_{net}
5. Aanpassen obv uitkomsten om te komen tot N_{kt} en $V_{C;Nkt}$
6. Verificatie op basis van samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , S , m en OCR

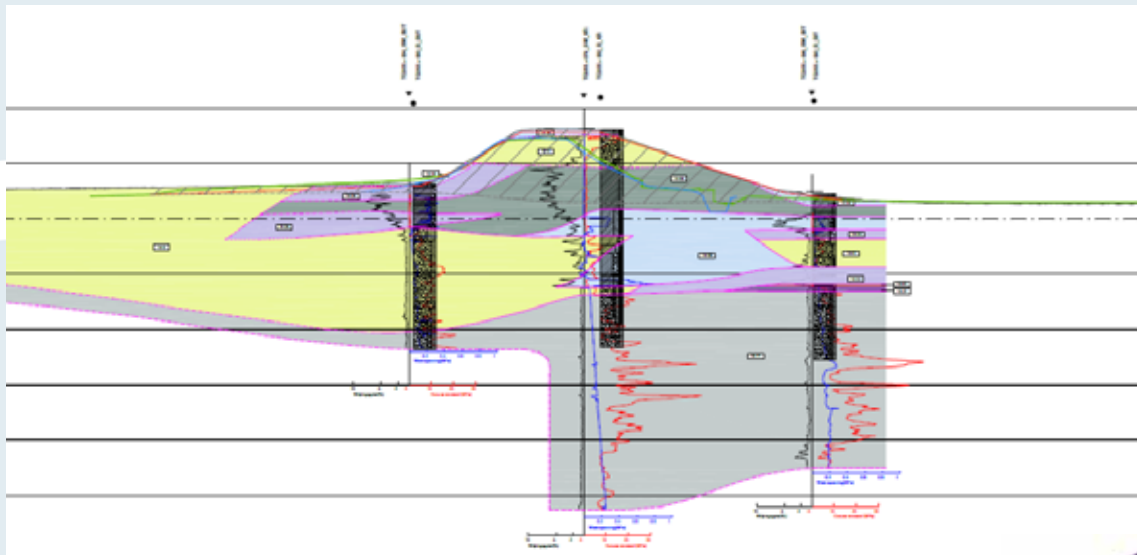
Case ws Rivierenland

⇒ Dijkvak TG355.+000 tot TG356.+050



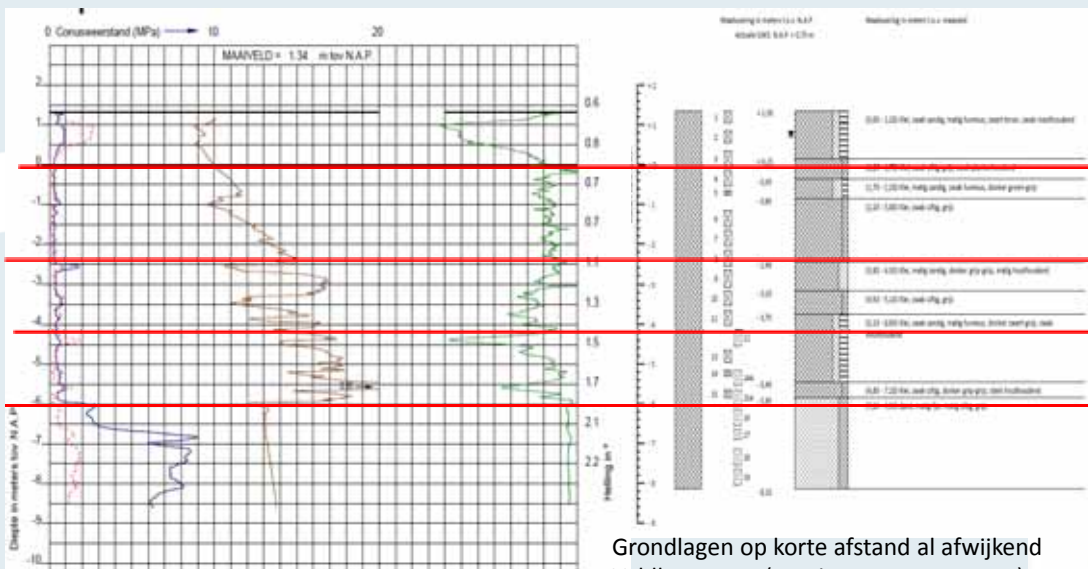
Case ws Rivierenland

➤ Dwarsprofiel TG355.+080



Sondering met mech. boring

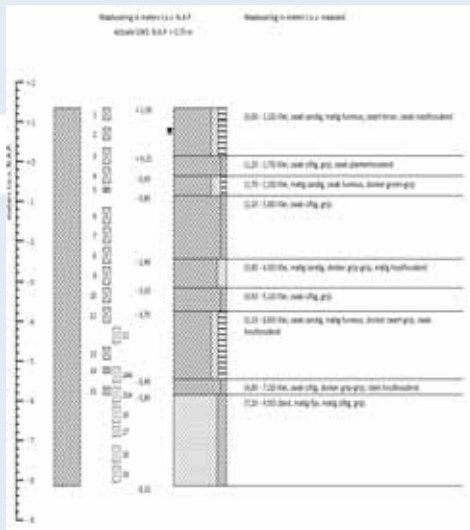
➤ Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek (TG355-076_AL):



Grondlagen op korte afstand al afwijkend veldboorstaat (continue monsternamen)

Lab. Onderzoek per boring

- Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek (TG355-076_AL):



Uitgevoerde proeven t.b.v. boring TG355-076-AL

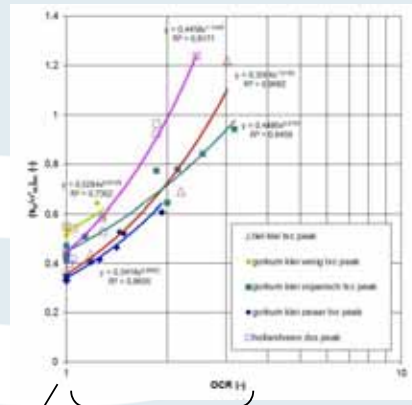
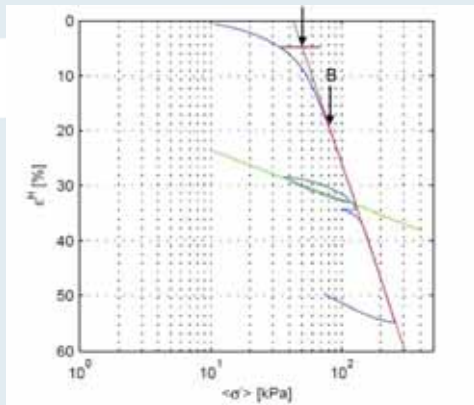
12x	Volumegewicht incl. watergehalte, classificatie en soortelijke massa	NEN-5110, NEN-5112, NEN-5104 en ASTM D5550-05	Classificatieproeven
1x	Direct Simple Shear proef 1 traps incl. foto's afschuif vlakken	ASTM 6528-07 / Stova	Afschuifproeven
4x	Samendrukproef 10 traps	NEN-5118 / Stova	Samendrukproeven
7x	Triaxiaalproef CIAU incl. foto bezijkmodel	NEN-5117 / Stova	Triaxiaalproeven
7x	Atterbergse grenzen	CEN ISO/TS 17892-12	Classificatieproeven
7x	Kalkgehalte	RAW2015	Classificatieproeven
7x	Organische stof	RAW2015	Classificatieproeven
2x	Korrelverdeling incl. fijne fractie	RAW2015 en NEN-ISO 13317-3	Classificatieproeven
2x	Afleiding doorlatendheid uit korrelverdelingen	Formule van Beyer, Hazen en Den Rooijen	Doorlatendheidsproeven

Totaal onderzoek GoWa

- Al het uitgevoerde grondonderzoek GoWa (lengte ca. 24 km)
 - Circa 100 sonderingen klasse 3, met waterspanning (u_1 / u_2)
 - Circa 130 sonderingen klasse 2, met waterspanning (u_2)
 - Circa 75 sonderingen klasse 1, met waterspanning (u_2)
 - Ca. 50 mech. Boringen t.p.v. sondering
 - Ca. 80 handboringen
 - Alle monsterbussen zijn in veld gewogen
- Uitgevoerde lab. onderzoek GoWa (ook in deze volgorde uitgevoerd!)
 - Ca. 110 volumiek gewicht + watergehalte
 - Ca. 80 classificatieproeven (atterb. grenzen en veenclass.)
 - Ca. 50 samendrukkingsproeven (10-traps)
 - Ca. 80 CAU Triaxiaalproeven
 - Ca. 30 DSS-proeven

Bepaling S

- ⊕ normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkte
- ⊕ Samendrukkings- en/of CRS-proeven – bepalen grensspanning
- ⊕ triaxiaalproeven / DSS-proeven – normaal geconsolideerd

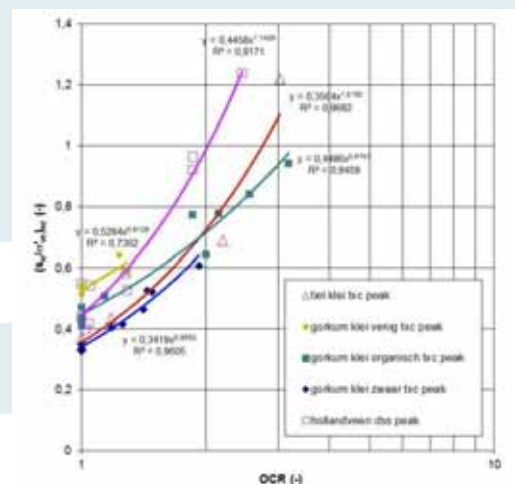


NC → OCR=1

OC → OCR>1

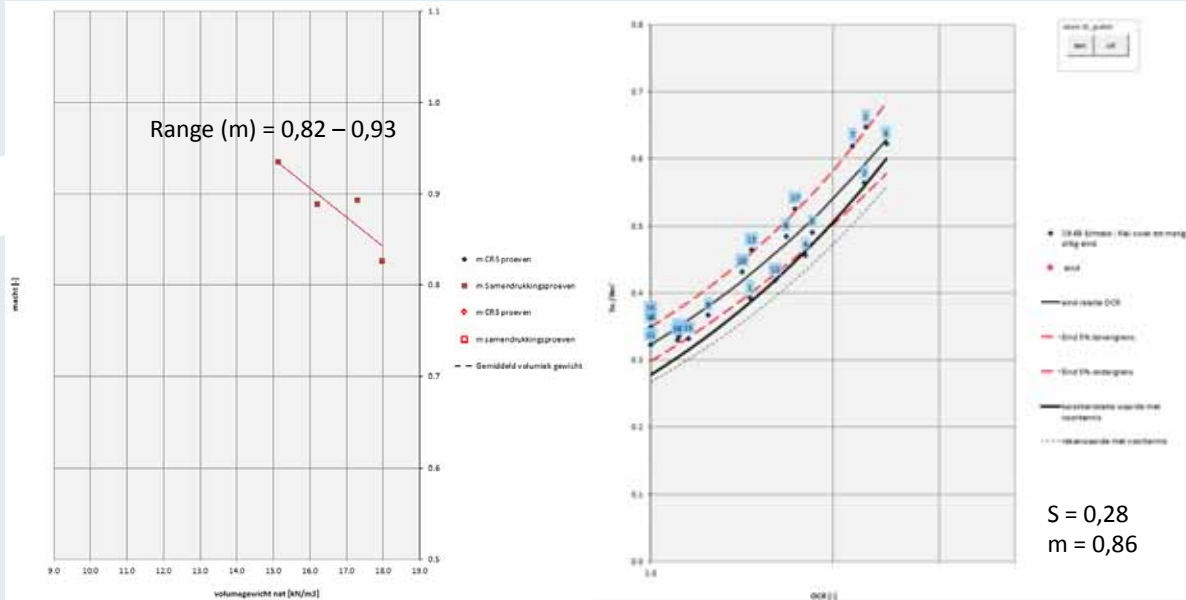
Bepaling m

- ⊕ $m =$ sterktetoeename exponent
- ⊕ Samendrukkings- en/of CRS-proeven:
 $m \approx (b - a) / b$
- ⊕ Of samenhang met triaxiaal en/of DSS-proeven (OC):
 $m \approx$ exponent van de trendlijn



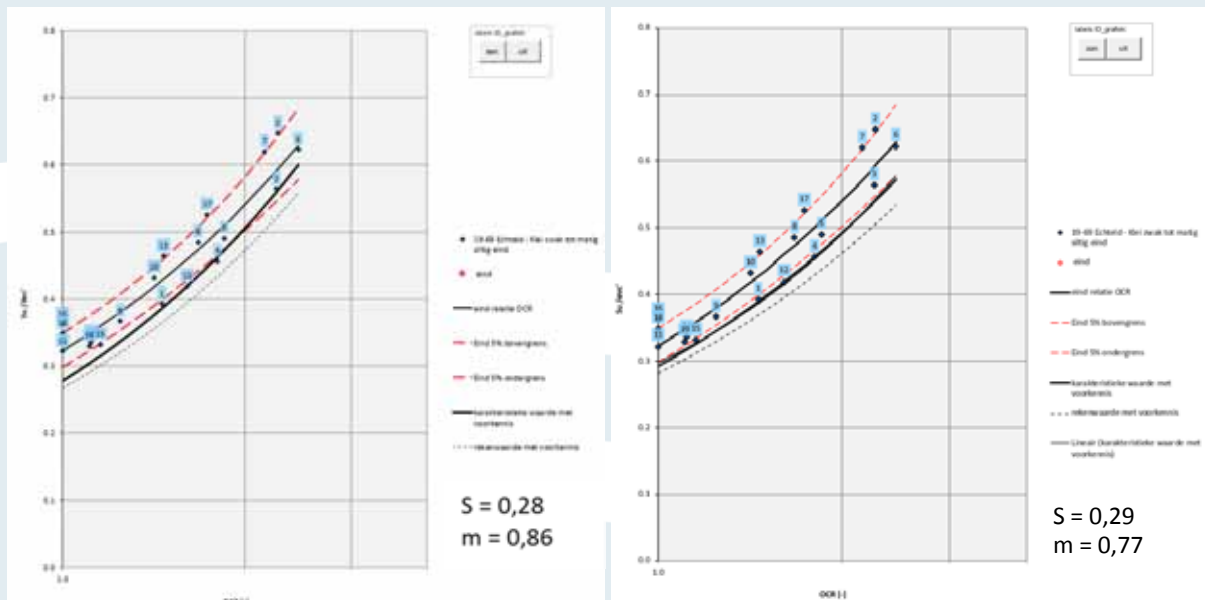
Relatie tussen S en m

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



Relatie tussen S en m

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



Bepaling OCR

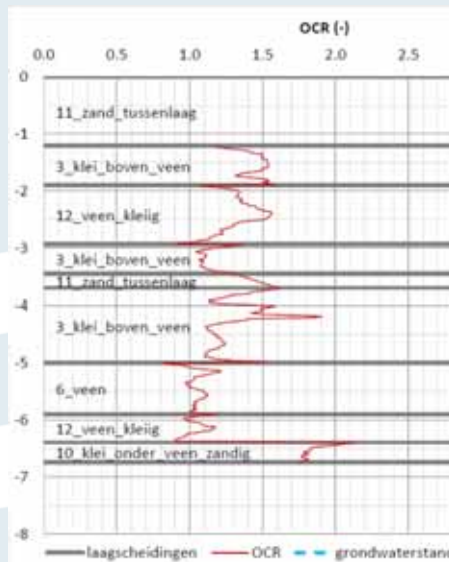
➡ OCR = overconsolidatieratio

➡ Correlatie met sonderingen:

Met bekende s_u , S en m kan OCR worden bepaald met:

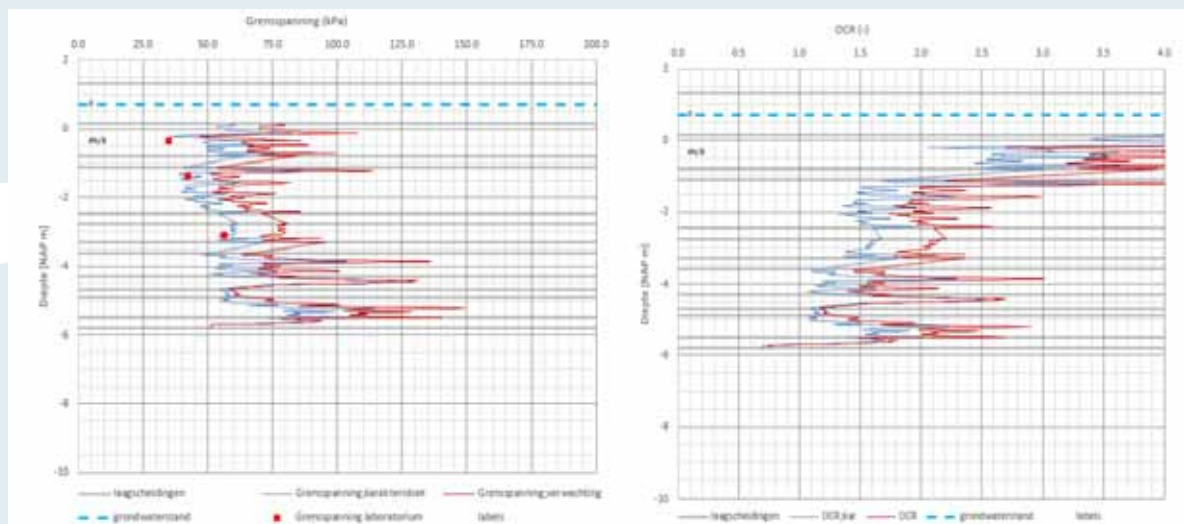
$$OCR = (s_u / \sigma'_{vi} \cdot S)^{1/m}$$

Raakt aan DOV-methode, waarin door nauwkeurigere Nkt-bepaling ook beter beeld van de OCR verkregen kan worden!



Bepaling OCR (overconsolidatieratio)

Iteratie met S en m en resultaten samendrukkings- of CRS-proeven



Resultaten afleiding S , m en ϕ

Grondsoort	SOS	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	$\phi_{kar;25\%}$ [°]
19-38 Echteld, klei zw tot mt weinig	H_Rk_k&v	0,20	0,93	26,1
19-69 Echteld, klei zw tot mt siltig	H_Rk_k	0,28	0,86	32,7
19-24 Echteld, klei zw tot mt zandig	H_Ro_z&k	0,28	0,86	29,3
19-58 Nieuwkoop, veen zw tot mt kleilig	H_Vbv_v	0,29	0,88	30,1
19-61 Nieuwkoop, veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,36	0,86	31,4
Dijkmateriaal, nieuw (na 1996)	-	-	-	32,0
Dijkmateriaal, oud (voor 1996)	-	-	-	28,0

* Voor 19-24 zijn onvoldoende lab.resultaten beschikbaar, daardoor waarden voor 19-69 overgenomen

Relatie met DoV-methode

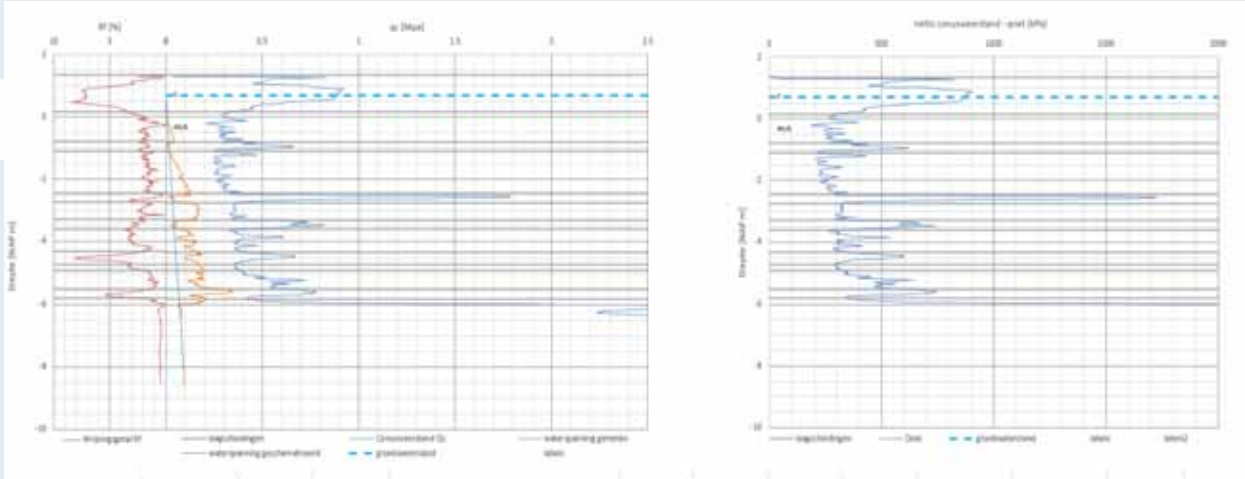
➡ Aantal stappen te doorlopen:

1. Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek
2. Analyse OCR in relatie tot ongedraineerde schuifsterkte. Doel afleiding van S en de macht m (ook uit resultaten CRS/samendrukkingsproef)
3. Bepalen van netto conusweerstand (q_{net})
4. Correlatie tussen ongedraineerde schuifsterkte (s_u) en q_{net}
5. Aanpassen obv uitkomsten om te komen tot N_{kt} en $V_{C;Nkt}$
6. Verificatie op basis van samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , S , m en OCR

Analyse sonderingen

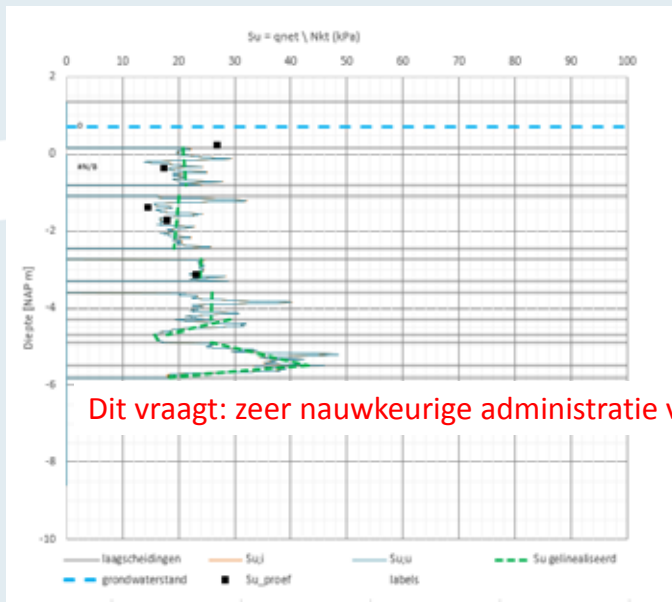
➤ Bepaling netto conusweerstand (q_{net})

$$q_{net} = q_t - \sigma_{vi} \quad \text{en} \quad q_t = q_c + u_2 (1 - a)$$



Analyse sonderingen

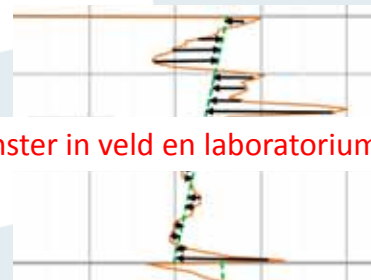
➤ Correlatie tussen S_u en q_{net}



Dit vraagt: zeer nauwkeurige administratie van monster in veld en laboratorium!

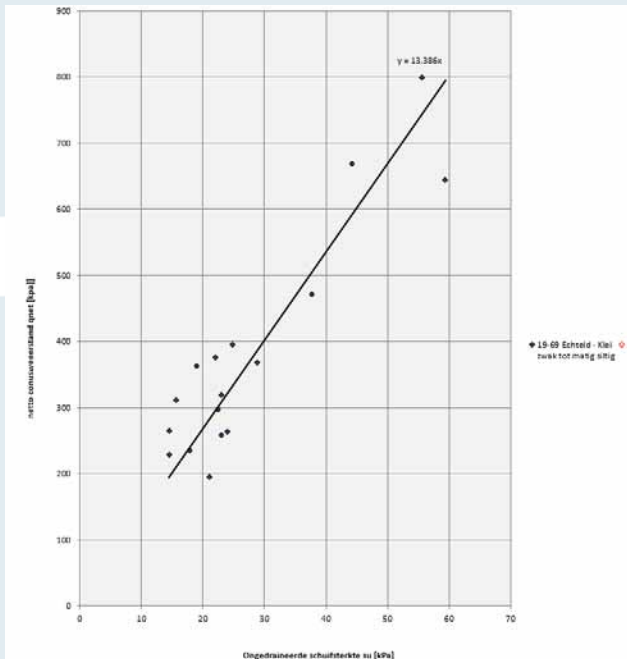
Dit vraagt om:

- zeer fijne laagopbouw
- iteratie om niveau bij gelaagde grondopbouw te bepalen
- Iteratie om V_c te optimaliseren



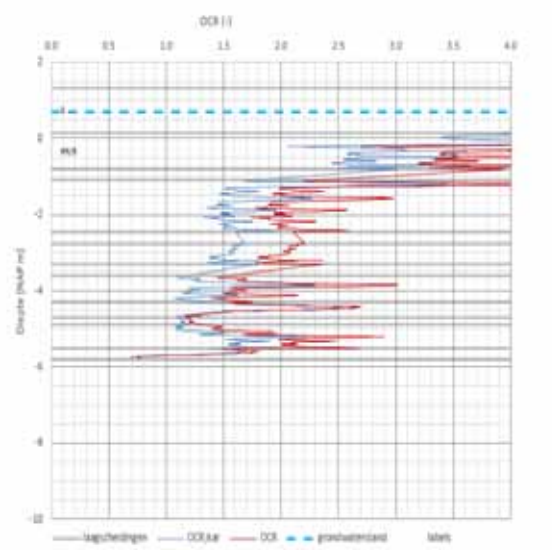
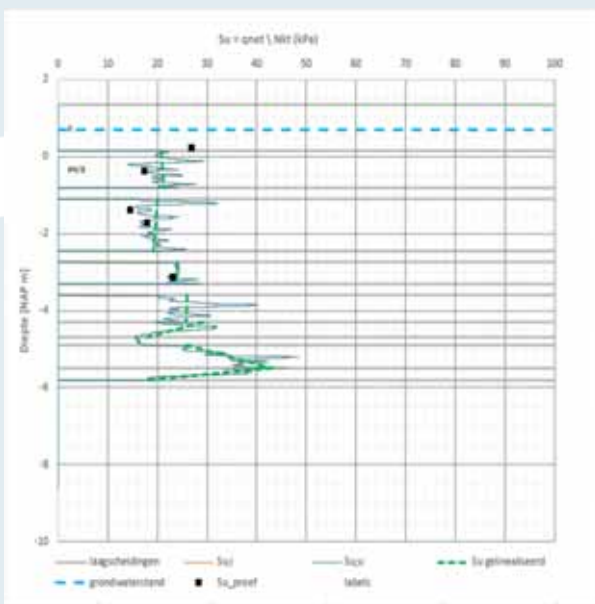
Afleiding Nkt

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



WBI -en DOV-methode

- Verificatie indeling proevenverzameling obv samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , s_u , S , m en OCR



Wat is hiervoor nodig?

- ⇒ Kortom twee methoden voor berekening van de ongedraineerde schuifsterkte (s_u):

WBI-methode $s_u = \sigma'_{vi} \times S \times OCR^m$

Methode DoV $s_u = q_{net} / N_{kt}$

Door de beide methoden te combineren kan uit het s_u -profiel een OCR-profiel worden berekend!

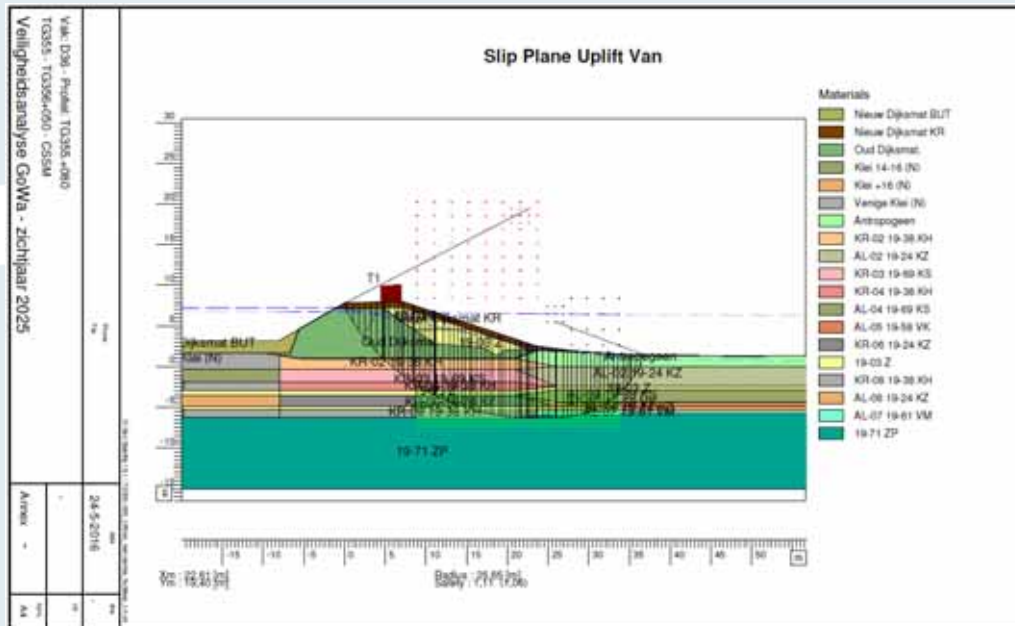
Resultaten afleiding S, m, N_{kt}

Grondsoort	SOS	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	N_{kt} [-]
19-38 Echteld, klei zw tot mt weinig	H_Rk_k&v	0,20	0,93	17,7
19-69 Echteld, klei zw tot mt siltig	H_Rk_k	0,28	0,86	13,4
19-24 Echteld, klei zw tot mt zandig *	H_Ro_z&k	0,28	0,86	13,4
19-58 Nieuwkoop, veen zw tot mt kleilig	H_Vbv_v	0,29	0,88	19,7
19-61 Nieuwkoop, veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,36	0,86	19,4

* Voor 19-24 zijn onvoldoende lab.resultaten beschikbaar, daardoor waarden voor 19-69 overgenomen

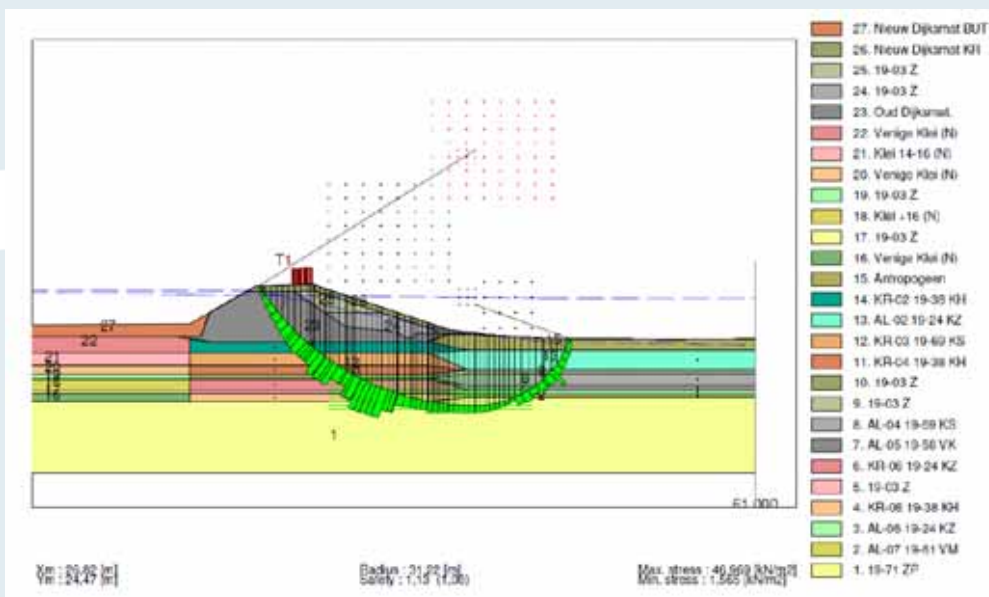
Resultaten berekening

- Berekening conform DOV-methode (Su-measured obv Nkt) glijvlakmodel: Uplift Van – OI2014-V3



Resultaten berekening

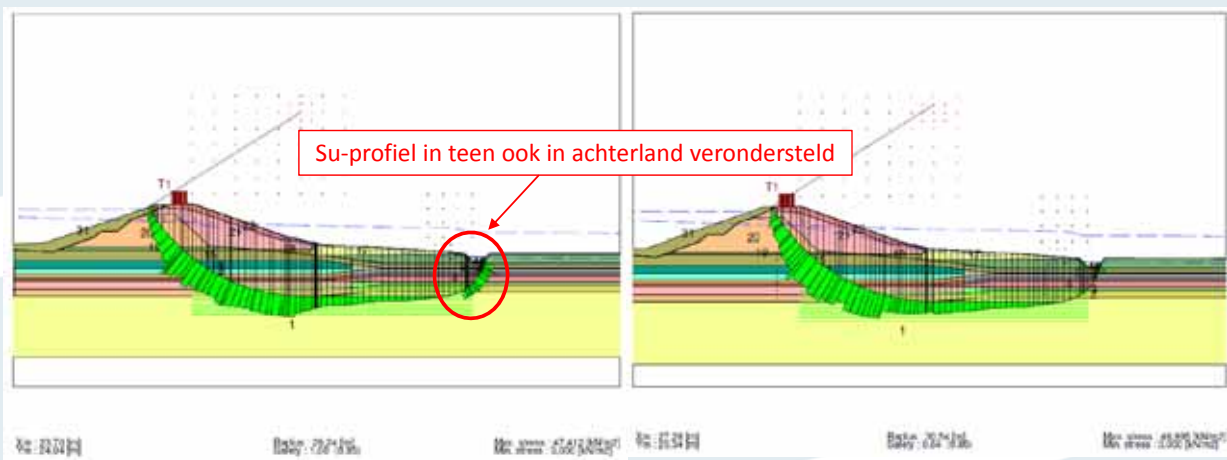
- Berekening conform WBI-methode (S, m en POP) glijvlakmodel: Uplift Van – OI2014-V3



Resultaten berekening

DOV-methode

WBI-methode



Samenvattend:

➤ Methode(n) zijn uitvoerbaar en leveren:

- Goed inzicht in grondgedrag
- Iteratie leidt tot convergerende resultaten
- Pieken/uitbijters worden uitgemiddeld
- V.w.b. WSRL verklaarbare resultaten

➤ maar:

- Zeer arbeidsintensief om alle relaties te beschouwen
- Niet eenvoudig en enigszins arbitrair
- Rekentools (incl. statistiek) zijn nog niet voorhanden

Samenvattend:

➤ Advies zou dan ook zijn:

➤ Van grof naar fijn werken en dus

1. Berekening o.b.v. defaultparameters (incl. gevoeligheid)
2. Aanscherping OCR / POP o.b.v. sonderingen (default Nkt, klasse I-sondering waar nodig)
3. Shoppen bij buur-waterschappen
 - Wel/geen ongedraineerd grondgedrag?
 - Al terrein- en lab. onderzoek uitgevoerd?
 - Wat voor een onderzoek uitgevoerd en met welk doel?
 - Samen een proevenverzameling opzetten en uniforme grondlagen
4. Gericht onderzoeksplan opstellen
 - Specifiek op grondlaag
 - Specifiek op bepaald tracé /dijkvak / segment
 - Sondering en boring direct na elkaar (geen andere waterstanden)
 - Precieze werkwijze (bv. monsterniveaus)
 - Lab. onderzoek opnemen in *landelijke database proevenverzameling*



Meer informatie
STOWA

opleidingen@stowa.nl

www.opleidingen.stowa.nl