

Ontwerpcase diepwand en schematisering van betonnen elementen in EEM

26 februari 2019

POV

MACRO
STABILITEIT



Ontwerpcase diepwand

Onderwerpen

- Mogelijkheden modelleren beton in Plaxis
- Opzet berekening case diepwand
- Vervormingen “toets op maat”
- Conclusie



Ontwerpcase diepwand

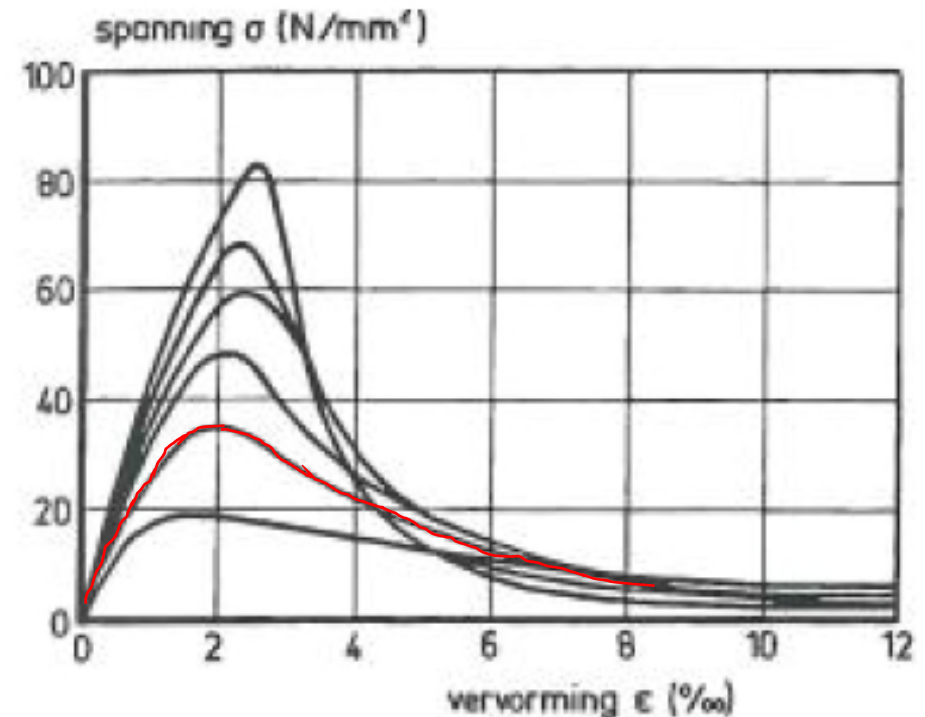
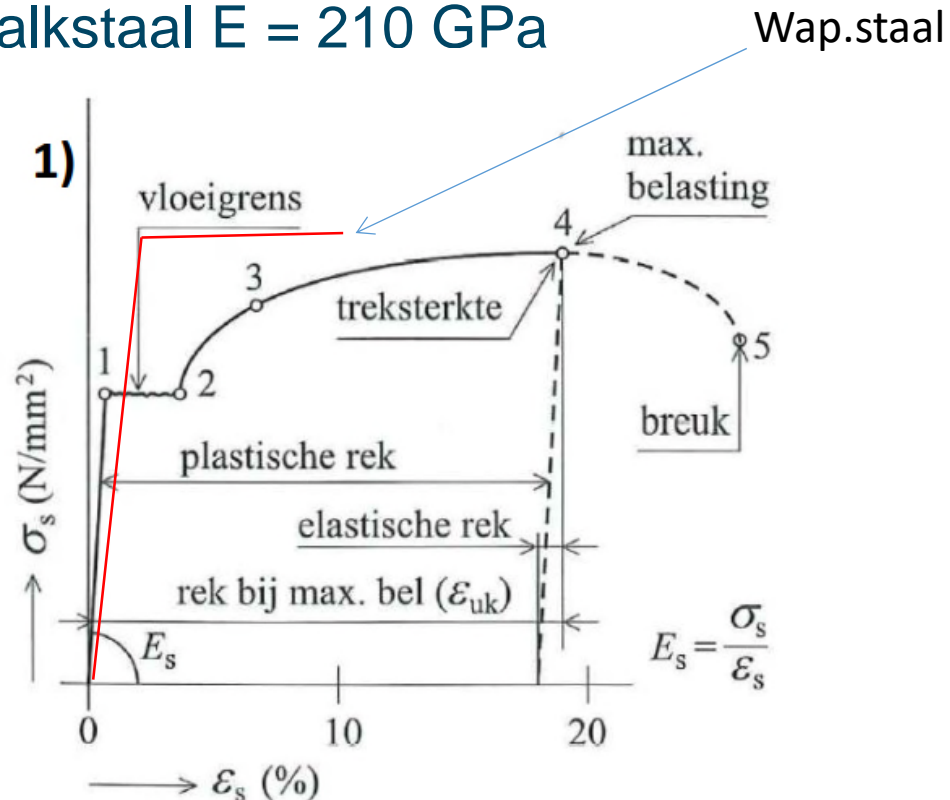
Gedrag beton vs staal

Staal (balkstaal)

- Lineair elastisch tot vloeien
- Wapeningsstaal $E = 200$ GPa
- Balkstaal $E = 210$ GPa

Beton

- Elasticiteit afhankelijk van rek ϵ
- E_{beton} als functie van de sterkteklasse
- hogere betonkwaliteit \rightarrow steeds brosser

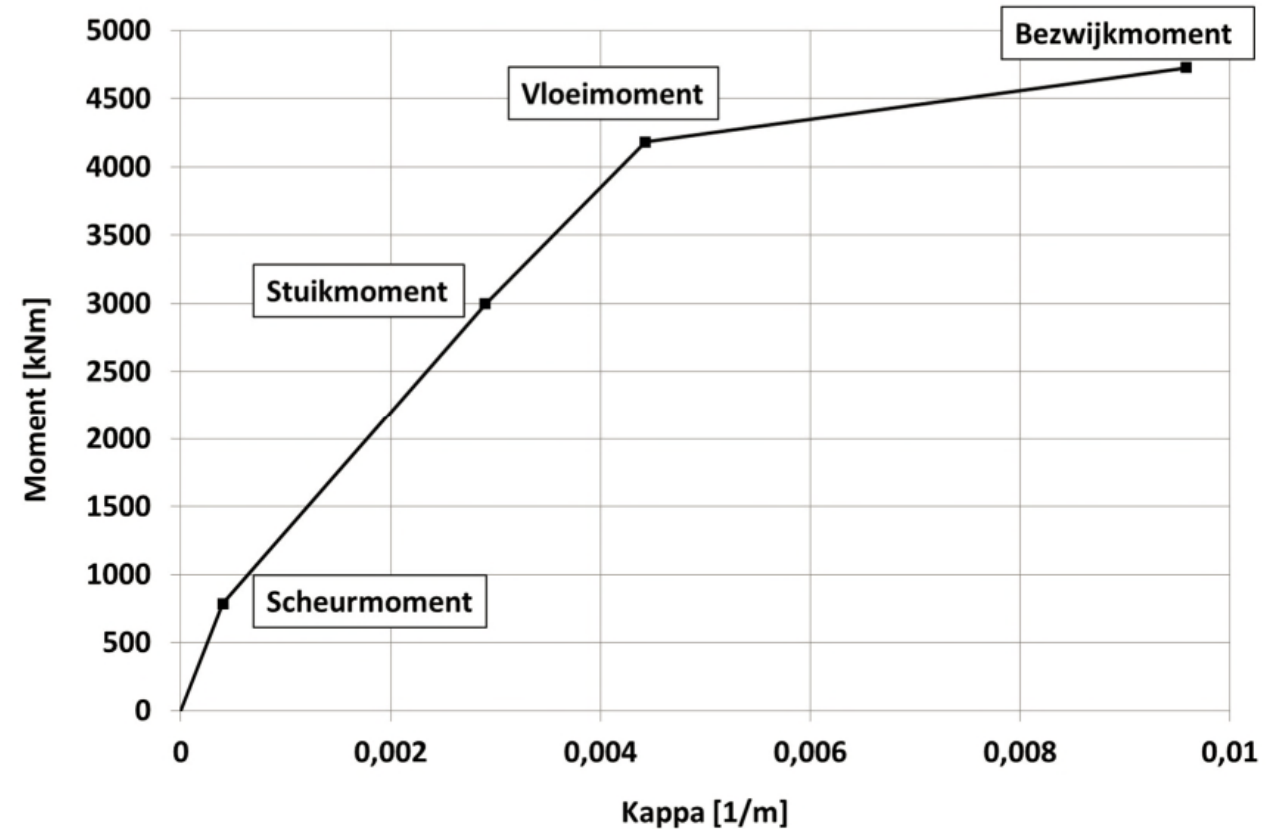


Ontwerpcase diepwand

Gedrag gewapend beton

M-(N)- κ diagram

Normaalkracht bij diepwand/palenwand
doorgaans gunstig voor
momentcapaciteit



Ontwerpcase diepwand

Modelleren beton in Plaxis

- Lineair elastisch 'plate' element
 - Eenvoudig
 - OZWC (vergelijkbaar met OSPW): $E = 20 \text{ GPa} \approx$ ongescheurde stijfheid
- Elasto-plastisch 'plate' element
 - Meerdere materiaalsets – ongescheurd vs gescheurd ($E_{\text{gescheurd}} \approx 1/3 E_{\text{ongescheurd}}$)
 - Handmatig aanpassen over hoogte waar scheurmoment overschreden is
 - Iteratief proces
- 'Plate' element met M- κ -diagram
 - Reële weergave gedrag gewapend beton
 - Input van constructeur nodig
 - Controle van resultaten nog lastig
 - Afhankelijk van hoeveelheid wapening → diepwand meerdere wapeningsbedden = meerdere diagrammen



Ontwerpcase diepwand

Modelleren beton in Plaxis

- Volume element met 'plate' element
 - Lineair elastisch materiaalmodel voor beton met 'dummy plate' in hart volume element met 1/1000 stijfheid
 - Gebruikelijke werkwijze
 - Gescheurd / ongescheurd rekenen in principe ook mogelijk
- Concrete model
 - Materiaal model voor (verhardend) beton; wapening apart modelleren als 'plate'
 - Goede interactie tussen niet-lineair gedrag van beton en grond
 - Complexe parameterbepaling – als geotechnieut bovengemiddeld constructieve kennis benodigd
 - Niet aanbevolen, veel zaken nog onzeker zoals dwarskrachtwapening, combinatiespanningen bijvoorbeeld t.p.v. momenten maxima i.c.m. dwarskracht.

Ontwerpcase diepwand

Modelleren beton in Plaxis

- Beste methode voor modelleren “betonconstructies in dijken” is nog witte-vlek
 - Op zich niet nieuw, maar.....
 - Kruip, veroudering, partiële factoren
 - Switchen van M- κ -diagram bij constructieve toets
 - Uitvoeringonzekerheden nu dubbel verwerkt: in belasting-effectfactor en aan toetsende zijde?
 - Ontwerpfilosofie betonconstructies in dijken vs Eurocode
- Onderzoek in POV-M 2.0?
- Voor nu: met bestaande kennis handelen in de geest van PPE/PPL

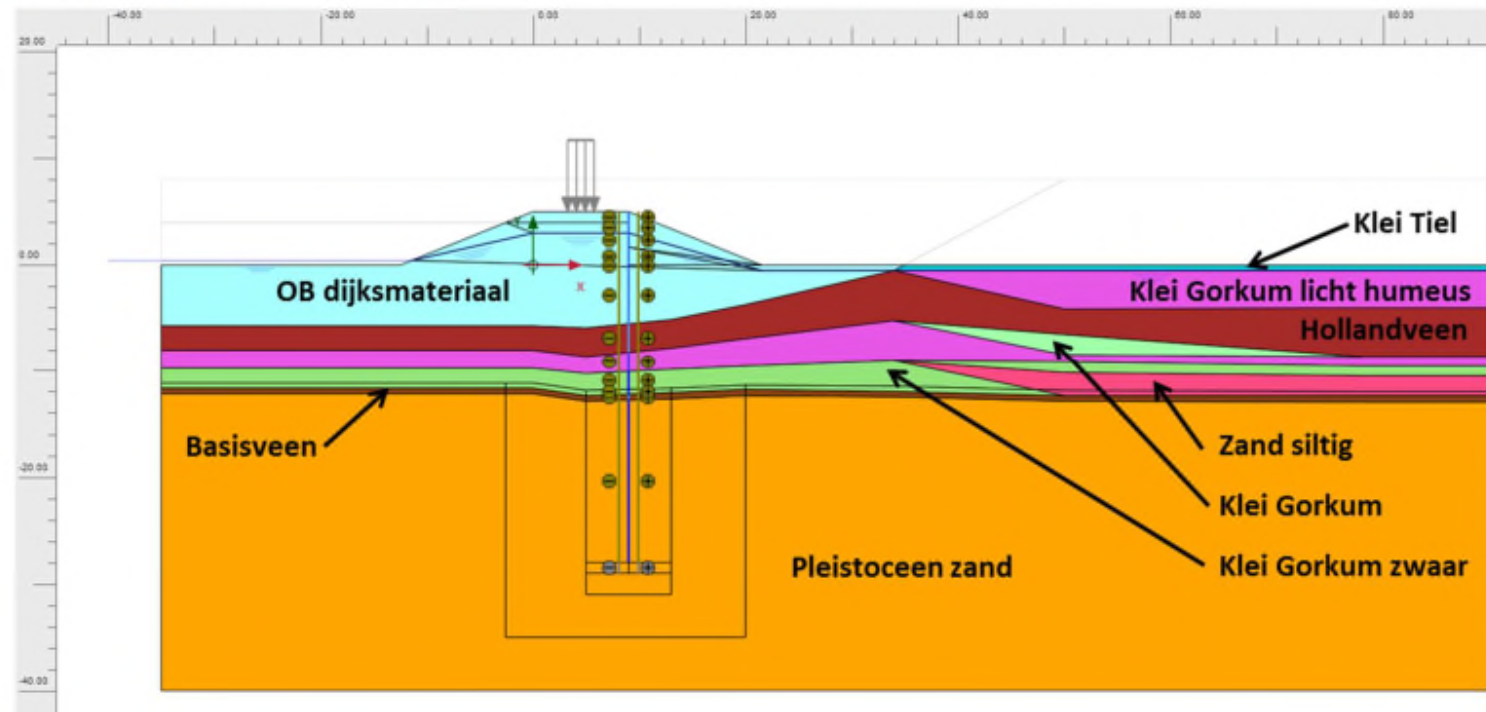


Ontwerpcase diepwand

Voorbeeld berekening

- Opzet berekening vergelijkbaar met verankerde damwand
- Vereenvoudiging tot één ULS M- κ -diagram

Overzicht eigenschappen onverankerde wand	
Opdrijven/opbarsten?	Ja
Restprofiel?	Ja
Openingspercentage diepwand [%]	0
Locatie wand	Binnenkruinlijn
Type wand	Betonnen diepwand
Dikte diepwand [m]	1,0
Lengte diepwand [m]	33-28 (er worden variaties uitgevoerd)
Onderkant diepwand [m+NAP]	-28,0 tot -23,0
Lengte diepwand in zand [m]	15,2 tot 10,2



Ontwerpcase diepwand

Voorbeeld berekening

Resultaten snedekrachten:

- lijkt toch flinke toename moment (+50%) t.o.v. KIS / (BAS)
- Ondergrens normaalkracht
- Vervorming zoals verwacht te groot → toets op maat
- Factor UGT/BGT nu veel kleiner → scheurwijdte toets gaat mogelijk maatgevend worden → kleinere staafafstand bij diepwand vs. doorstroombaarheid beton!

Tabel 8.8 Resultaten PLAXIS analyse

	PLAXIS resultaten	Rekenwaarde incl. belastingeffectfactor en schematiseringsfactor
Maximale berekend buigende moment (UGT) [kNm/m']	-3918	$3918 * 1,0 * 1,12 = 4388$
Maximale berekende dwarskracht (UGT) [kNm/m']	-470	$470 * 1,0 * 1,12 = 526$
Maximale berekende normaalkracht (UGT) [kNm/m']	-251**)	$282 / (1,0 * 1,12) = 251^*$
Maximale berekende uitbuiging (karakteristieke grondsterkte) [m]	0,3	$0,3 * 1,3 = 0,39$

*) Omdat de normaalkracht gunstig werkt in betonconstructies wordt deze gedeeld door de belastingeffectfactor en schematiseringsfactor

***) de normaalkracht in de fase van de constructieve toets is kleiner dan in de fase met de bodemdaling. Dit wordt onder meer veroorzaakt door het feit dat de bodemlagen door de hoogwaterbelasting een verplaatsing omhoog ondergaan (het effectieve gewicht van de lagen neemt af).



Ontwerpcase diepwand

Voorbeeld berekening

Variatie stijfheid ondergrond

- Hoog rep. waarde Pleistoceen zand
- Laag rep. waarde Holocene lagen

Nauwkeurigheidscontroles

Tabel 8.12 Resultaten PLAXIS analyse

	PLAXIS resultaten	Rekenwaarde incl. belastingeffectfactor en schematiseringsfactor
Teendiepte -28 m NAP		
Maximale buigend moment (UGT) [kNm/m']	3992	$3992 \cdot 1,0 \cdot 1,12 = 4790$
Maximale uitbuiging (karakteristieke grondsterkte) [m]	0,29	$0,29 \cdot 1,3 = 0,38$
Teendiepte -23 m NAP		
Maximale buigend moment (UGT) [kNm/m']	3749	$3749 \cdot 1,0 \cdot 1,12 = 4499$
Maximale uitbuiging (karakteristieke grondsterkte) [m]	0,32	$0,32 \cdot 1,3 = 0,42$

Tabel 8.10 Nauwkeurigheidscontroles

	Maximale berekende buigende moment (UGT) [kNm/m']	Maximale berekende uitbuiging (karakteristieke grondsterkte) [m]
Medium mesh	-3918	0,30
Fine mesh	-3818	0,31
Tolerated error: 0,005	-4041	0,33

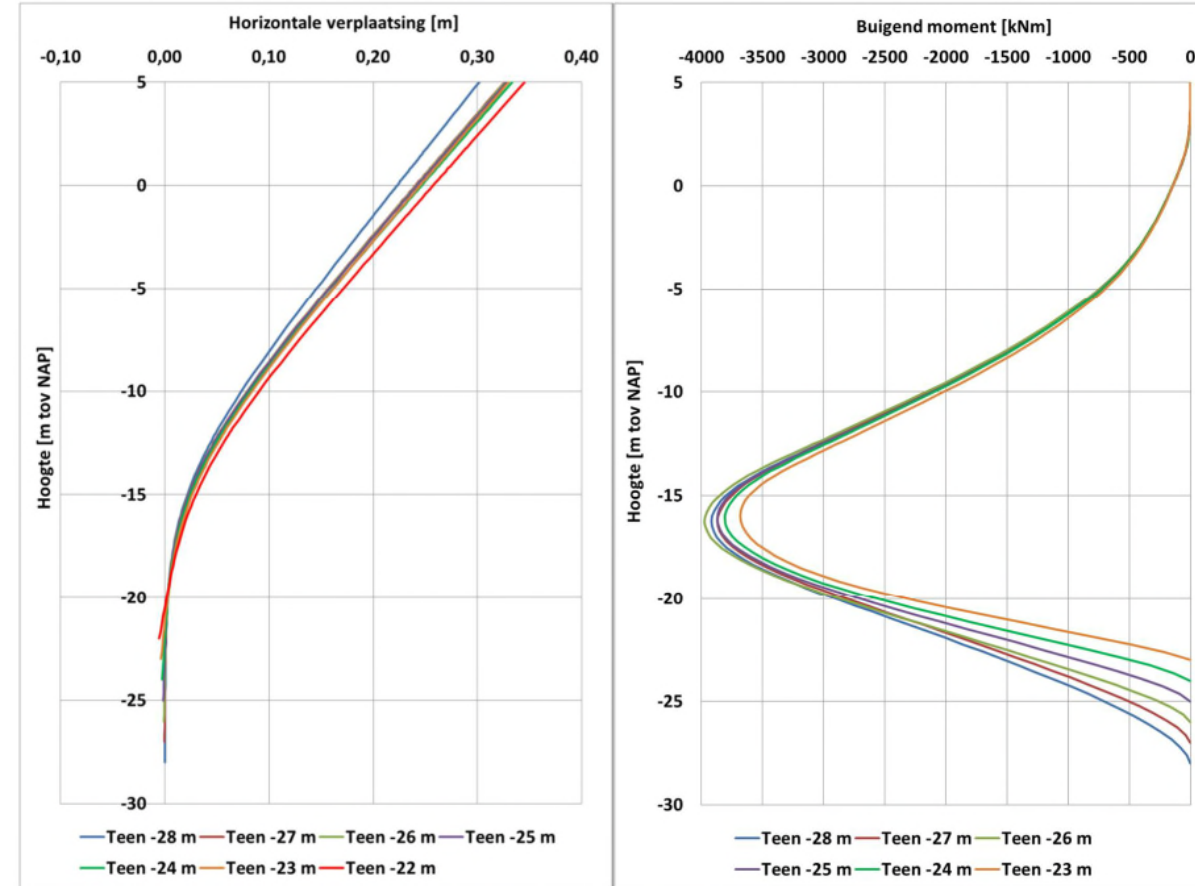
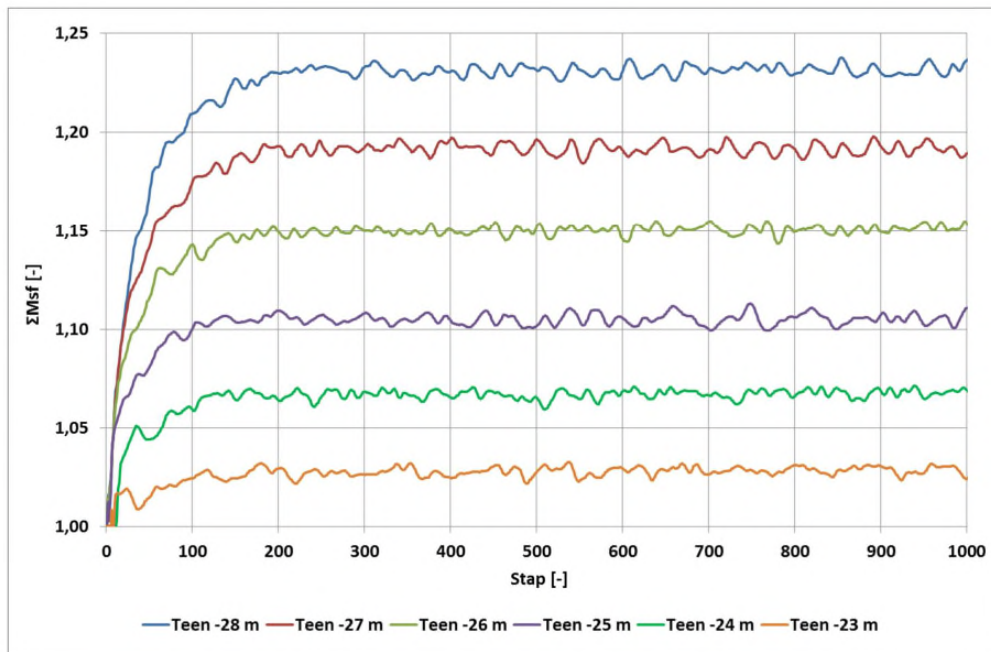


Ontwerpcase diepwand

Voorbeeld berekening

Resultaten 6 m variatie in teenniveau

- Volledig ingeklemd - kantelen
- Effect op moment < 10%
- Effect op vervorming $\approx 15\%$
- Effect op stabiliteit $1,23 \rightarrow 1,03$



Ontwerpcase diepwand

Vervorming “toets op maat”

- STBI + binnentalud
 - Reeds gerekend met restprofiel: precieze staat is onbekend, maar slecht
 - Overslagdebiet beperken tot 0,1 l/s/m → hoogte wand in planfase op afstemmen
- Hoogte constructie
 - Zettingsvrij bij meters in Pleistoceen zand
 - Door uitbuiging zeer minimale zakking → verwaarloosbaar
- Bekleding buitentalud
 - WBN reeds in dijk kern tot aan wand → infiltratie via scheuren verdisconteerd
 - Wand moet ook erosie buitentalud kunnen opnemen → scheuren in bekleding niet relevant
- Microstabiliteit
 - Restprofiel → niet relevant



Ontwerpcase diepwand

Vervorming “toets op maat”

- Piping - Heave
 - Door scheurvorming zou WBN dieper kunnen infiltreren
 - Toets op “heave” uitvoeren, conform § 4.7.4 van CUR166, deel 2
 - WBN als stijghoogte bovenkant Pleistoceen – rivierzijde
 - Kritiek verhang $< 0,5$ tot aan uittredepunt bij restprofiel
 - Bij voorbeeld verre van maatgevend
- Voorland
 - Geen effecten – te ver weg

Conclusie:

geen (grote) gevolgen uit “toets op maat” → geen beperking voor type I-constructies



Ontwerpcase diepwand

Conclusies

- Modelleren/berekenen betonconstructies niet nieuw, maar in dijkenwereld witte-vlek
- Onderwerp voor POV-M 2.0!
 - Ontwerpfilosofie betonconstructies in dijken vs Eurocode
 - Scheurwijdte toets gaat mogelijk maatgevend vs. Uitvoerbaarheid doorstroming beton
- Snedekrachten voor zelfstandig kerende diepwand lijken flink toe te nemen
 - Zowel ULS als SLS
 - Factor ULS/SLS wordt kleiner
- “toets op maat” voor te grote vervormingen nodig
 - Bij diepwand geen groot probleem
 - Dwingt ontwerper meer tot bewust omgaan met vervormingen → meerwaarde.

