

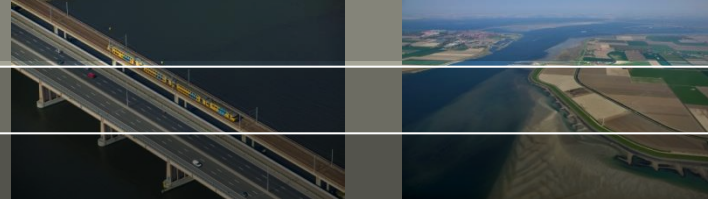


# Kennisdag damwanden

**Ontwikkeling (concept) Technisch Rapport Stabiliteitverhogende  
Langsconstructies**

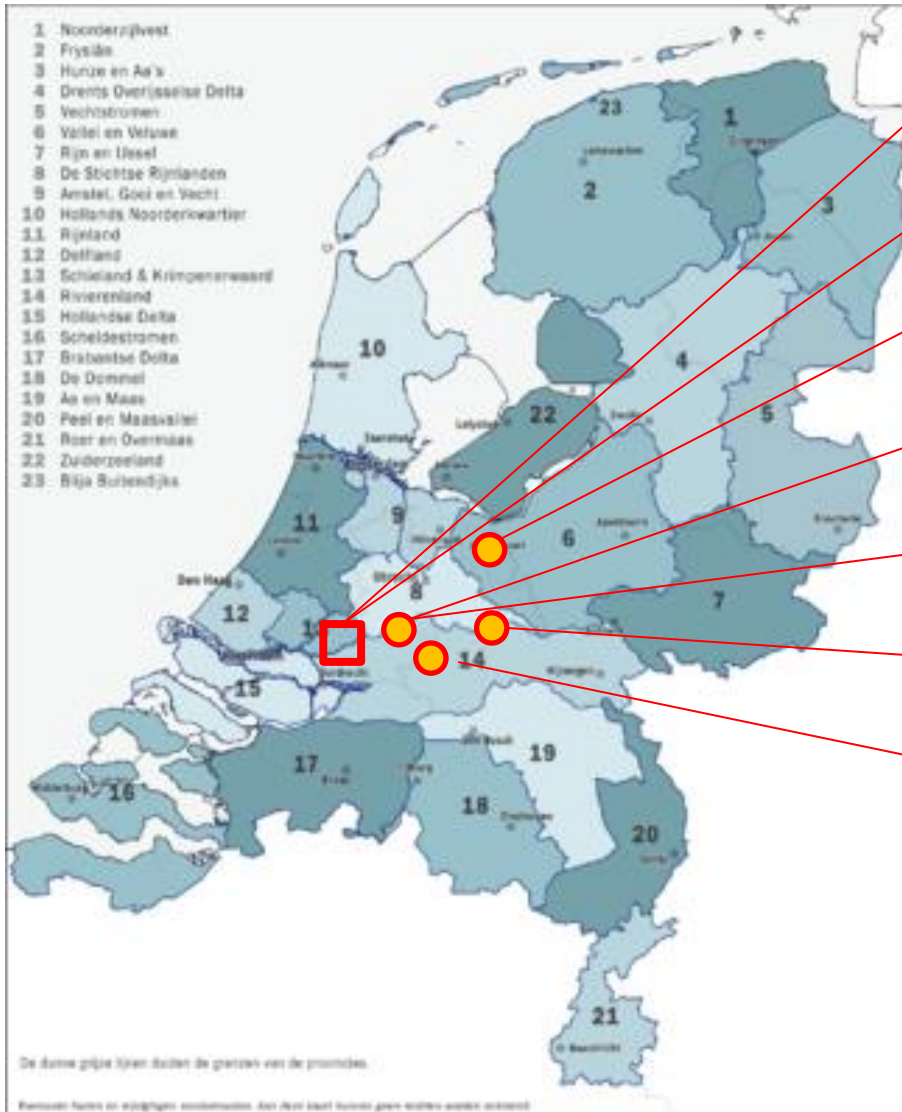
Helle Larsen

6 februari 2017



- Ontwerprichtlijn: Even terugblikken
- Veralgemeinering ontwerprichtlijn
- Technisch Rapport Stabiliteitverhogende langsconstructies in ontwikkeling
  - Afbakening opdracht
  - Inhoud
  - Ontwikkelingen binnen POV-M

# Van locatie-specifiek naar landsdekkend...



dv Nederlek

dv Krimpen (diepwand)

dv Grebbeliniedijk (damwand)

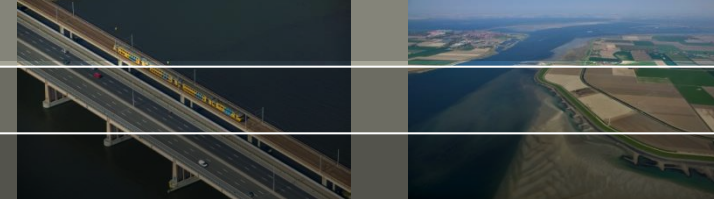
dv Kinderdijk-Schoonhovenseveer

dv Bergambacht-Schoonhoven

dv Hagestein-Opheusden

dv Diefdijk

# Even terugblikken



- Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen (verankerde damwanden) opgesteld in 2012/2013 t.b.v. KIS (UAV-gc contract)
- Advies ENW: toepassen in HWBP(-2) projecten en bij andere projecten afstemmen met HWBP.
- Addendum opgesteld in 2014 (verbeteringen op basis van gebruikerservaringen). Aspecten die extra onderzoek vragen zijn niet behandeld.

# Veralgemeinering ontwerprichtlijn 2016 (in opdracht van Rijkswaterstaat (wvl))



## Hoofddoel:

- geschikt voor het meesturen met aanbestedingsdocumenten

## Inhoudelijk:

- Opstellen voorlopige ontwerprichtlijn voor de stalen damwand
- Het veralgemeniseren richtlijn, invulling beschikbare kennis (uit HWBP-projecten (o.a. beïnvloeding openingen in damwanden, aanpak opbarsten achterland) en verduidelijken richtlijn
- Onderscheid generieke en specifieke aspecten (nu alleen invulling van de lange stalen damwand)
- Uitwerking generieke aanpak veiligheidsbenadering
- Decompositie van de faalkansruimte (hoe tot eisen onderdelen)
- Invulling additionele veiligheidsfactoren op snedekrachten
- Faalscenario's, voor alle
  - typen lange damwanden (dus ook onverankerd+buitendijks)
  - onderdelen van de waterkering (ook taluds boven/onder wand)

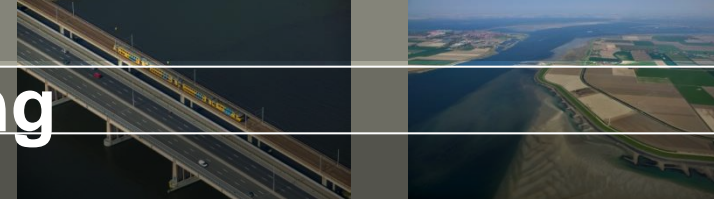


**Technisch Rapport Stabiliteitverhogende  
Langsconstructies in ontwikkeling (concept versie)**

An aerial photograph showing a coastal region. A large body of water is on the left, with a dike or embankment running along the shore. To the right of the dike, there are agricultural fields in various shades of green and brown. In the background, a town or village is visible. The sky is clear and blue.

# Afbakening Technisch Rapport

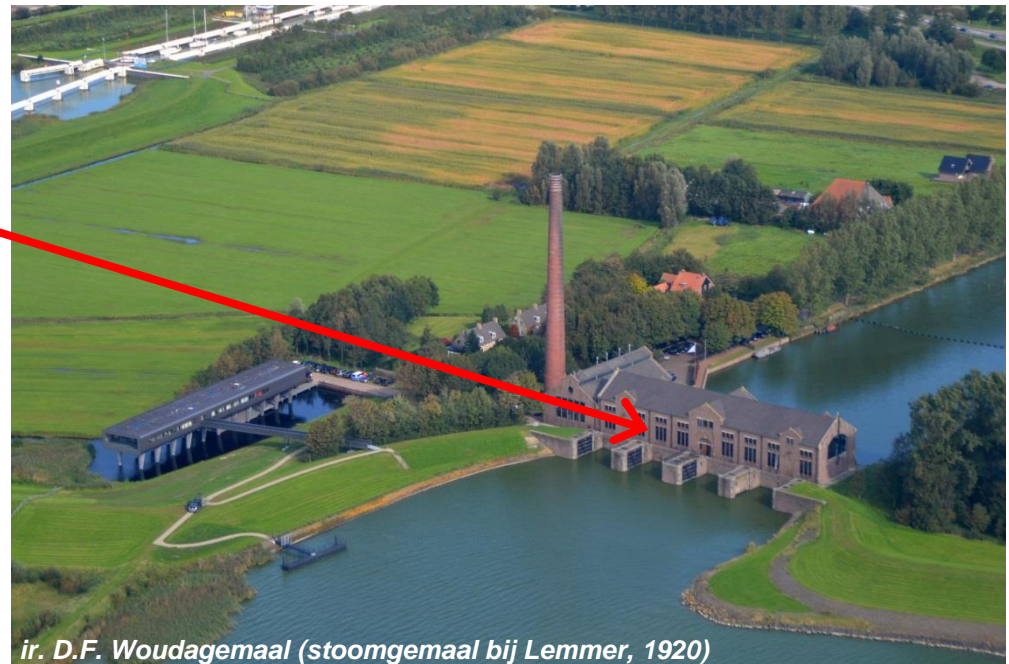
# Leidraden per type waterkering



*Damwanden Lekdijk Krimpenerwaard*

*Langsconstructie:  
ondergeschikte rol*

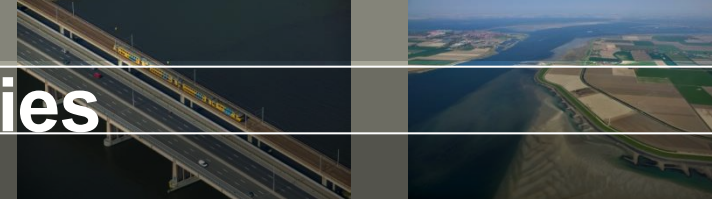
*Puntconstructie:  
dominante  
rol*



*ir. D.F. Woudagemaal (stoomgemaal bij Lemmer, 1920)*



# Waterkerende langsconstructies



in de grond ingebedde  
grondkeringen

Damwanden Lekdijk Krimpener



(grond)kerende  
gewichtconstructies

DWW zeedijk met Muralmuur (1974)



mobiële keringen

Technisch Rapport Stabiliteitverhogende Langsconstructies



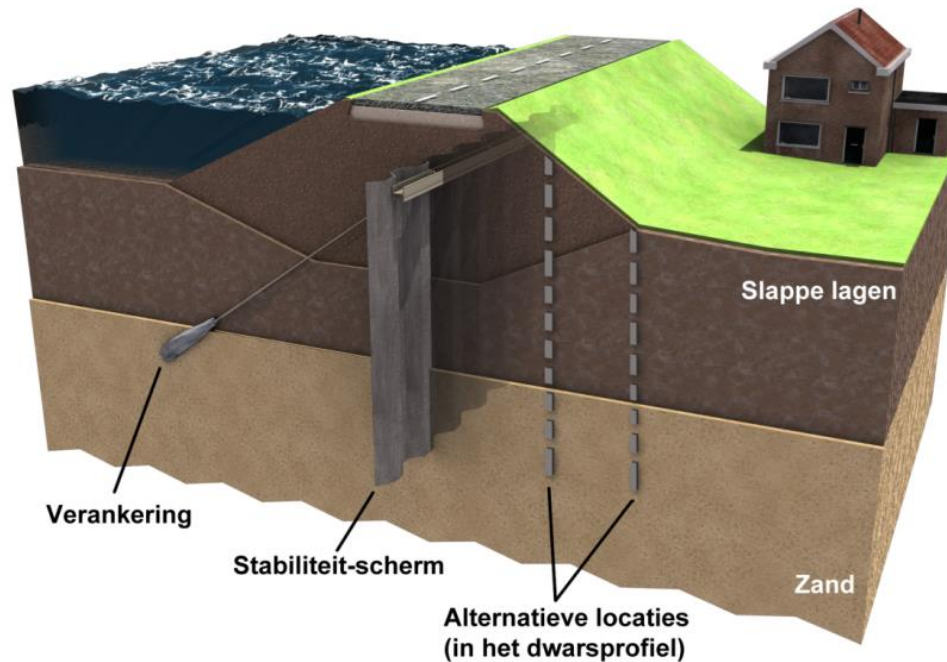
Ook in ontwikkeling binnen POV-M.  
TR Vernagelingstechnieken

vernagelingstechnieken

# Stabiliteit-verhogend, in de grond ingebed

Buitendijks

Binnendijks

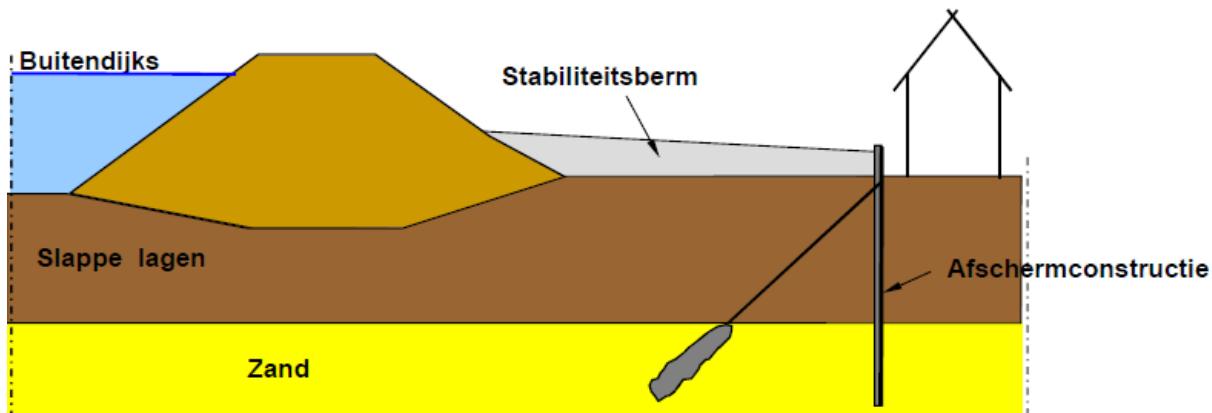


*Relatief dunne (on)gesteunde constructies waarin de buigweerstand een significante rol in de ondersteuning door de omringende grond speelt. Daardoor kan, naast de normaalkrachten en vooral buigende momenten in de constructie, de interactie tussen constructie en grond aan beide zijden van de ingebedde constructie een belangrijke bijdrage leveren aan de krachtsafdracht van de belasting naar de ondergrond. Het gewicht van de ingebedde constructie zelf is onbelangrijk.*

# Typen 'in de grond ingebedde' langsconstructies

3 typen in de grond ingebedde langsconstructies:

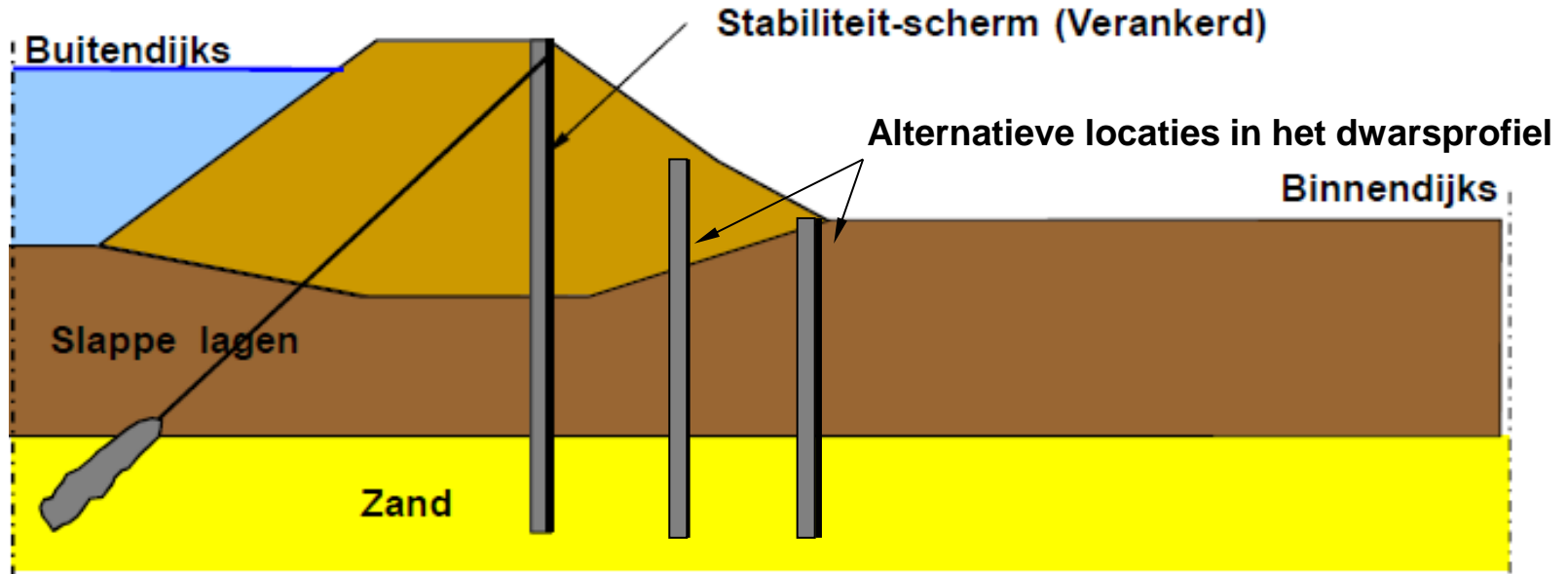
- Zelfstandige waterkering (kerende hoogte, sterkte en stabiliteit)
- Stabiliteitsfunctie (sterkte en stabiliteit)
- Functiescheidend scherm (geen direct waterkerende functie; sterkte en stabiliteit)
- Andere langsconstructies, zoals b.v. afschermconstructies worden niet behandeld (geen waterkerende functie)



An aerial photograph of a coastal delta region. A large, dark blue water body occupies the left side of the frame. A town with numerous buildings is situated on a peninsula in the upper left. The right side of the image shows a complex network of green dikes and canals enclosing various agricultural plots, some of which are brown (plowed) and others are green. The foreground shows a wide, sandy area with visible erosion patterns.

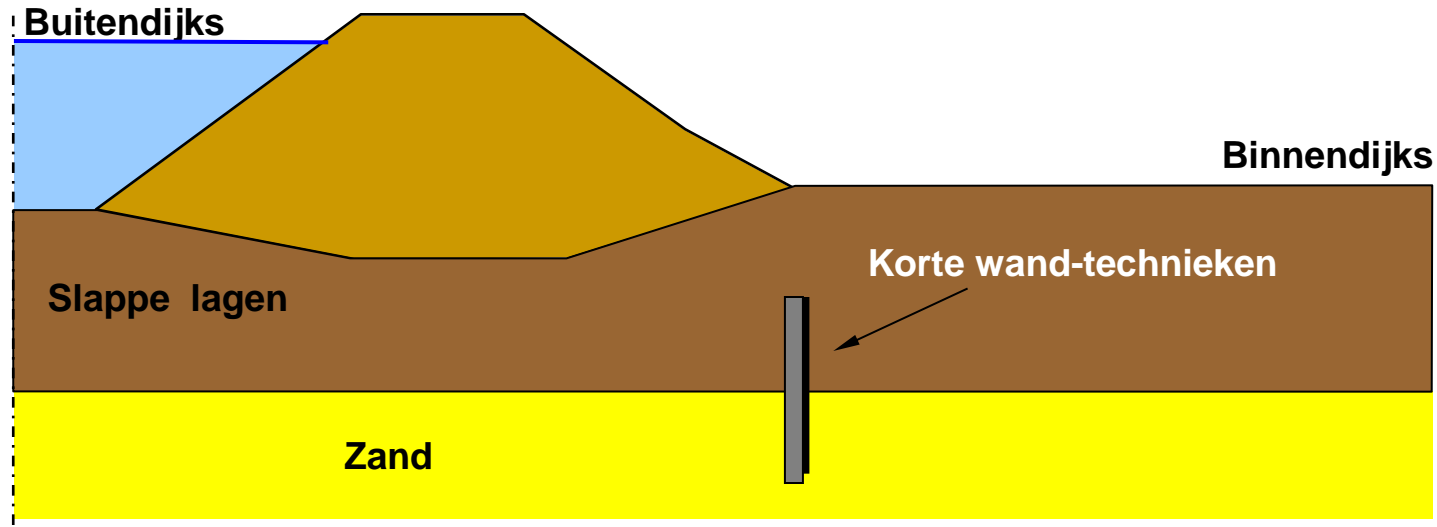
# Verschijningsvormen

# Verschijningsvormen stabiliteitsfunctie



- (on) verankerde damwanden (toegepast op diverse locaties)
- (on) verankerde palenwanden (toegepast bij DV KIS)

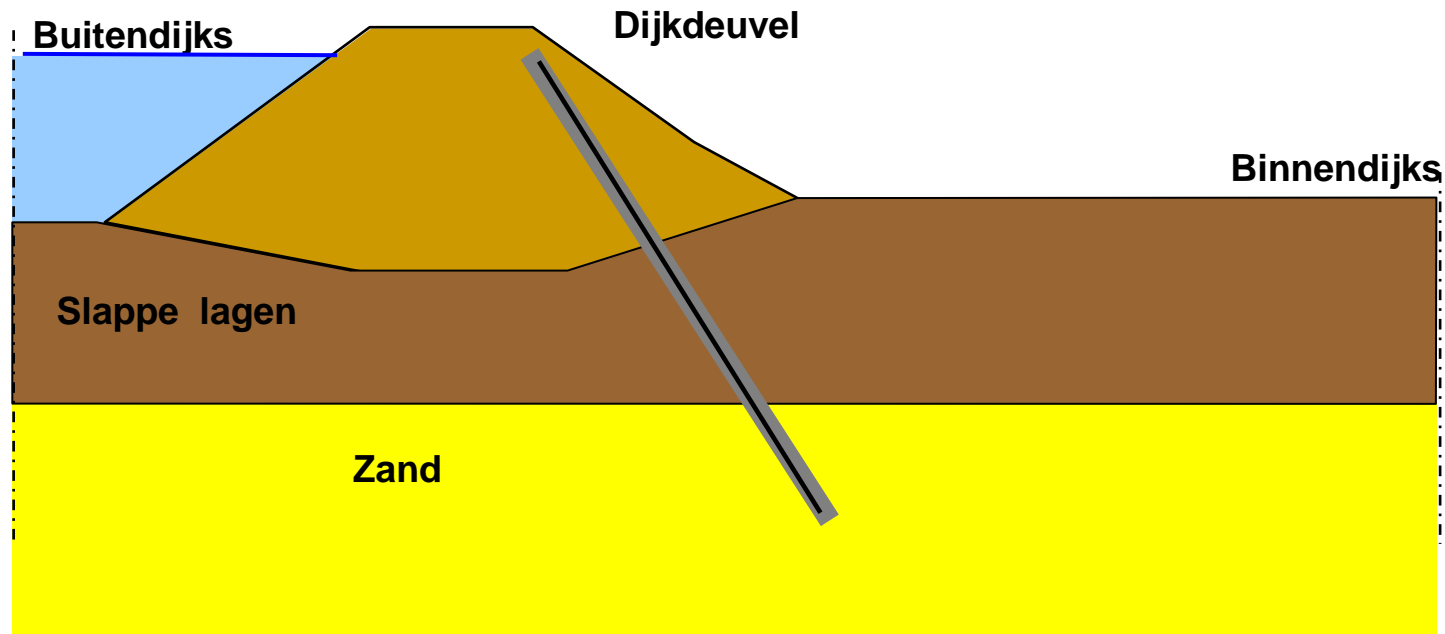
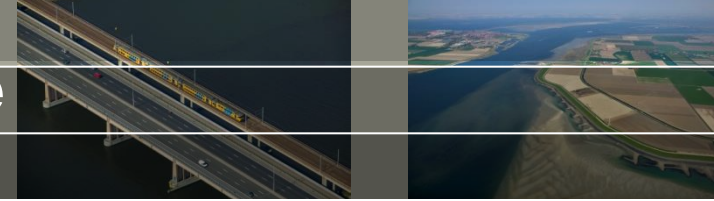
# Verschijningsvormen stabiliteitsfunctie



De korte wand-technieken kunnen bestaan uit:

- Damwanden
- Palenwanden
- .....

# Verschijningsvorm stabiliteitsfunctie

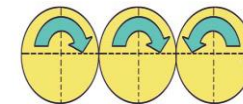
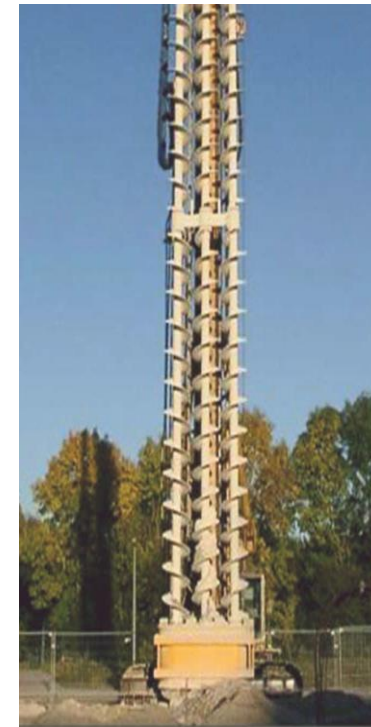
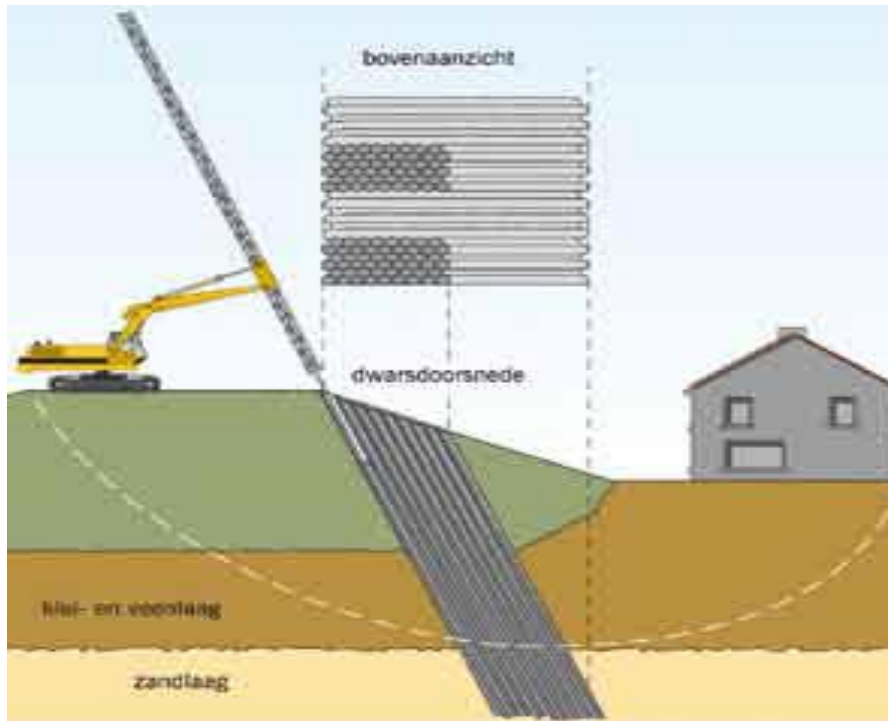


De dijkdeuvels zijn toegepast op twee locaties bij dijkversterking Hagenstein-Opheusden.

# Verschijningsvorm stabiliteitsfunctie

Mixed in place (grondverbetering)

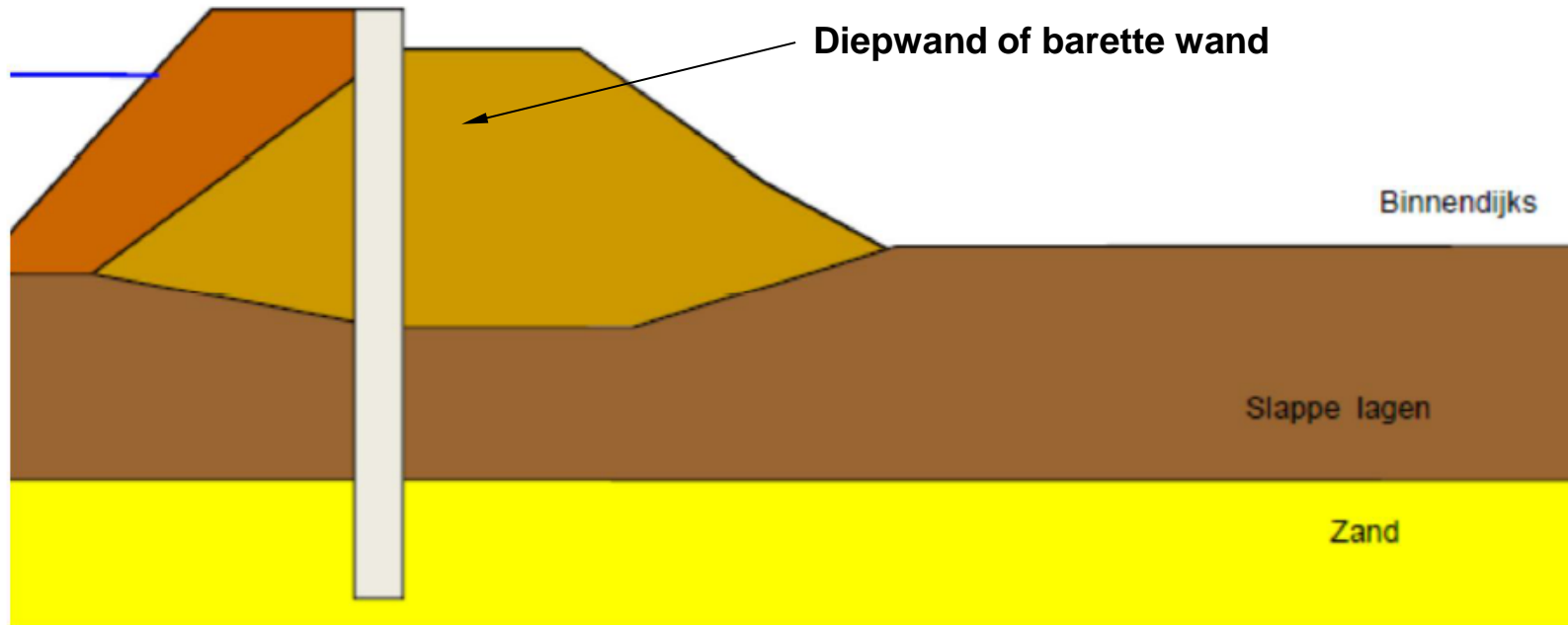
- Natte variant (grond wordt gemengd met een water-cementmengsel)
- Droge variant (cement wordt ingeblazen onder hoge luchtdruk)



Verschillende varianten voor het mengen (verticaal/horizontaal) beschikbaar



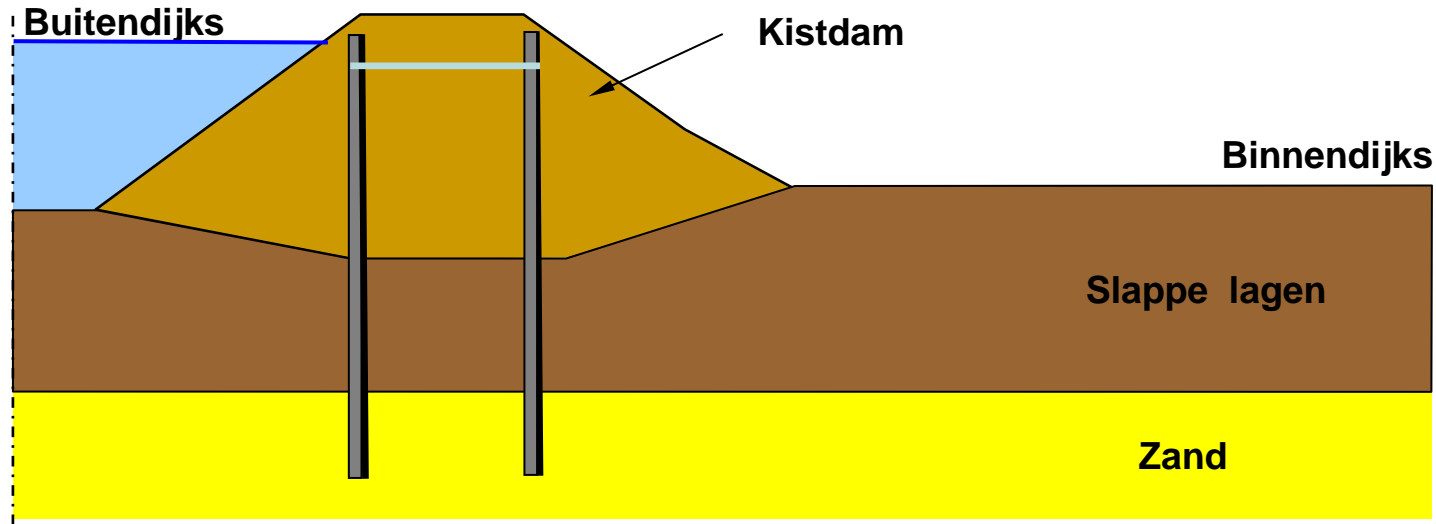
# Verschijningsvorm zelfstandige waterkering



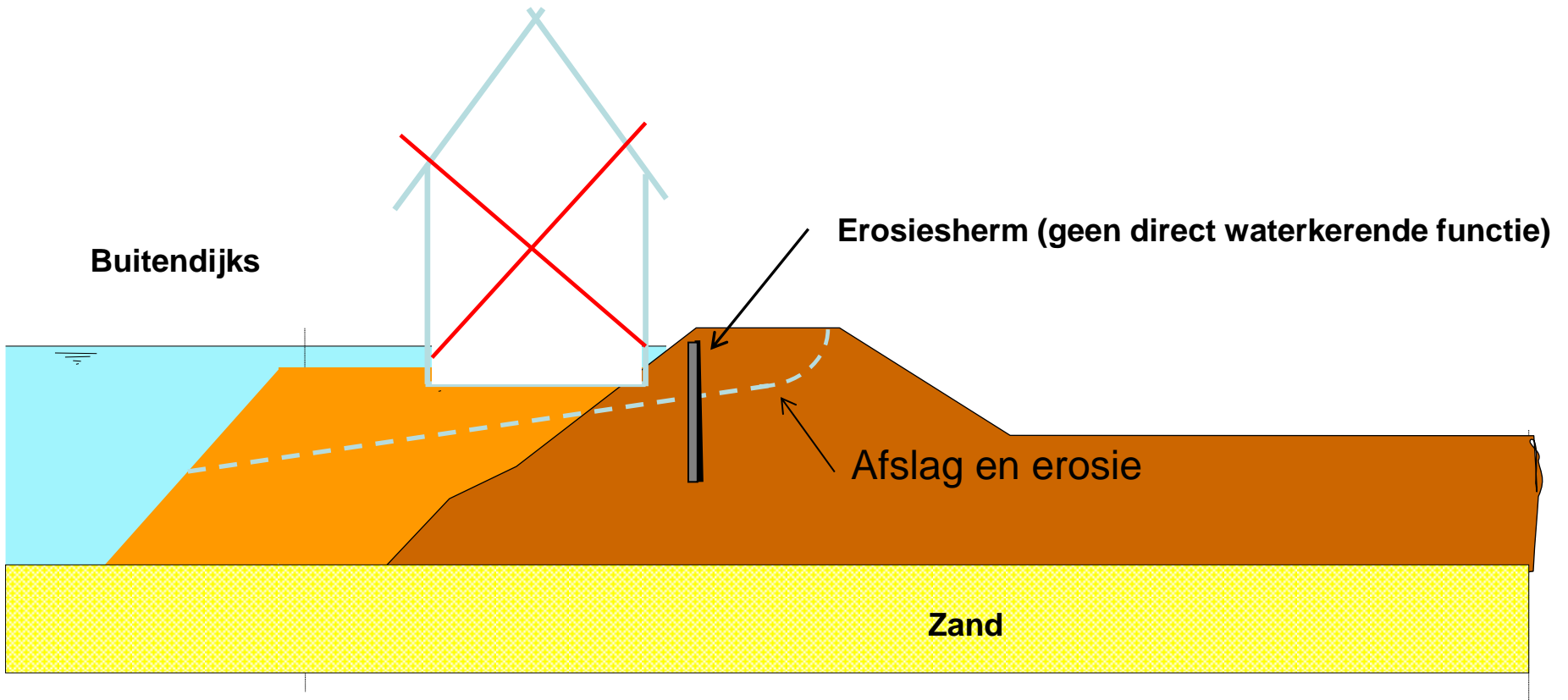
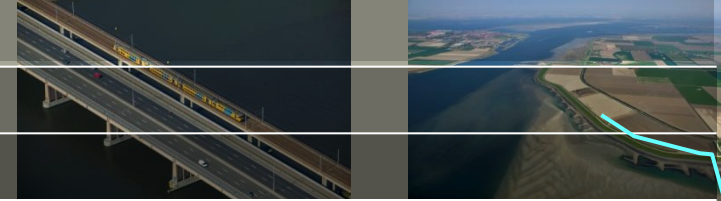
Figuur 5 Principeschets diepwand in waterkering

- Diepwand: betonnen wand met doorlopende panelen (continue)
- Barette wand: betonnen wand met openingen tussen de panelen (discontinue)

# Verschijningsvorm zelfstandige waterkering

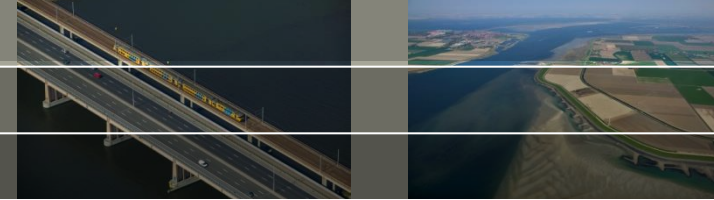


# Functiescheidend scherm



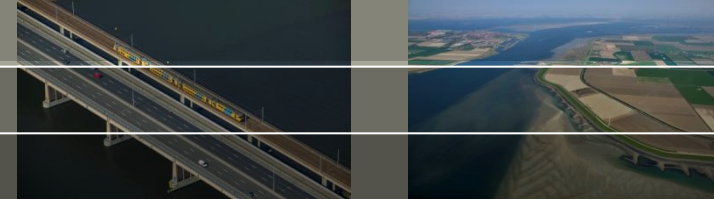
An aerial photograph showing a coastal polder structure. A prominent dike runs along the edge of the land, with a bridge crossing a waterway. The land is divided into various agricultural plots, some green and some brown. In the background, a town is visible near a larger body of water.

# Redeneerlijn structuur

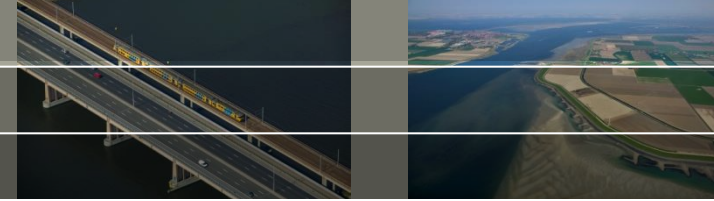


- Generieke aspecten stabiliteitverhogende langsconstructies
  - *Veiligheidsbenadering die van toepassing is bij het ontwerp van een stabiliteitverhogende langsconstructies*
    - *Definitie van faalmechanismen*
    - *Betrouwbaarheidseis op doorsnedeniveau en verdeling over potentiële faalmechanismen*
    - *Het op doorsnedeniveau vaststellen van partiële veiligheidsfactoren*
  - *Maatgevende belastingen en sterkten*
  - *Afdekken van onzekerheden*
  - *Rekenmodellen*
  - *Schematiseringshandleiding*
  - *Ontwerpmethodiek constructief ontwerp in EEM*
  - *Uitvoeringsaspecten realisatie (uitvoeringsstabiliteit, omgevingsbeïnvloeding en verificatie-eisen van de gerealiseerde sterkte*

# Redeneerlijnen structuur



- Specifieke aspecten per verschijningsvorm
  - *Beschrijving van de techniek*
  - *Veiligheidsbenadering bij het ontwerp van een specifiek stabiliteitverhogende langsconstructie*
    - *betrouwbaarheidseis op doorsnedeniveau en verdeling over potentiële faalmechanismen*
    - *het op doorsnedeniveau vaststellen van partiële veiligheidsfactoren*
  - *Beoordeling constructief ontwerp:*
    - *Grondmechanisch, geotechnisch en constructief falen*
    - *Vervormingen*
  - *Uitvoeringsaspecten realisatie (uitvoeringsstabiliteit, omgevingsbeïnvloeding en verificatie-eisen van de gerealiseerde sterkte*
  - *Uitvoeringsmethode*
  - *Toepasbaarheid van de techniek*
  - *Effecten op de omgeving*
  - *Aspecten met betrekking tot beheer en onderhoud*
  - *Aspecten met betrekking tot de veiligheidsbeoordeling*

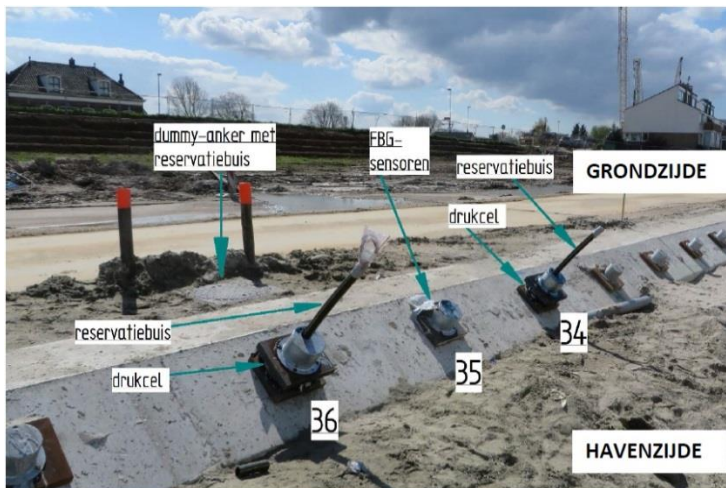


- Concept TR zal worden gebaseerd op:
  - Beschikbare kennis op gebied van stabiliteitsverhogende langsconstructies (gedraineerde sterkte-analyses)
  - Quick Wins uit POV-M

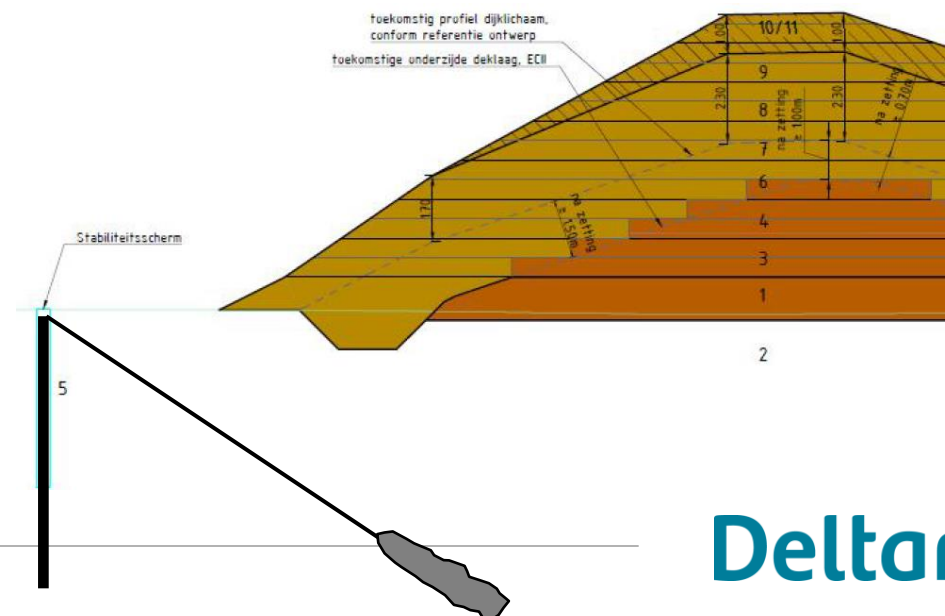
In definitieve versie (2018) zal kennisontwikkelingen uit POV-M worden verwerkt:

# Ontwikkelingen binnen POV-M (o.a.):

- Toepassing Critical State Soil Mechanics theorie en van ongedraineerde schuifsterkte voor klei en veen
- Kennisontwikkeling via full-scale bezwijkproef op een waterkering met een damwandconstructie
- Kennisontwikkeling via monitoring ankerkrachten bij jachthaven dijkversterking KIS



Figuur 2. Overzicht van de instrumentatie per anker (voor uitgraving aan de kant van de jachthaven).

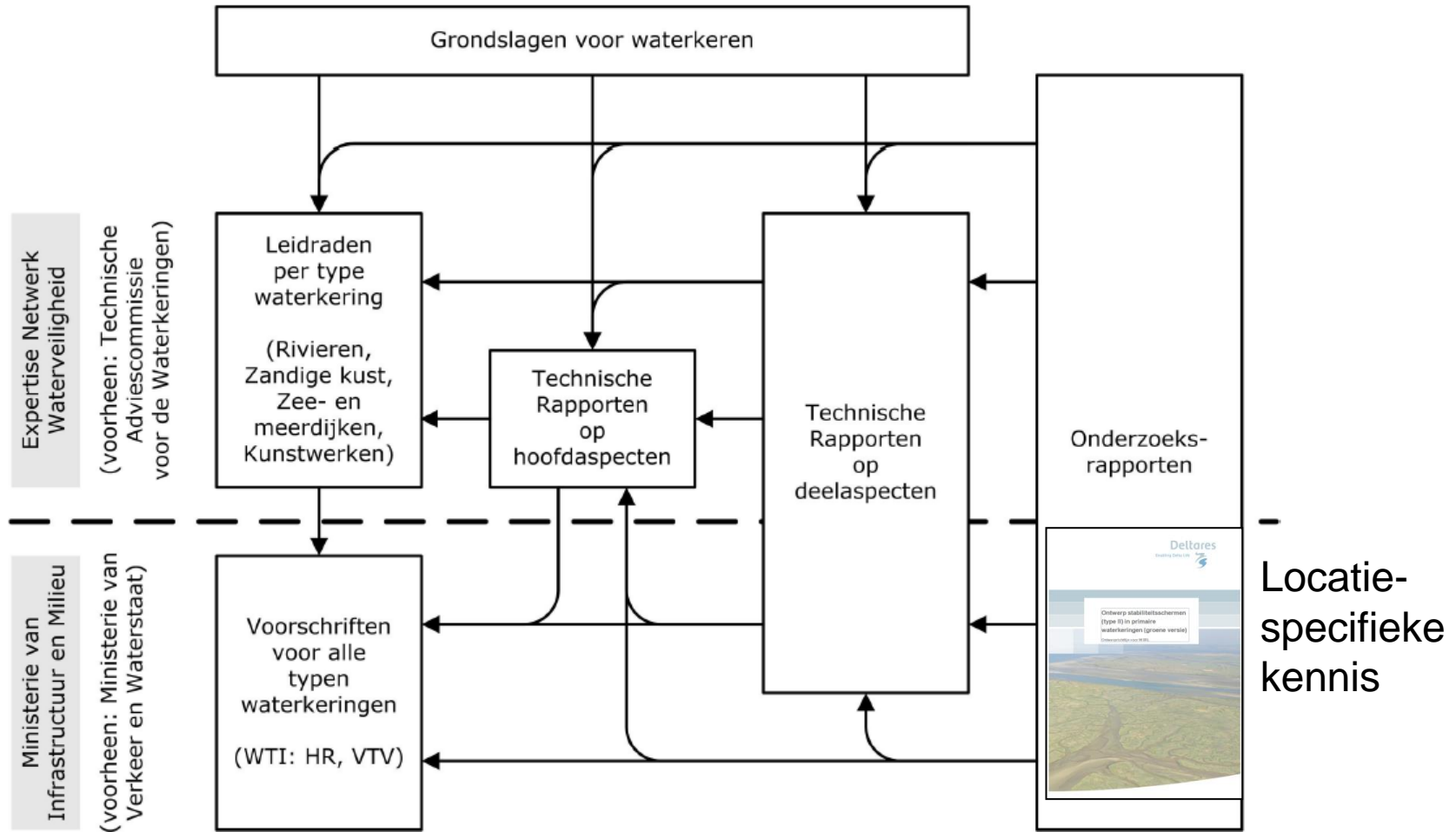




# Vragen



# Samenhang verschillende soorten publicaties



# Constructies in waterkeringen (regelgeving)

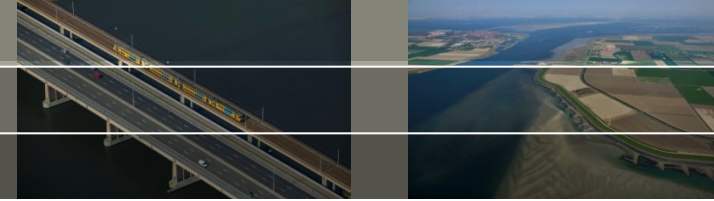


*Locatie-  
specifiek  
(damwanden)  
(rapport op deelaspect)*

*Generiek  
(Leidraad per type  
waterkring)*



# Referentiekader inhoud



- Kookboek Lange Damwanden (2003)
- TR Analyse dijken met Eindige Elementen Methode v1 (2010)
- Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen in dijken v1 (2013)
- Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen in dijken v2 (2014)
- TR Analyse dijken met Eindige Elementen Methode v2 (2015)
- Addendum Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen (2014)
- Ontwerpinstrumentarium 2015 v3 Langsconstructies

# Voorbeeld 1 – Systeembenadering (1)

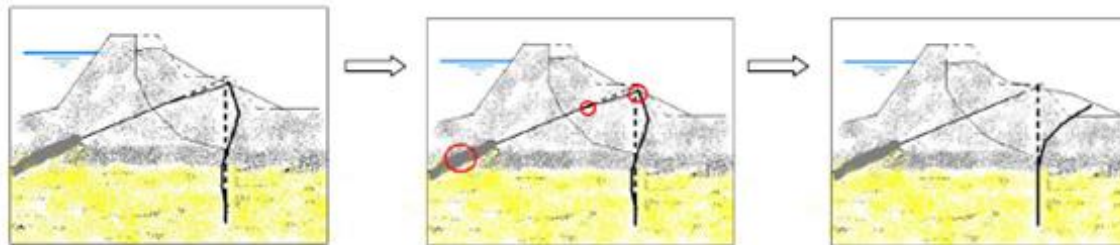


- §2.2.2 In de grond ingebedde langsconstructie (**definitie**)  
*“Relatief dunne wanden van staal, gewapend beton of hout, ondersteund door ankers, stempels en/of passieve gronddruk. De buigweerstand van dergelijke wanden speelt een significante rol in de ondersteuning van het materiaal, terwijl het gewicht van de ingebedde wand zelf onbelangrijk is.*

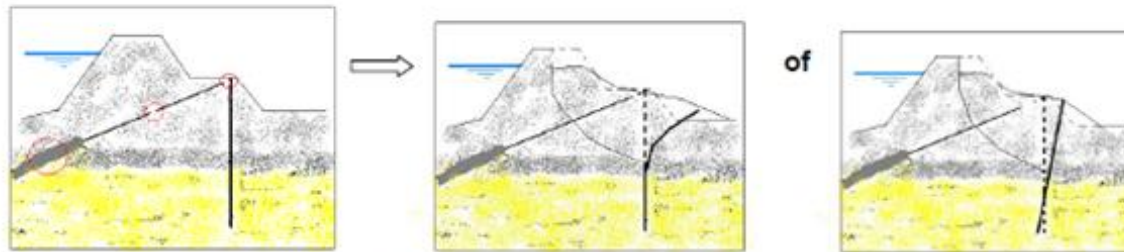
*Het vormt een hulpconstructies die in waterkeringen worden aangebracht om de weerstand van de grond dijk tegen het optreden van een faalmechanisme te vergroten.”*

# Voorbeeld 1 – Systembenadering (2)

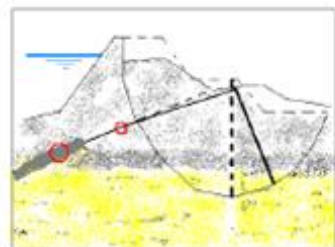
- In de grond ingebedde langsconstructie, stabiliteitsschermbenadering in de vorm van verankerde damwand (faalscenario's)



scenario "plastisch scharnier in damwand" + eventueel ankerbreuk



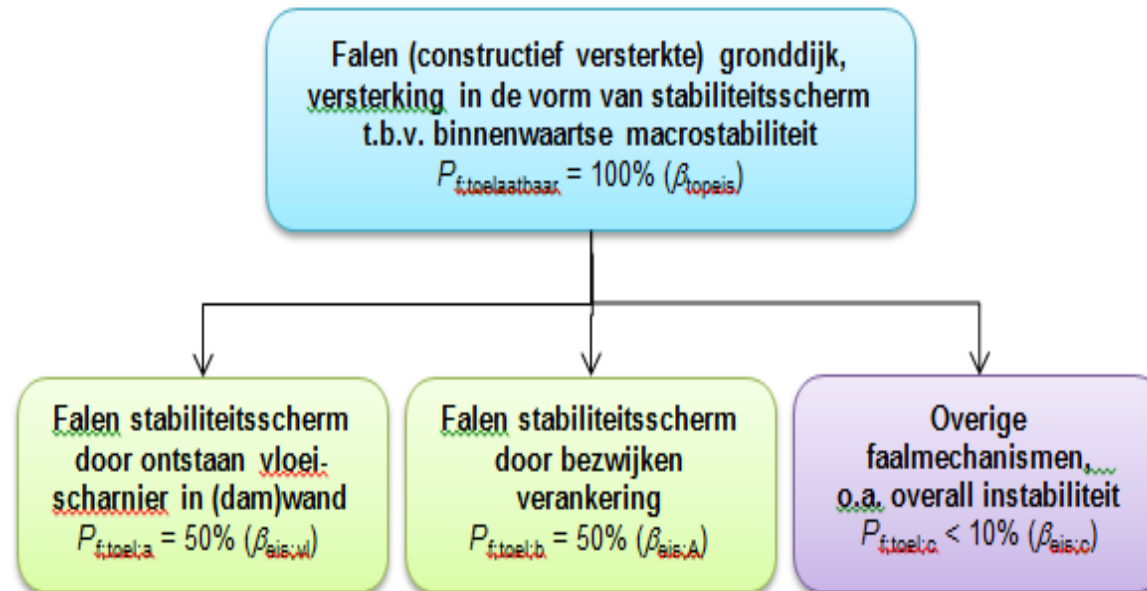
scenario "ankerbreuk" (ankerlichaam of ankerstaaf of bevestiging) of



scenario "overall instabiliteit"

# Voorbeeld 1 – Systeembenadering (3)

- (Decompositie faalkansverdeling verankerde stalen damwand)



Figuur: Mogelijke uitwerking van faalkansverdeling verankerd stabiliteitsscherm ontleend aan [BDK 2003]

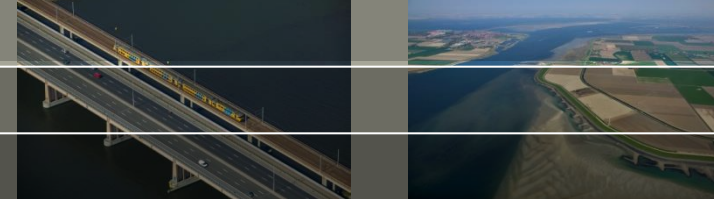
Hoofduitgangspunt voor de veiligheidsbenadering is dat de dijk met (hulp)constructie net zo veilig moet zijn als wanneer de dijk op klassieke wijze versterkt zou worden in grond. De constructief versterkte dijk gedraagt zich nog steeds als een gronddijk.



# Veralgemeenisering ontwerprichtlijn



# Veralgemeineren richtlijn



Veralgemeineren door het concretiseren van:

- Onderscheid in generieke en specifieke aspecten
- Decompositie van de faalkansruimte (hoe tot eisen onderdelen)
- Recept additionele factoren op snedekrachten
- Faalscenario's, voor alle
  - typen lange damwanden (dus ook onverankerd)
  - onderdelen van de waterkering (ook taluds boven/onder wand)
- Duidelijke criteria voor hoe om te gaan met openingen (2D/3D en invloed sterkte en stijfheid damwand)
- Aanpak bij opbarsten in EEM ( $c=\phi=0$  is niet mogelijk in EEM)
- Verduidelijking vervormingseisen (BGT/UGT)
- uitvoeringsaspecten (o.a. omgevingsbeïnvloeding)

# Ontwikkelingen binnen POV-M

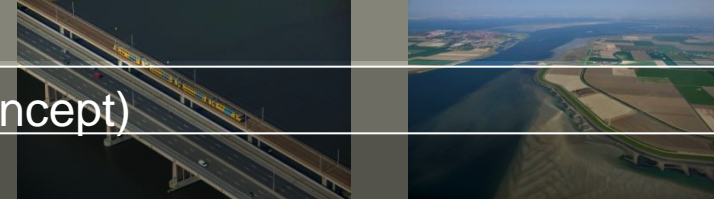
- Vervormingseisen bij langsconstructies (BGT/UGT)
- Ontwerpbenadering in EEM (rekenfasering)
- Ongedraineerd rekenen in EEM
- Invloed zakkende bodem op ankerkrachten
- Plasticiteit in staal

Hoe hiermee omgaan in de voorlopige versie?



# Technisch Rapport

## Stabiliteitverhogende Langsconstructies



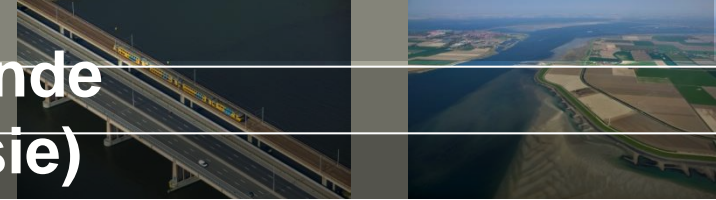
• *Betreft in de grond ingebedde langsconstructies: langsconstructies. Denk aan:*

- *Diepwand/barettewand*
- *Kistdam*
- *Palenwand*
- *Combiwand*
- *Dijkdeuvels*
- *Korte damwand*
- *Hybride achtige varianten*
- *Erosieschermen*

# Uitbreiding Leidraad Langsconstructies

- *Overige verschijningsvormen van de langsconstructies. Denk aan:*
  - *Diepwand/barettewand*
  - *Kistdam*
  - *Palenwand*
  - *Combiwand*
  - *Dijkdeuvels*
  - *Korte damwand*
  - *Hybride achtige varianten*
  - *Erosieschermen*
  - *.....*
- *Witte vlekken in de kennis*

# Ontwerprichtlijn Stabiliteitverhogende langconstructies (voorlopige versie)



- **Hoofddoel:**

Hoofddoel is dat dit deel van de Leidraad Langsconstructies zo wordt opgesteld dat een waterbeheerder het document met aanbestedingsdocumenten mee kan sturen om het ontwerp van damwanden met een goed gevoel over kan laten aan marktpartijen (aannemer, ingenieursbureau). De leidraad vormt daarom een soort stappenplan hoe men tot een goed ontwerp moet komen.

- **Inhoudelijk:**

De volgende inhoudelijke activiteiten zullen worden uitgevoerd:

- Het opstellen van een voorlopige leidraad voor stabiliteitsschermen in primaire waterkeringen waarbij het uitgangspunt is om uit te gaan van stalen damwanden die als type II constructies functioneren;
- Het veralgemeniseren (i.e. minder locatie-specifiek maken) van de bestaande OSPW, het invullen van beschikbare kennis en het verduidelijken van de richtlijn;
- Het eenduidig uitwerken van een generieke aanpak van de veiligheidsfilosofie zowel voor de aanpak gebaseerd op de overschrijdingsfrequentie (LR) als voor de aanpak op basis van de overstromingskansen (i.e. met volgens OI 2014 afgeleide eis op doorsnedeniveau) en het nader toelichten waarom bepaalde stappen worden gedaan. Hierbij zal tevens aandacht worden besteed aan het komen tot een passende verdeling van de beschikbare faalkansruimte, en het komen tot de vaststelling van de additionele veiligheidsfactoren.
- Het nader aangeven van welke kennisleemte(n) (witte vlekken) een optimalisatie in de ontwerpaanpak in de weg staat en het nader aangeven welke relevante kennisontwikkelingen o.a. binnen de POV Macrostabiliteit zijn voorzien. Deze activiteit is van belang om inzicht in het raamwerk op gebied van waterkerende langsconstructies in grond dijken te verkrijgen en geeft inzicht in welke sporen later behandeld moeten worden bij het uitbreiden van de leidraad.
- Het opleveren van een generieke structuur (inclusief voorstel voor eenduidig taalgebruik) van een toekomstige Leidraad Langsconstructies, waarbinnen de bovenstaande activiteiten specifiek gericht op damwanden op een eenduidige manier kunnen worden ontsloten. Hierbij kan worden aangesloten op lopende en afgeronde activiteiten binnen WTI 2017 en OI 2014.

# Aandachtspunten voor waterschappen

- Eisen DC-contractvorming
  - *Eenduidige uitgangspunten en randvoorwaarden opnemen in eisen*
  - *Eisen levering ontwerp (rapportagevorm, berekeningen) ontwerpende partij)*
  - *Eisen inbrengen damwanden (trillen, drukken, voorboren, fluideren)*
  - *Eisen omgevingsbeïnvloeding (trillingen, vervormingen)*
  - *Eisen beïnvloeding geohydrologische situatie (openingen)*
  - *Eisen uitvoeringsstabiliteit*
  - *.....*

