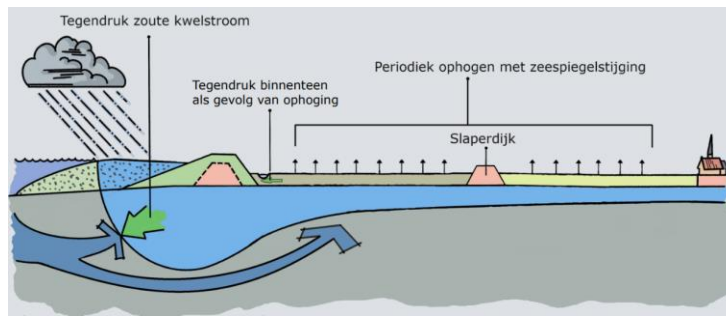
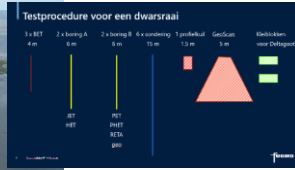


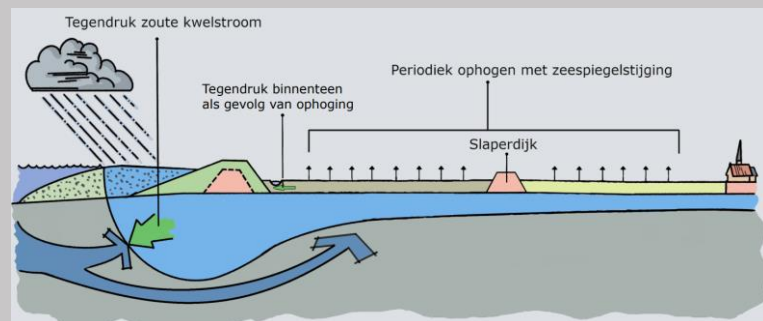


De Brede Groene Dijk in een breder perspectief

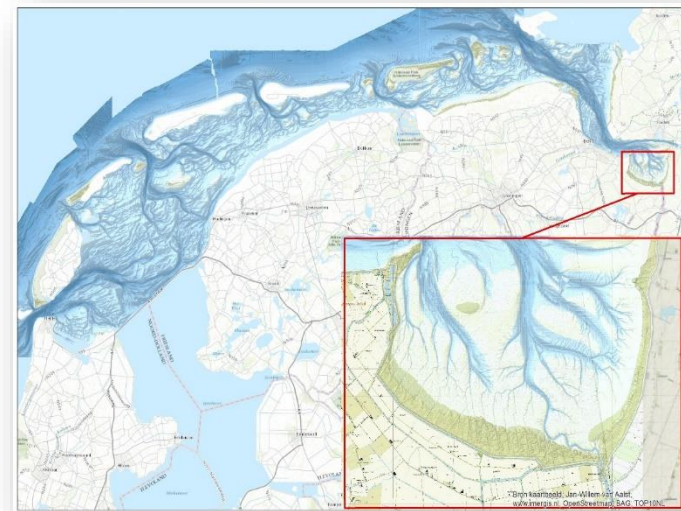
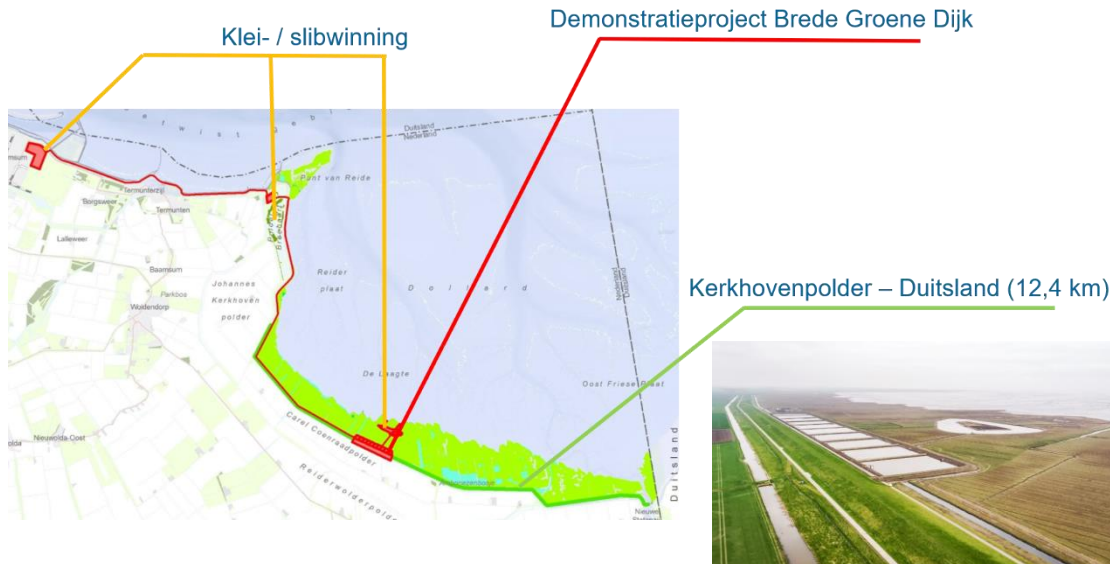
Marco Veendorp, adviseur waterveiligheid, Arcadis / waterschap Hunze en Aa's

Inhoud

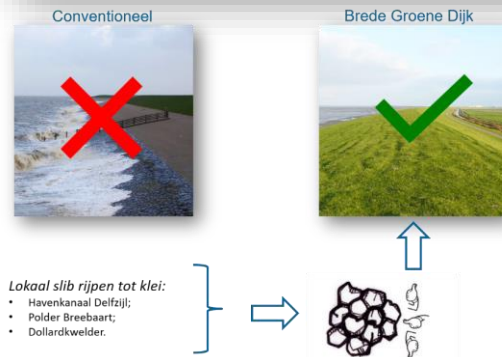
- Terugblik op de Brede Groene Dijk (BGD)
- Vervolg Onderzoek Erodeerbaarheid Klei (OEK)
- Kustvisie 2050 waterschap Hunze en Aa's



Terugblik op de Brede Groene Dijk



- (1) De Eems-Dollard moet schoner!
- (2) Onze oosterburen bouwen zeedijken van klei
- (3) Oog voor circulariteit, biodiversiteit, klimaatadaptatie
- (#) Wij combineren deze 3 met een Brede Groene Dijk



Fasering Brede Groene Dijk

Fase 1:
Klutenplas
2018

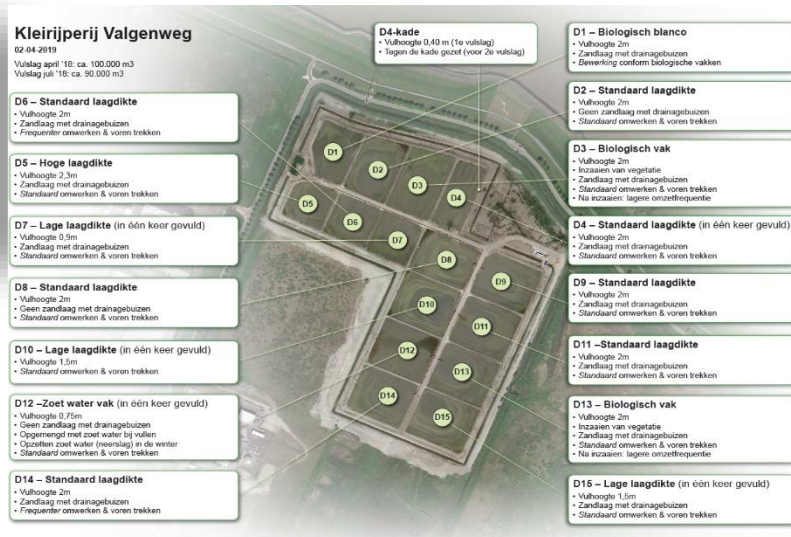


Fase 2:
Slibdepot
Rijpen klei
2018 - 2021



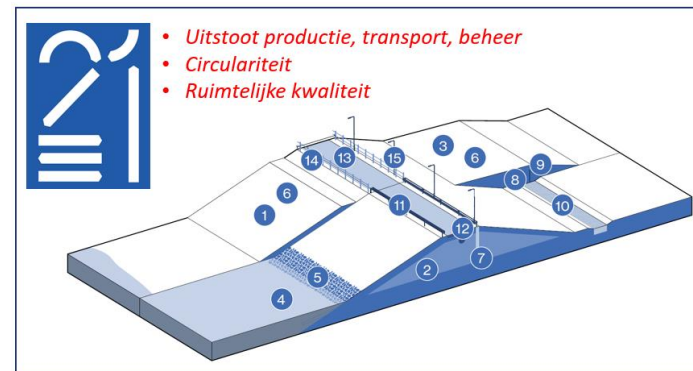
Fase 3:
Aanleg 1 km BGD
2019 - 2025

Fase 3a: Ontwerp fase kilometer dijk (2019 – 2022)
Fase 3b: Aanleggen kilometer dijk (2022)
Fase 3c: Monitoring aangelegde dijk (2022 – 2025)



Samenwerking met de POV dijkversterking met Gebiedseigen Grond

- Veel **discussies in projecten** over het kunnen/mogen benutten van 'afwijkende grond' (ENW).
- In buitenland is **grondgestuurd ontwerpen** normaal, maar vraagt en stimuleert meer vakmanschap
- Minder slepen met grond en een gebiedsgerichte aanpak dragen significant bij aan **duurzaamheid**.
- Periode 2018 - 2022
- Fase 1: Verkennen mogelijkheden
- Fase 2: Focus op techniek

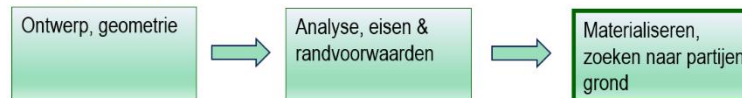


Grond als uitgangspunt i.p.v. sluitpost

normale praktijk UK, BE, FR



huidige praktijk NL



Waarom zijn we hier ooit mee gestopt?



Onderzoek Geschiktheid Deltaklei (OGD)

Toepasbaarheid en voorspelbaarheid

lokaal gewonnen bouw materiaal voor dijken



pov dijkversterking
met gebiedseigen grond



Waterschap
NOORDERZIJVEST



HWBP
voor sterke dijken



SWECO

adviesteam
dijkontwerp

ARCADIS

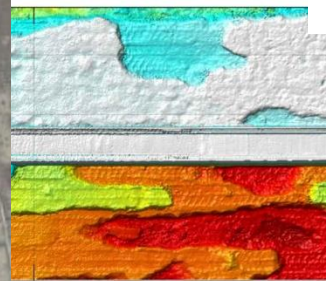
Deltares
Enabling Delta Life

EcoShape
building with nature



**TOPSECTOR
WATER**

Boskalis

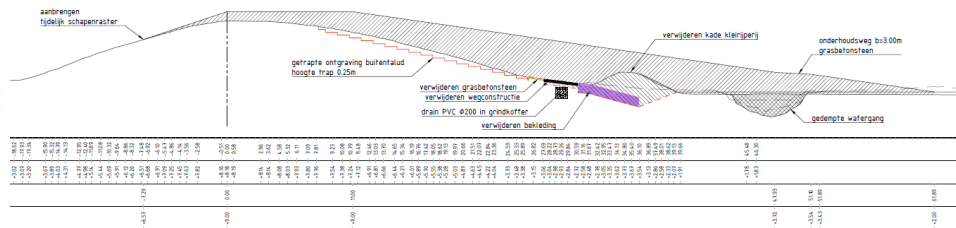
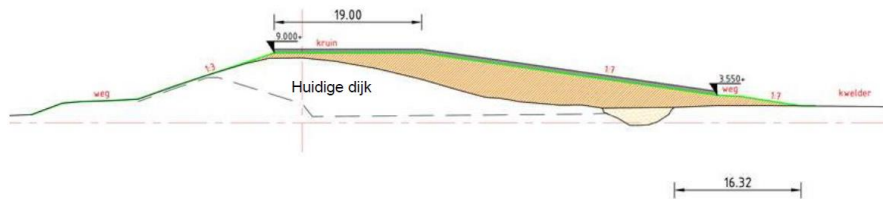


Afstand langs talud [m]

Erosie [m]



Ontwerptimalisatie Brede Groene Dijk



- Onderzoek leidt tot optimalisatie
- Nieuwe rekenmethodes leiden tot aanscherping
 - Benodigde kleidikte van 3,5 → **2,5 m** → 2,0 m?
 - Kruinbreedte naar 11 meter (i.p.v. 19 meter)
- Realisatie & Beheer: Zorgvuldige aanleg, beperkte laagdikte, uitgebreide monitoring tijdens én na aanleg!
- Vervolgonderzoek met nieuw basismengsel gras én kruidenrijke stroken + natuurlijke aansluiting op de kwelder

Lessons Learned Kleirijperij

- Van zout baggerslib kan geschikte dijenklei worden gemaakt
- Inzichten inbreng slib, rijpingsproces, effecten maatregelen, laagdikte om en komen tot een kostenefficiënt rijpingsproces





**Zorgvuldige
uitvoering BGD '22:**
Juist vochtgehalte,
goede verdichting,
intensieve
monitoring



Vervolgonderzoek Erodeerbaarheid Klei (OEK)

Innovatieprogramma HWBP 2022-2024

Waterschap NOORDERZIJLVEST

Deltares
Enabling Delta Life



FUGRO
ARCADIS

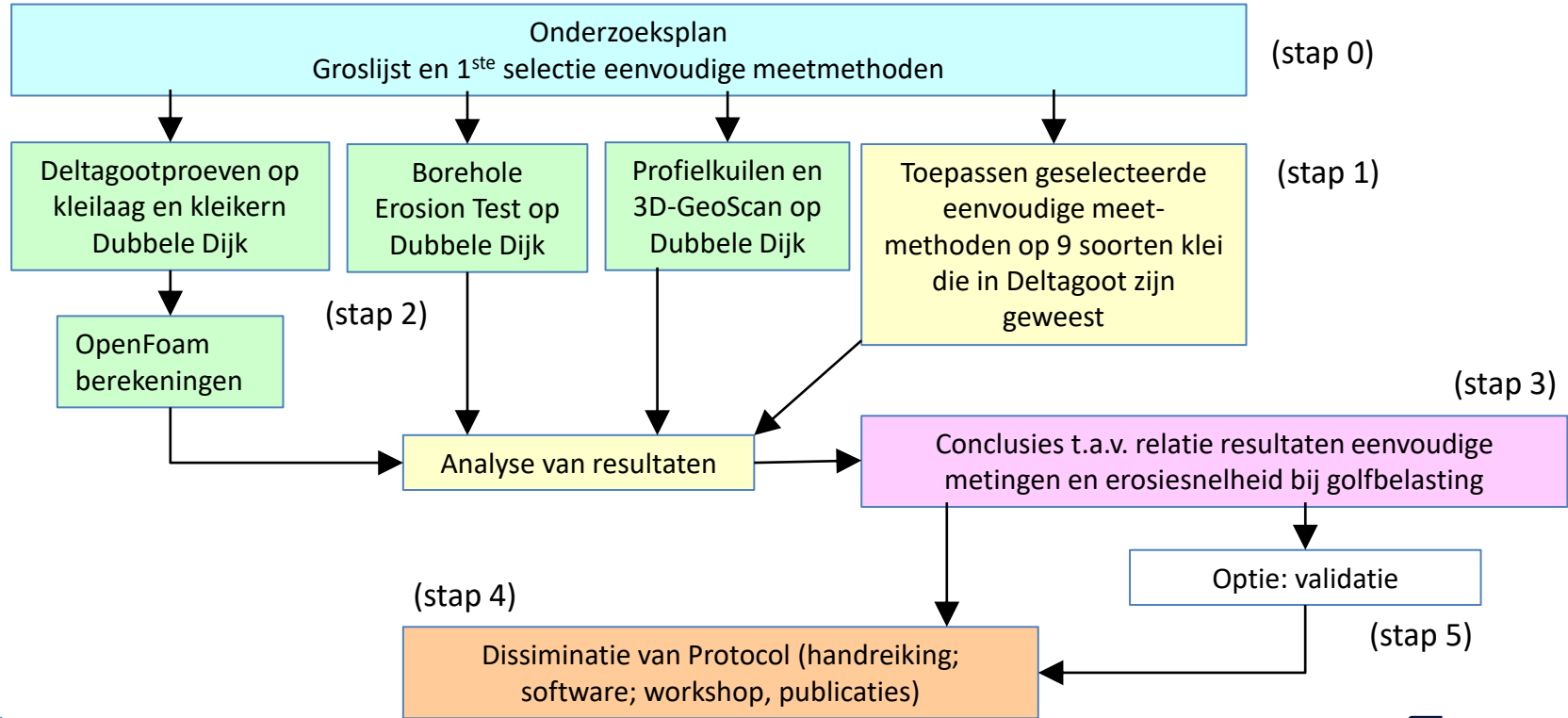
HWBP
voor sterke dijken



Doelstellingen Onderzoek Erodeerbaarheid Klei (OEK)

1. Ontwikkelen van een **beoordelingsmethode** waarmee de erodeerbaarheid bij golf-aanval van een brede range aan klei-types kan worden vastgesteld
 - relateren aan erosiemodel en in Deltagoot vastgestelde erosiecoëfficiënten
2. Aanzet maken voor **onderzoeksprotocol** waarmee de kwaliteit van de klei m.b.t. erodeerbaarheid met voldoende betrouwbaarheid kan worden vastgesteld met minimale/beperkte verstoring van het dijklichaam
3. De **bepaling** van de **erodeerbaarheid** van klei, afkomstig uit de kleikern van de Eemsdijk, gecompacteerd, verouderd en slecht gestructureerd, en **uitbreiding** van de range van beoordeelbare kleitypes

Overzicht Onderzoek Erodeerbaarheid Klei



Geselecteerde eenvoudige proeven stap 1

1. Profielkuil (methode Hijma)
2. WBI-criteria (Vloeigrens, plasticiteitsindex, organisch stof gehalte, etc.)
3. 5-punts Proctorproeven actuele bulkdichtheid
4. Pycnometerproef
5. Specifiek opp. via BET analyse
6. Mineralogisch onderzoek m.b.v. XRD
7. Kationbezetting van adsorptiecomplex
8. Krimpgrens
9. pF-curve, lab
10. Steile Wand Test (SWT)
11. Roto-erosiemeter (RETA), met hoge snelheid, met interpr.
12. Jet ErosionTest (JET)
13. Pocket ErodrometerTest (PET)

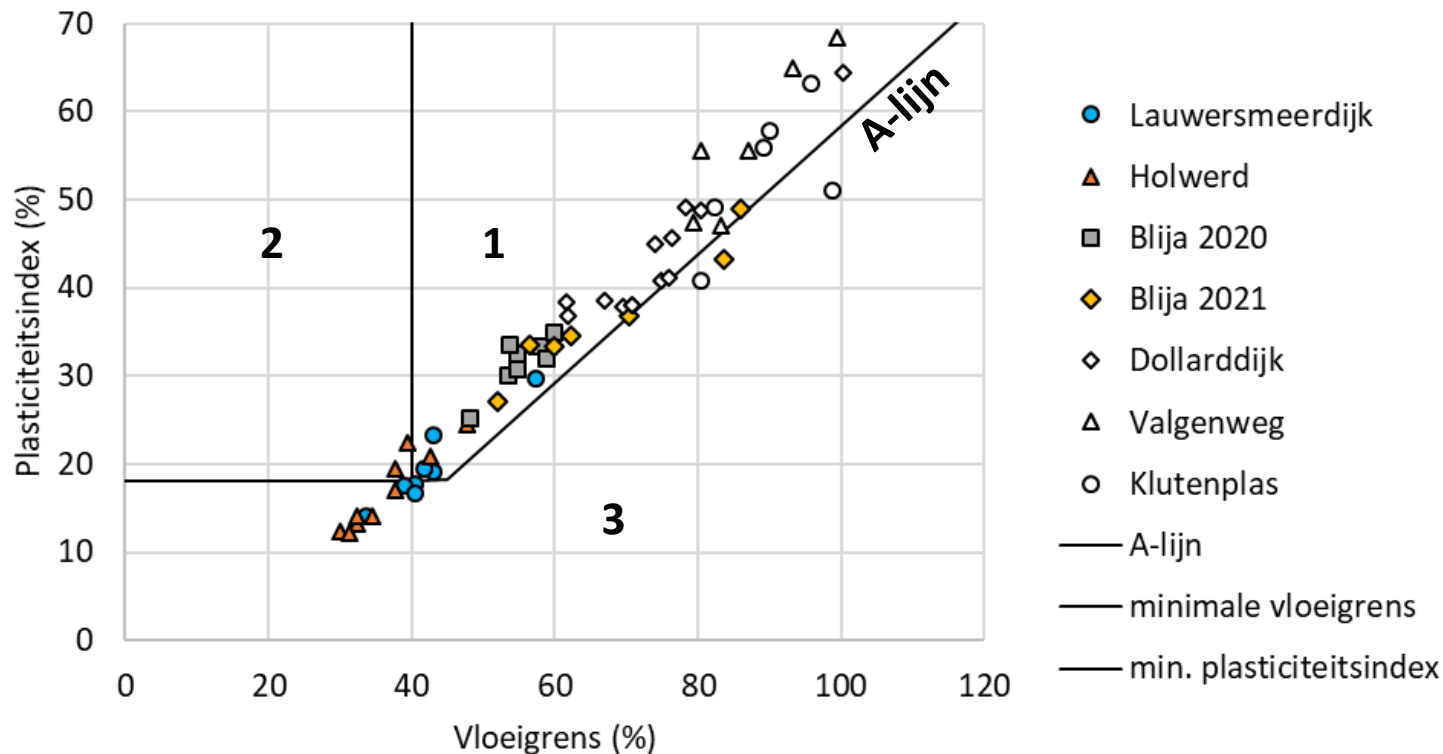


JET



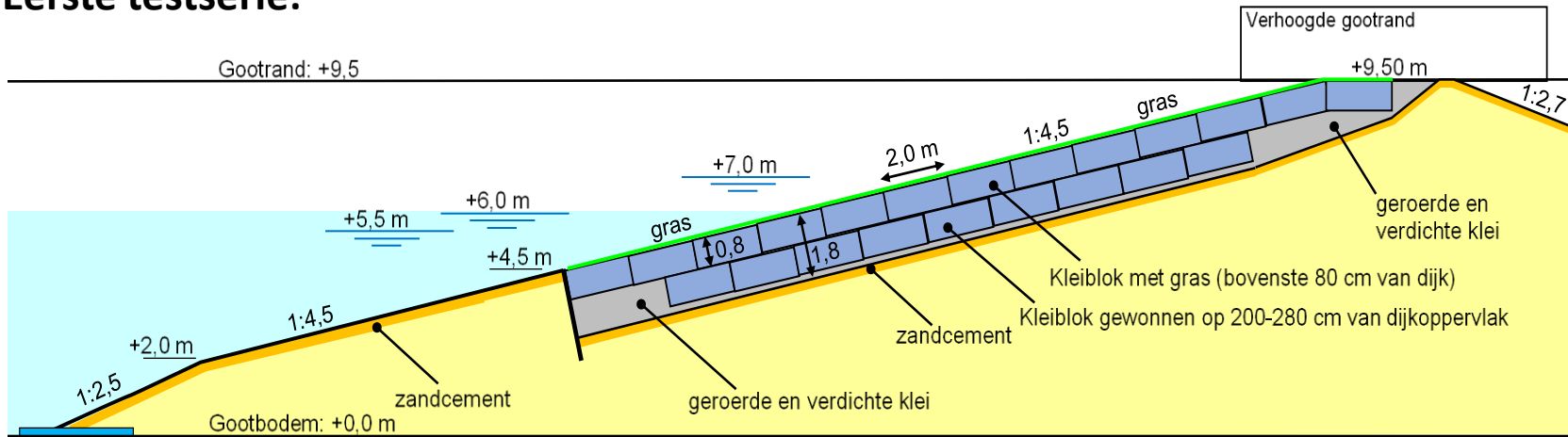
PET

Kleikwaliteit TAW'96 (stromingsbelasting)

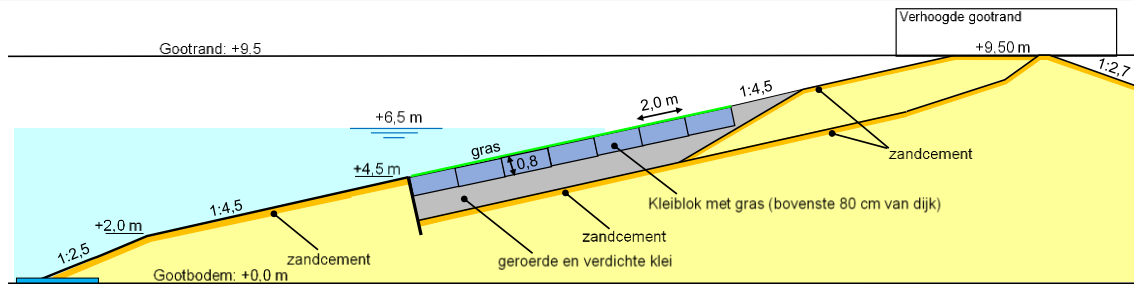


Modelopstelling Deltagoot (stap 2)

Eerste testserie:



Tweede testserie:



Eerste proevenserie

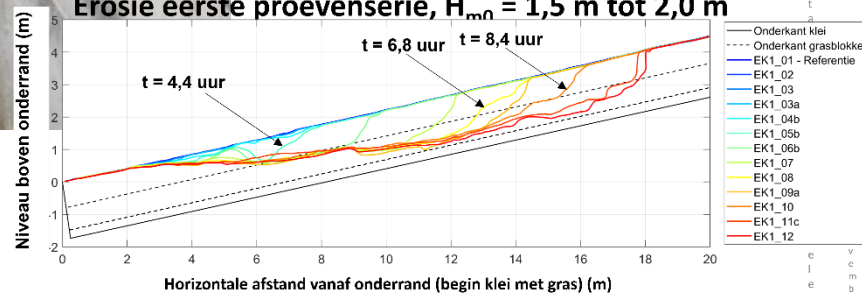
Variërende waterstand
Variërende golfhoogte
Gestart met schade:



Na 4,5 uur:



Erosie eerste proevenserie, $H_{m0} = 1,5$ m tot 2,0 m



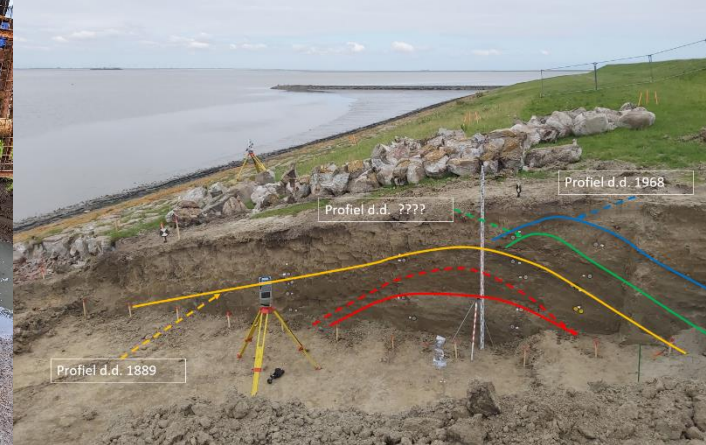
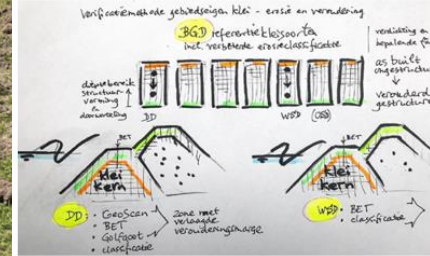


ONDERZOEK ERODEERBAARHEID KLEI - FAALMECHANISME

PLAN VAN AANPAK



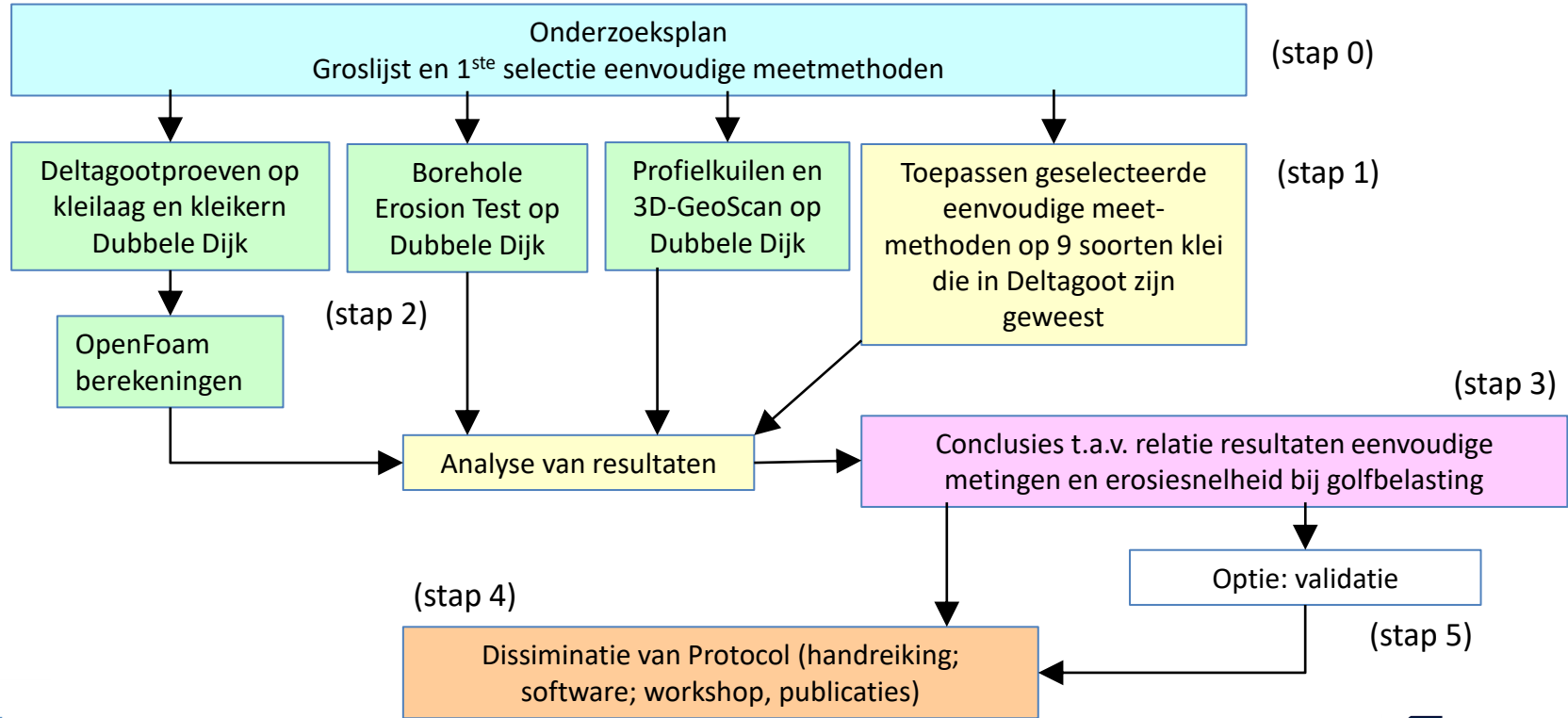
Profielkuil



BET

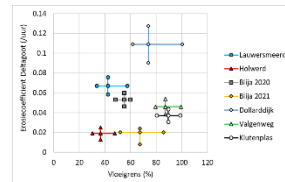
3D geoscan

Overzicht Onderzoek Erodeerbaarheid Klei





1. Profielkuil: gestructureerdheid (methode Hijma)
2. WBI-criteria
 - 2.1 Vloei grens, uitrolgrens en plasticiteitsindex
 - 2.2 Korrelverdeling boven 2 mu
 - 2.3 zoutgehalte bodemvocht
 - 2.4 kalkgehalte (HCl)
 - 2.5 organisch stof gehalte (waterstofperoxide)
 - 2.6 watergehalte
3. 5-punts Proctorproef en actuele bulkdichtheid
4. Pycnometerverproef (dichtheid korrels)
5. Specifiek oppervlak kleideeltjes



data verzamelen
lab + veldproeven

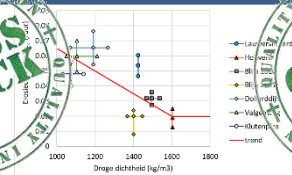
data-screening
o.b.v. fysisch
inzicht

selectie
bepalende (laag)-
parameters

correlatie-formule
erosiecoëfficiënt



3. 5-punts Proctorproef en actuele bulkdichtheid
4. Pycnometerverproef (dichtheid korrels)
5. Specifiek oppervlak kleideeltjes
6. Micrologisch onderzoek mbv XRD
7. Kwaliteitsbeoordeling van adsorptiecomplex
8. Kwaliteitsgrens
9. Kwaliteitscurve, lab
10. Roto-erosiemeter (RETA)
11. Jet Erosion Test (JET)
12. Pocket Erodrometer Test (PET)



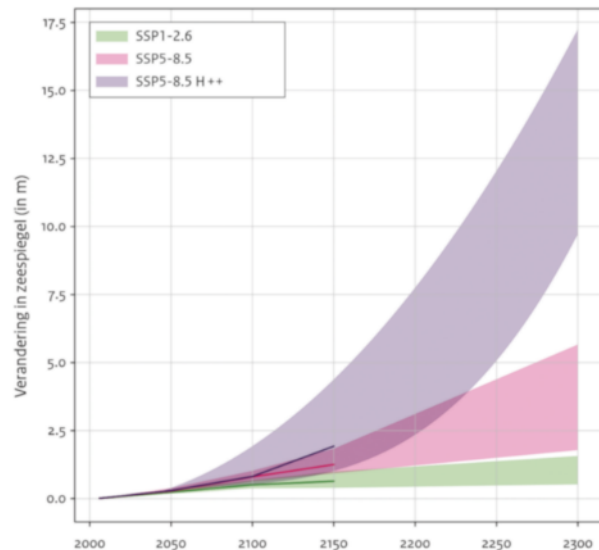
De data-analyse wordt aangevuld met fysisch inzicht voor selectie van de bepalende parameters, gericht op bulk-eigenschappen van erodeerbare laag. Dan relatie zoeken met erosiecoëfficiënt bij golfaanval.

Naar een klimaatadaptieve kustzone; van traditionele dijkophogingen naar een meegroeierende kustzone

- Aanleiding
- Kustvisie
- Historisch perspectief
- Deelgebieden



Aanleiding



SSP1-2.6

Dit klimaatscenario heeft als uitgangspunt dat de broeikasgassen zullen dalen en het volume van de ijskappen met 15-55% zal afnemen.

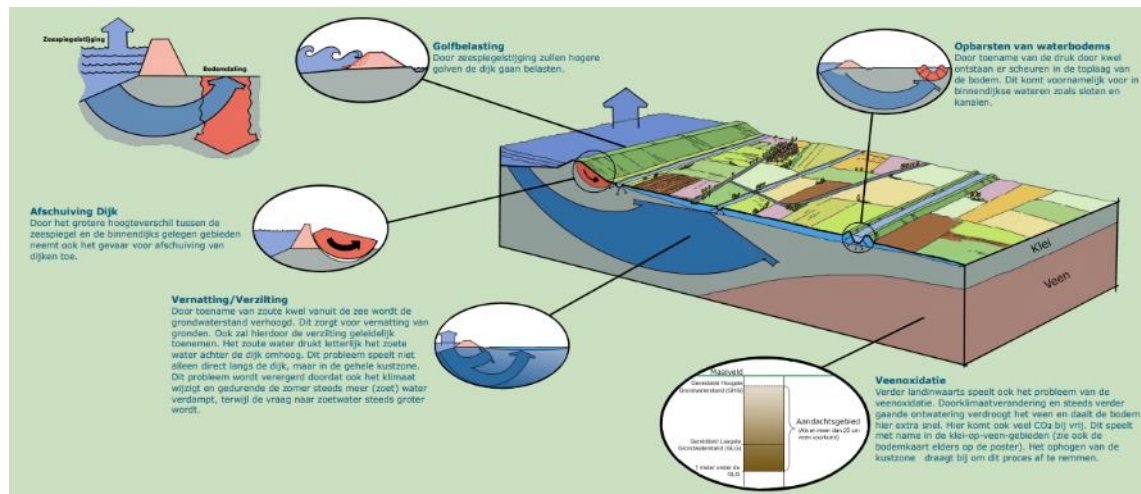
SSP5-8.5

In dit klimaatscenario zal de uitstoot broeikasgassen onverminderd toenemen (CO₂ emissies verdriedubbelen tot 2075) en zal 35-85% van de ijskappen op Antarctica smelten.

SSP5-8.5 H ++

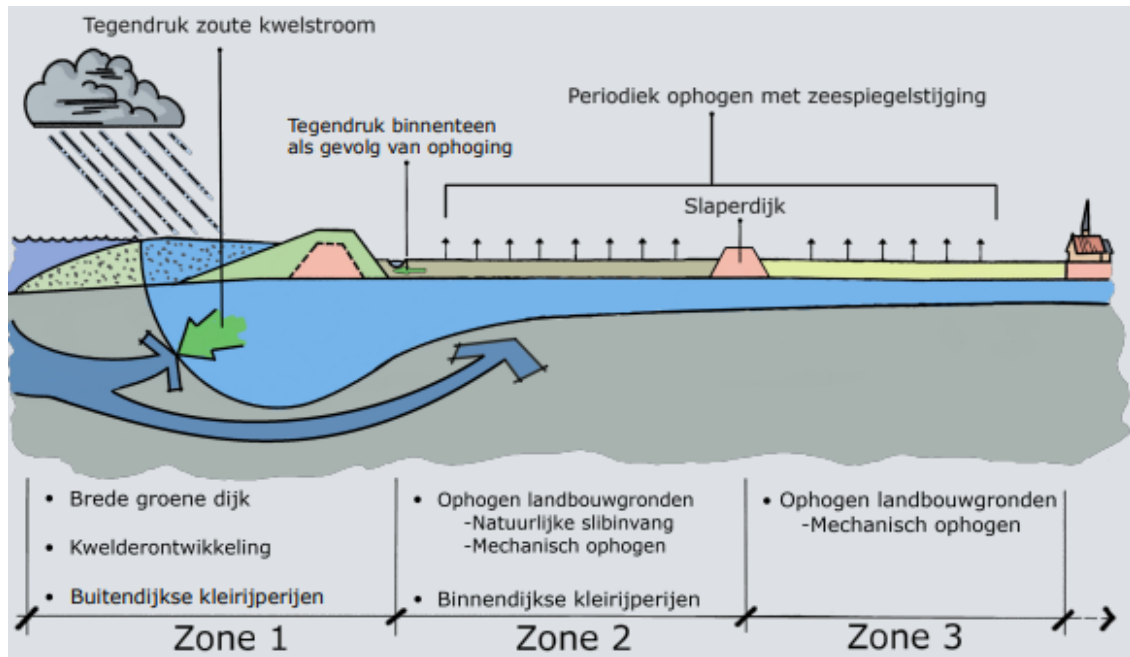
In dit klimaatscenario zal de uitstoot van broeikasgassen onverminderd toenemen (CO₂ emissies verdriedubbelen tot 2075) en zullen de ijskappen op Antarctica versnelt smelten. Dit brengt ook een grotere mate van onzekerheid met zich mee voor het voorspellen van de zeespiegelsteiging.

Bron: KNMI (2021)
Klimaatsignaal



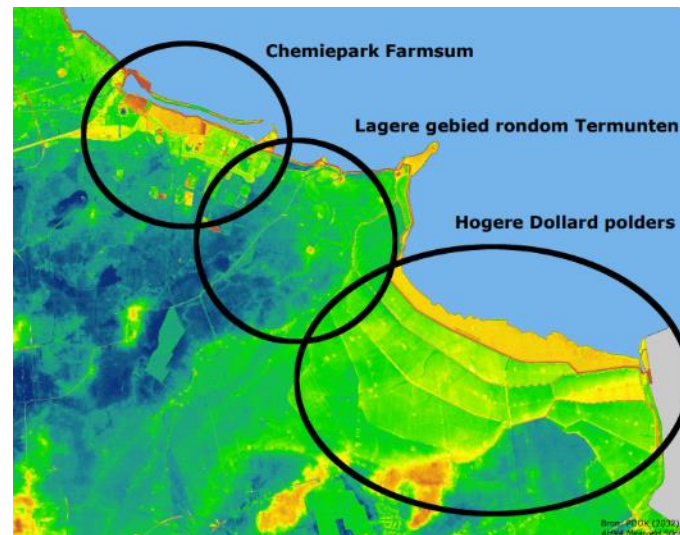
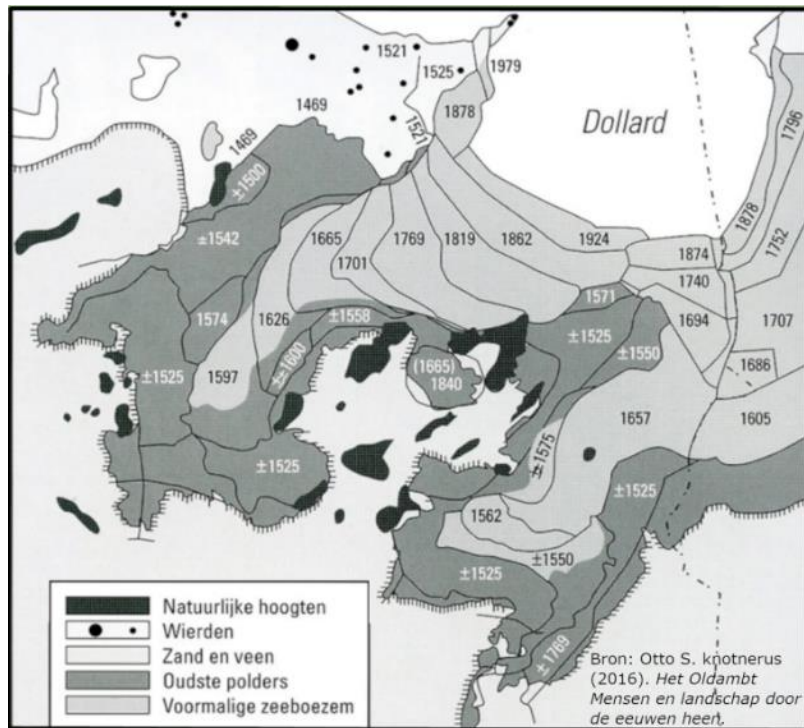
- Hogere golfbelasting
- Toenemend gevaar afschuiven dijk
- Vernatting / verzilting
- Opbarsten van waterbodems
- Toenemende veenoxidatie

Kustvisie

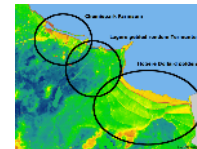


- Zonering, zone 1, 2 en 3
- Ophogen kustzone
- Stimuleren en behouden kwelders
- Dijkversterking met brede groene dijken
- Het slib ligt voor de deur

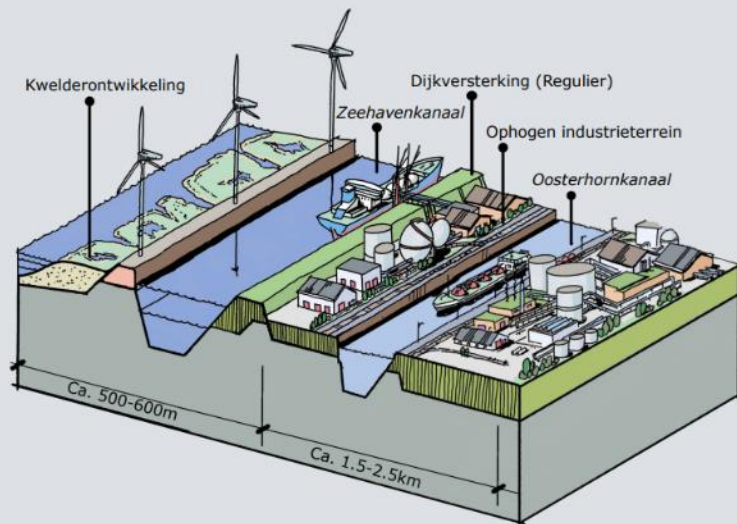
Historisch perspectief van de Dollard



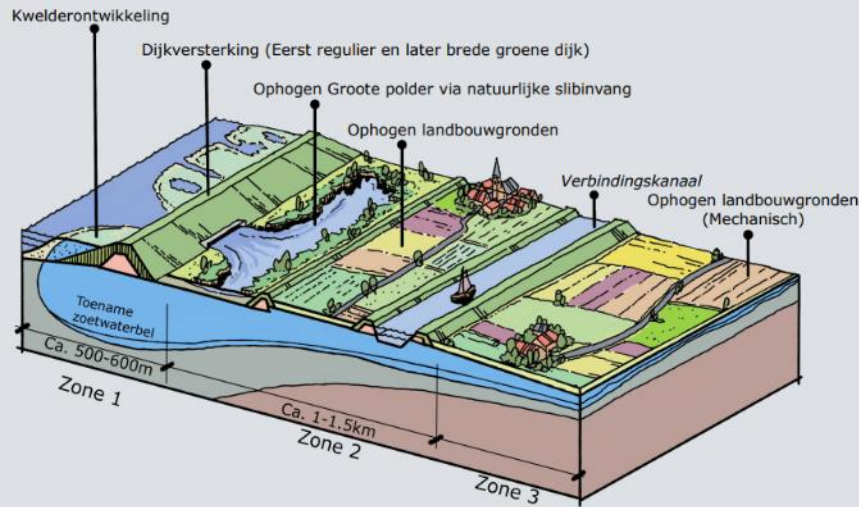
Deelgebieden



Chemiepark Farmsum



Lagere gebied rondom Termunten



Deelgebieden

Perspectief

Wat staat op het programma voor de middellange termijn (vanaf 2025)?

Versterking van de gehele Dollarddijk (15 kilometer)

