

Diepwanden anno 2017

Jan van Dalen

21/9/2017



Breed samengestelde commissie

Bart Hendrix (*RWS*)
 Bartho Admiraal (*VSF*)
 Benoit Janssens (*Beheersmaatschappij Antwerpen Mobiel*)
 Danny Custers (*Franki*)
 Eric Leemans (*Soiltech*)
 Fred Jonker (*SBRCURnet*)
 Hans Brinkman (*Deltares*)
 Jan Jonker (*Movares*)
 Jan Maertens (*Jan Maertens*)
 Jan van Dalen (*Daed Ingenieurs / Gem. Rotterdam / TU Delft*)
 Jan Verstraelen (*TUCRail*)
 Jeroen Stam (*Cebo*)

Koen Duyck (*Soiltech*)
 Kristof van Royen (*Denys*)
 Marc van den Eynde (*Fontec*)
 Marc Verlinden (*Herbosch Kiere/Fondedile*)
 Maurice Bottiau (*Franki*)
 Michel Boutz (*SGS Intron*)
 Michel Roovers (*Soletanche*)
 Nicolas Denies (*WTCB*)
 Noel Huybrechts (*WTCB*)
 Rodriaan Spruit (*Gemeente Rotterdam*)
 Wim Defoort (*Seco*)
 Wim Maekelberg (*TUCRail*)



Opzet nieuwe Handboek Diepwanden

- Breder vertegenwoordiging: Dit keer Belgische én NL partijen
- Waarom behoefte aan een update?
 - Resultaten onderzoek TU Delft
 - Resultaten onderzoek vanuit de commissie
 - Proefput Antwerpen Oosterweel
 - Lessons learned vanuit projecten sinds 2010

Resultaten onderzoek TU Delft

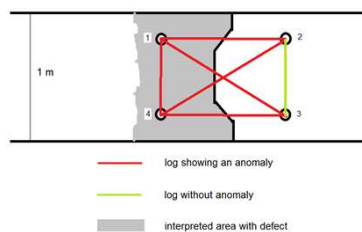
- Kwaliteit vaststellen gerealiseerde panelen
- Proces van het maken van diepwanden
- Onderzoek wandwrijving

Resultaten onderzoek TU Delft

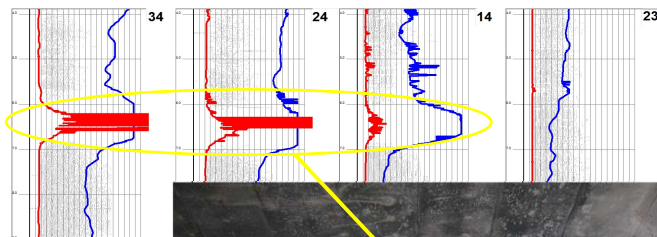
Kwaliteit vaststellen gerealiseerde panelen (*Rodriaan Spruit*)

- CSL metingen
- Temperatuurmetingen met glasvezel
- Elektrische weerstand

CSL meting



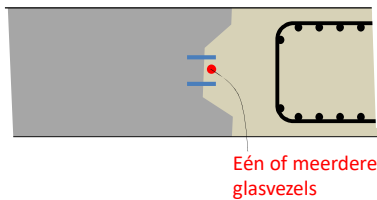
Voorbeeld: Geconstateerde Afwijking Spoorzone Delft



Toepasbaarheid

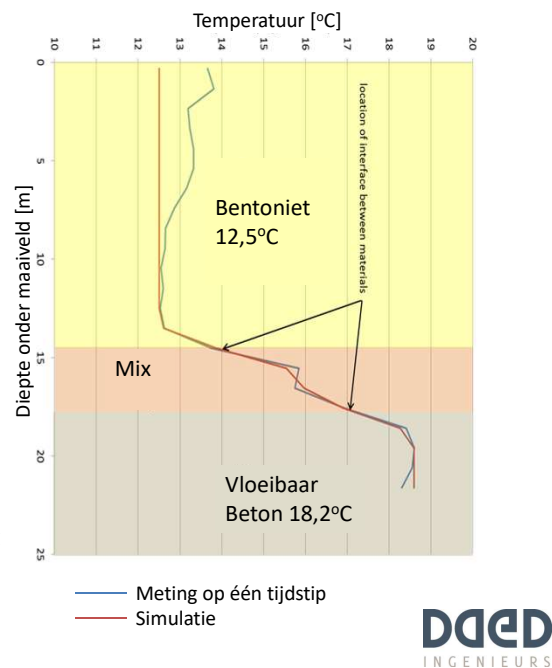
- Alle gevallen waarin slechte voegen tijdens ontgraven bouwput tot problemen zou kunnen leiden
- Als uit deze controle geen afwijkingen naar voren komen staat vast dat de voegen goed zijn

Temperatuurmetingen met glasvezel tijdens de stort

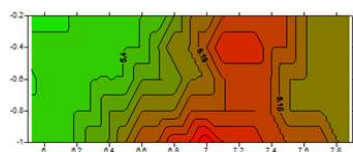


Toepasbaarheid

- Door continue registratie kan worden gedetecteerd of het beton overal aankomt
- Vooral bruikbaar als kwaliteitscontrolemiddel tijdens de uitvoering



Elektrische geleidbaarheidsmeting



Toepasbaarheid

- Niet goed bruikbaar voor opsporing anomalieën in de voeg
- Kansrijk voor het opsporen van slechte kwaliteit betondekking
- Nog op zoek naar proefprojecten

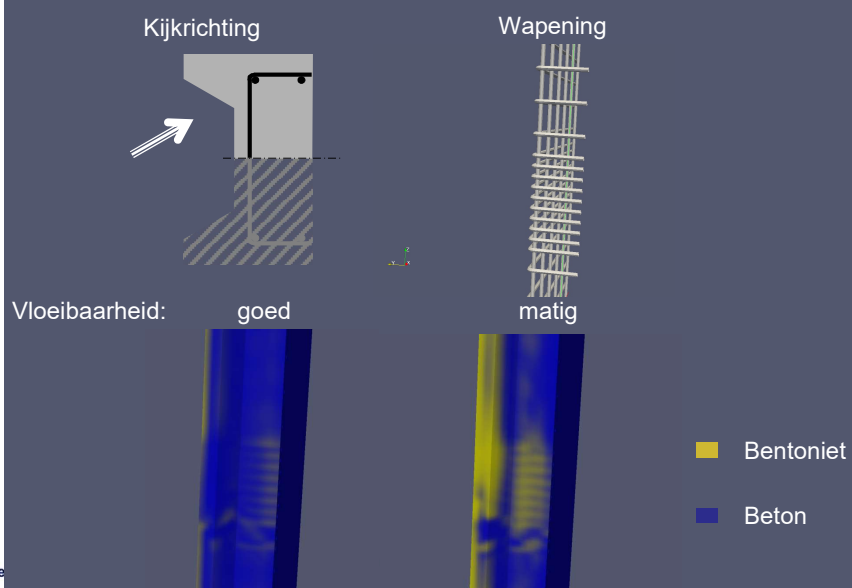


Resultaten onderzoek TU Delft

Proces van het maken van diepwanden (*Jan van Dalen*)

- Modelleren van betonstroming / verdringing bentoniet
- Inzicht in effect positie tremiebuis tijdens stortproces
- Inzicht in effecten van vloeibaarheid beton
- Verificatie betonstroming met RFID chips

Simulatie model Stroming van beton en bentoniet



Betonstroming volgen met RFID chips



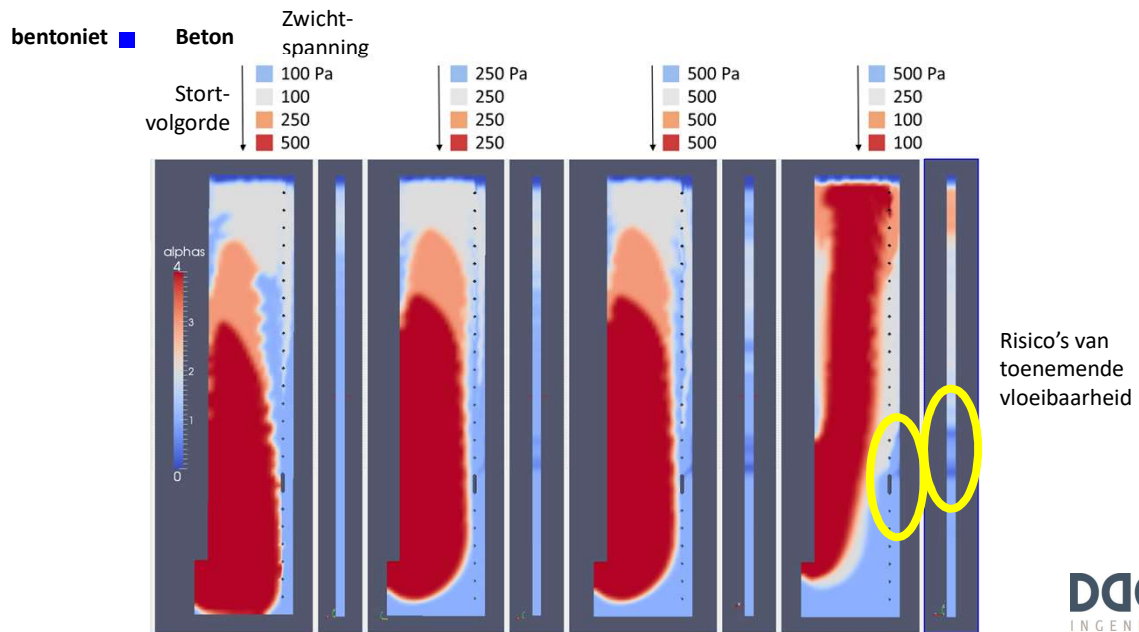
Betonstroming volgen met RFID chips



Toepasbaarheid

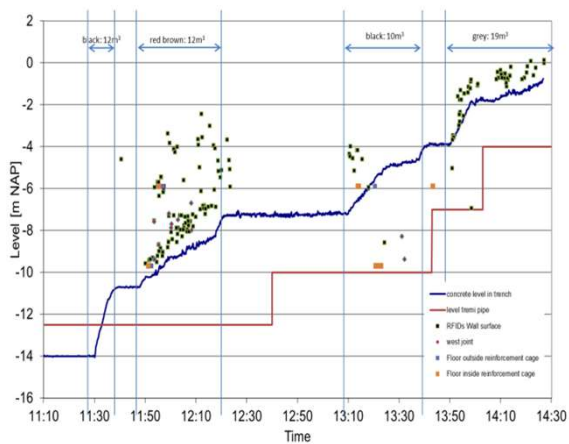
Volgen van betonstroming met RFID chips werkt prima!

Effect van variërende vloeibaarheid beton

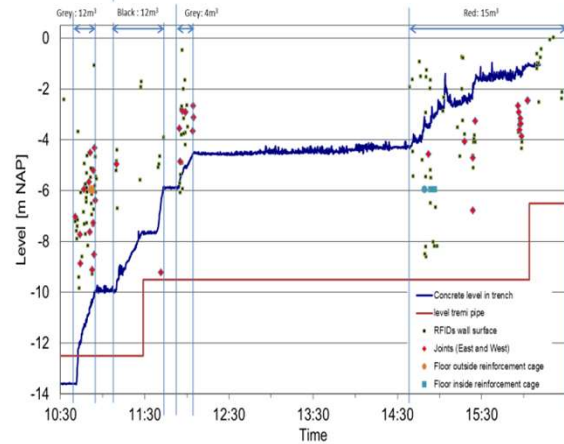


Effect van variërende vloeibaarheid beton praktijkproef

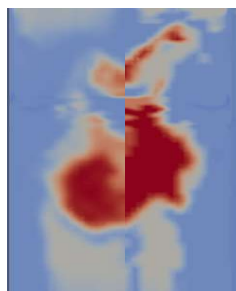
Paneel 1: gelijke vloeibaarheid



Paneel 2: 2^e deel minder vloeibaar



Voorbeelden van observaties Tremiebuis net onder de wapeningsconcentratie

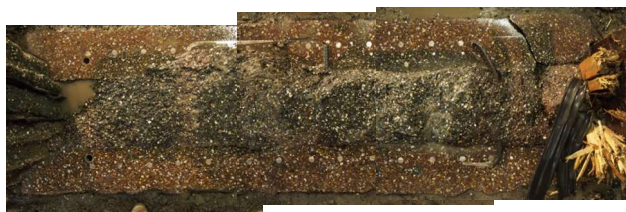


Vooraanzicht
wand

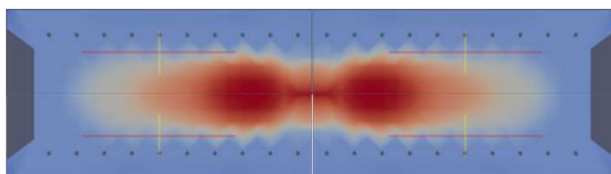
Simulatie

Voorbeelden van waarnemingen

Horizontale
Doorsnede



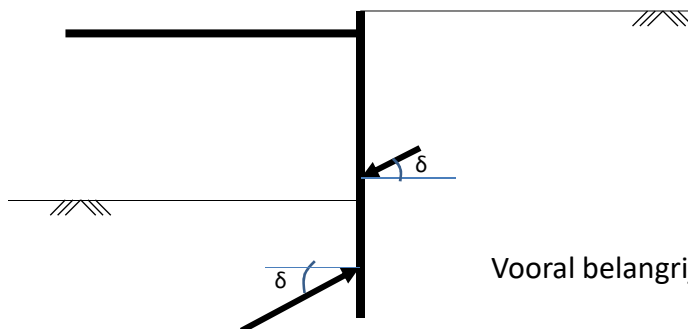
Simulatie



Conclusies n.a.v. het stromingsmodel

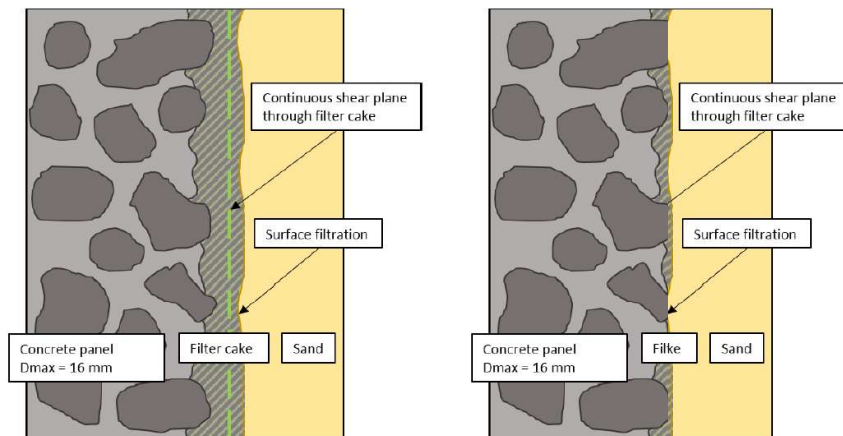
- Simulaties leiden tot beter begrip van de invloed van:
 - Vloeibaarheidsparameters
 - Geometrie
- Simulatie van stromingsprocessen is zinvol, ook in engineering
- Aanvullingen voor het handboek
 - Beschrijving modelleringsmogelijkheden
 - Diepte tremiebuis in relatie tot wapeningsconcentraties
 - Risico's van verschillen in vloeibaarheid opvolgende betonmixers
 - Onder voorwaarden lokale wapeningsconcentraties toestaan ??

Onderzoek wandwrijving



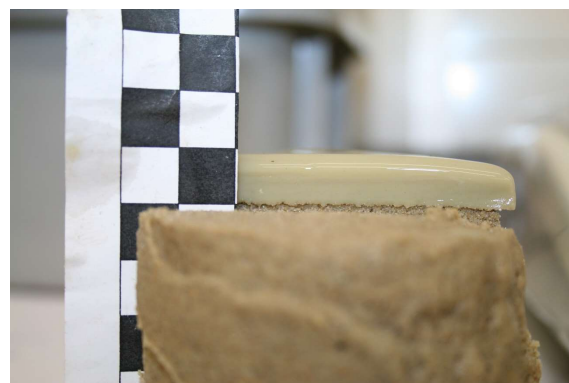
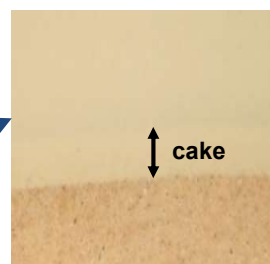
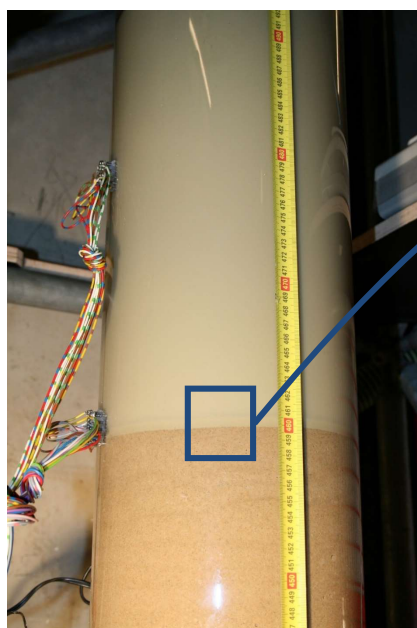
Vooraf belangrijk aan de passieve zijde

Onderzoek wandwrijving



Glijvlak volledig door filtercake

Glijvlak deels door filtercake,
deels door grond



Wandwrijvingshoek

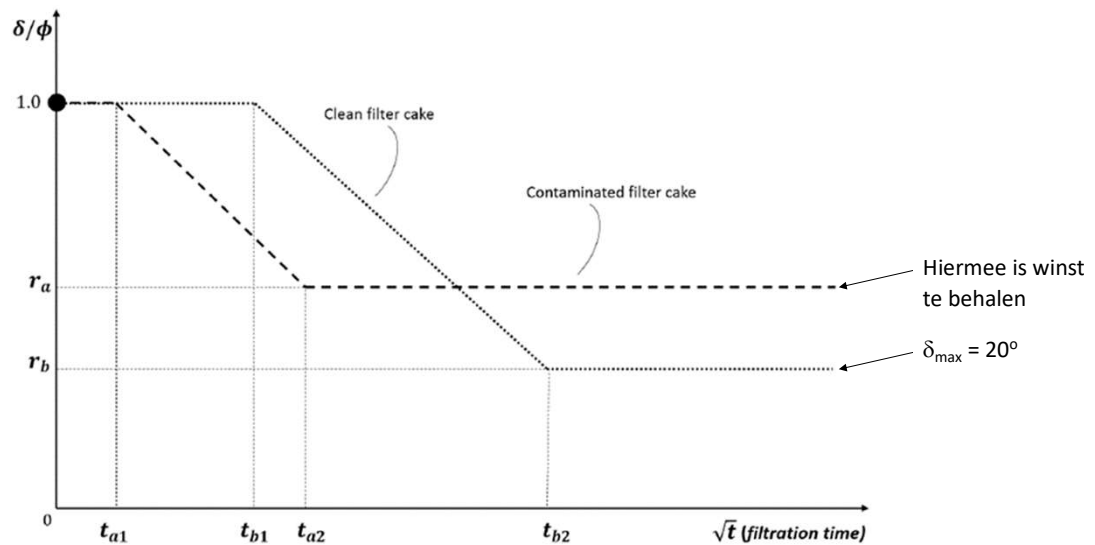
- Filtercakevorming
 - Proces in de tijd (met: $\text{dikte} = c \cdot \sqrt{t}$)
 - Zandhoudende bentoniet erg snel, grote c
 - Schone bentoniet veel trager

Afstudeerder Jip de Wolf (2016)

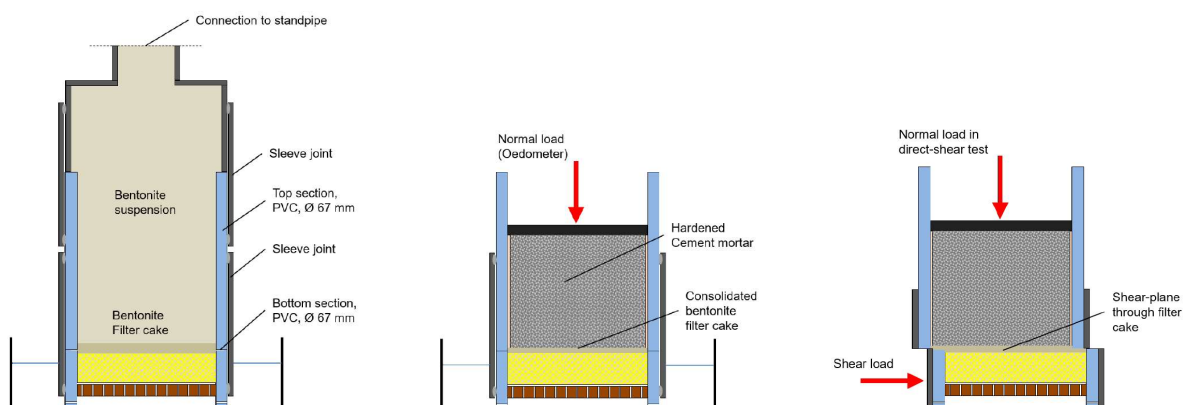
Conclusies aan de hand van proeven en literatuur:

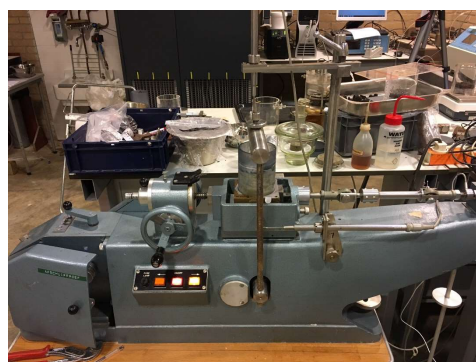
- Conclusie voor zandhoudende bentoniet:
 - Tijdsduur erg kort (< 1 uur) $\Rightarrow \delta$ bepaald door ruwheid beton
 - Tijdsduur langer $\Rightarrow \delta$ bepaald door wrijvingseigenschappen cake
- Filtercake van zandhoudende graafbentoniet meer wrijving dan van schone bentoniet
- Huidige ontwerpregel conservatief

Komt binnenkort in de Geotechniek!



Huidige proevenserie TU (Mitch Frissen)





De conclusies komen in het Handboek!

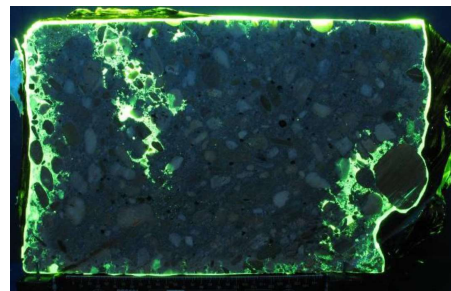
Onderzoek porositeit dekking

- Aanmerkelijk groter dan i.g.v. bekist beton
- Buitenste zone relatief poreus
 - Duurzaamheid
 - Houdkracht ingelijmde ankers
 - Sterkte?
- CUR76:2011: Aanvullende veiligheidsmarge $\Delta c_{dur,y} \geq 25 \text{ mm}$
Afwijken mag alleen op basis van proeven



Onderzoek porositeit dekking

- Boorkernen uit 4 projecten
- Onderzoeksvragen
 - Wat wordt in praktijksituaties gevonden?
 - Is er een bruikbaar verband tussen porositeit en waterindringing?
- Tests bij Intron (Michel Boutz)
 - Meting van porositeit en dichtheid conform Rilem CPC 11.3
 - Fluorescentieonderzoek
 - Waterindringingsproeven



Belangrijke projecten sinds 2010

- Ronde bouwputten: PG's Harderwijk, Leiden en LNG terminal België
- Diabolo / Mechelen / Liefkenshoek
- Proefkuip Oosterweel
- Spoorzone Delft
- Kademuren 1^e en 2^e Maasvlakte Rotterdam
- Aanpassing fundatie spoorbrug Nijmegen
- ...

Enkele geleerde lessen in projecten sinds 2010

- Horizontale scheurvorming t.g.v. verhinderde temperatuurkrimp
- Aansluiting onderwater betonvloer aan diepwanden bij ronde bouwputten
- Waterdichte verbinding dak en diepwand
- Effect van rheologie (vloeibaarheid) beton op de kwaliteit van de betondekking
- Lekkages van voegen in relatie tot keuze voegprofielen en vervormingen
- Belang micro- en macrostabiliteit gedurende het gehele proces; speciaal aandachtspunt in zandlagen
- ...

Te verwachten:

- Nieuwe versie Handboek Diepwanden CUR 231; eind 2017 / begin 2018
- Vernieuwde PAO Cursus Diepwanden: 27 en 28 maart 2018

Dank voor uw aandacht!