

COMMUNITY OF PRACTICE
HOOGWATERVEILIGHEID

RDM
CENTRE
OF EXPERTISE



Community of Practice Hoogwater- Veiligheid

Bescherming van Nederland bij 3
meter zeespiegestijging.

The logo for RDM (Centre of Expertise) consists of the letters 'RDM' in a bold, white, sans-serif font.

CENTRE
OF EXPERTISE



**ROTTERDAM UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES**

- Rotterdam University of Applied Sciences wants to contribute to flood safety in the Netherlands by developing, elaborating and researching the applications of innovations and innovative plans with teachers and students in collaboration with knowledge institutions, government and contractors or engineering companies.

Sluizen en Duinen in de Rijnmond



Rijn- Maas Delta Plan Sluizen en Duinen



Te beschermen regio





Het gebied Rijnmond Drechtsteden

Probleemstelling

- Bij 3 meter zeespiegelstijging zal de volledige regio onder water komen te staan met een directe schade van 80 miljard en een indirecte schade van nog eens 80 miljard euro
- 1500 slachtoffers
- Grote problemen met de zoetwatervoorziening



Plan Sluizen en Duinen in de Rijnmond

Nieuw plan gebaseerd op drie plannen

- Stimuleren duinaangroei op de eilanden bij stijgende zeespiegel. Bouwen met de natuur.
- Afsluiten Nieuwe Waterweg door middel van een sluizencomplex. Toepassen van innovatieve concepten zoals een gelsluis. Plan Spaargaren.
- Stimuleren duinaangroei en zandsuppletie voor de kust van Delfland door middel van bouwen met de natuur. Plan Waterman.

Plan Spaargaren

- Afsluiting van de Nieuwe Waterweg door middel van een sluisencomplex
- Onderzoek naar nieuwe concepten zoals de gelsluis.
- Afvoeren van 3.000 m³/s rivierwater door een nieuw geavanceerd gemalencomplex.
- Ontwikkelen van pompen met een pompcapaciteit van 50 m³/s of meer
- Afvoeren van 12.000 m³/s via het Haringvlietiet
- Berging in het bekken van de Zuid- Westelijke Delta
- Combinatie met plan Delta 21 en plan Beaufort



Voordelen Plan Spaargaren

- Bescherming van een groot gedeelte van Nederland tegen hoog water
- Betere sturing van de zoetwaterhuishouding
- Tegenhouden zoutwaterwig
- Minder zoutwaterkwel
- Beter beheersing van de scheepvaart bovenstrooms

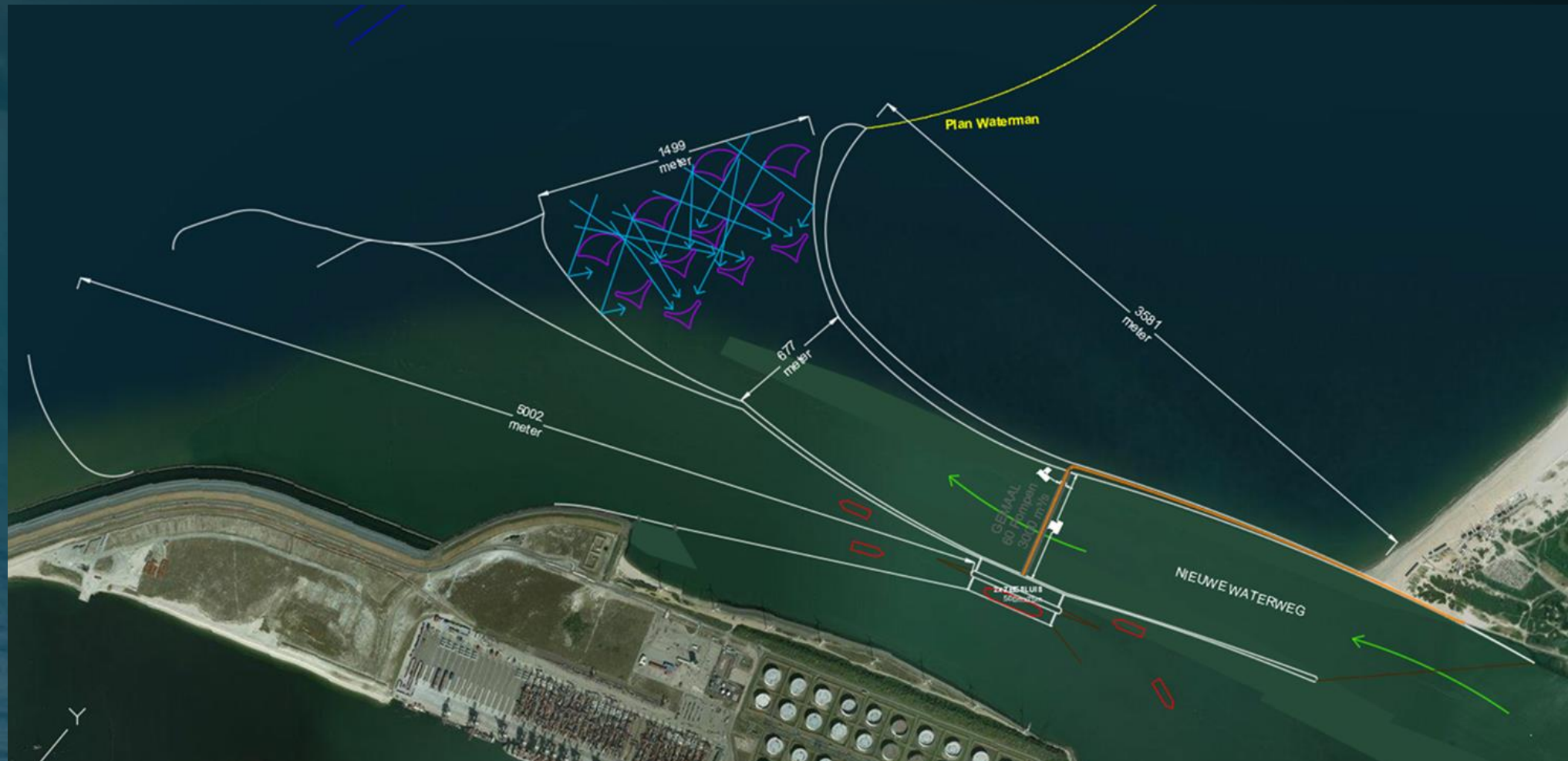
Onderzoek naar drie mogelijke locaties voor het sluisen/gemalencomplex,



Figuur 1: de 3 mogelijke projectlocaties voor een sluisencomplex voor een gesloten Rijn-Maasdelta in Stadsregio Rotterdam.

(1) "Een alternatief voor de Maeslantkering"
Vincent van Liempd en Thuis Oosterling

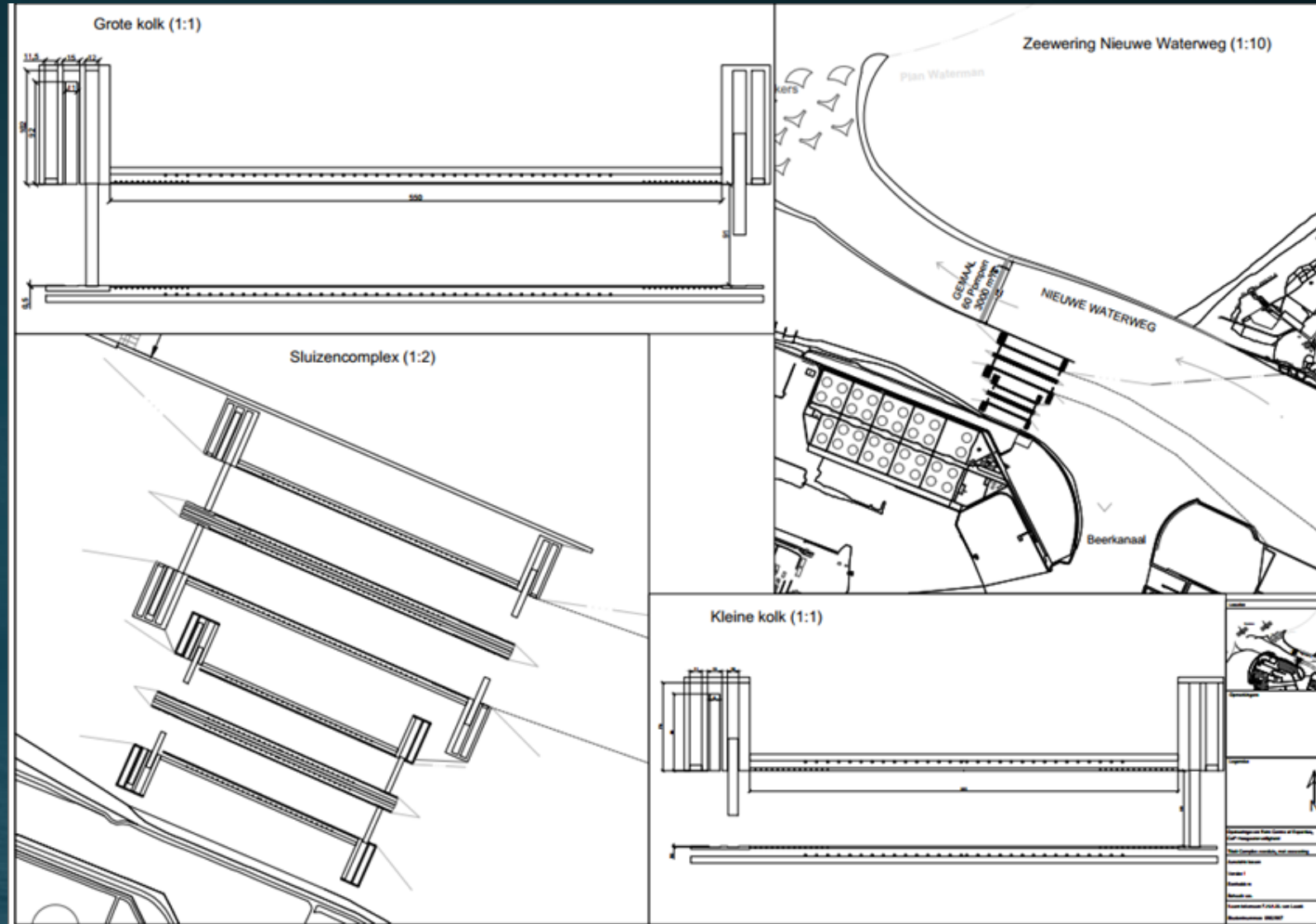
Sluizen en een gemaal (3000 m³/s) in de Nieuwe Waterweg Locatie ten Westen van Hoek van Holland



(2) "De optimale configuratie van een gemalencomplex bij een toepassing van zeesluizen in de Nieuwe Waterweg als er een zeespiegelstijging is van +3m t.o.v. het huidige peil"

Jan Roos

4 kolken, 2 daarvan 550 meter lang, 91 meter breedte met een gegarandeerde diepgang van 29 meter en 2 daarvan 385 meter lang, 68 meter breedte met een gegarandeerde diepgang van 20 meter. De sluisen zijn uitgevoerd met diepwanden, en een onderwaterbetonvloer. De indeling van het complex garandeert doorgang voor de grootste containerschepen en bulkcarriers ter wereld.

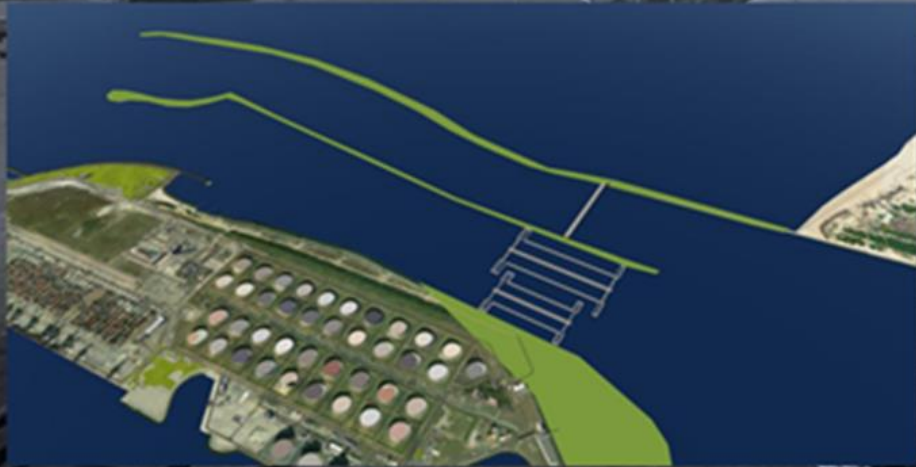


(3) "SLUIZENCOMPLEX CONFIGURATIE"

Francis Laack

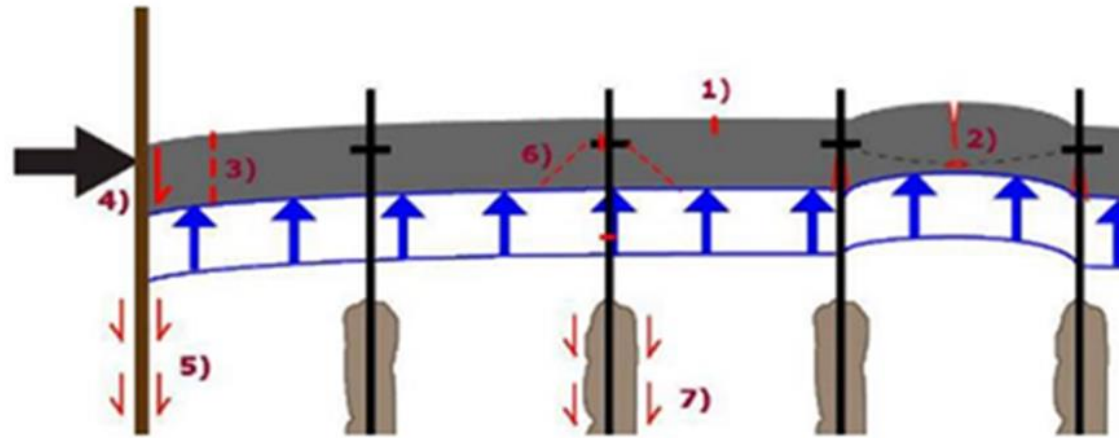
Artist Impression

Impressie ontwerp sluizencomplex



Onderwaterbetonvloer van staalvezelbeton

De OWB-vloer kan bezwijken op verschillenden manieren (zie Figuur 15), deze worden bezwijkmechanismen genoemd. Voor de bezwijkmechanismen gelden verschillenden rekenregels en toetsen.



Figuur 15; Bezwijkmechanismen van OWB-vloeren (Arkesteijn, Afstudeerrapport dimensionering van onderwaterbetonvloeren, 2012)

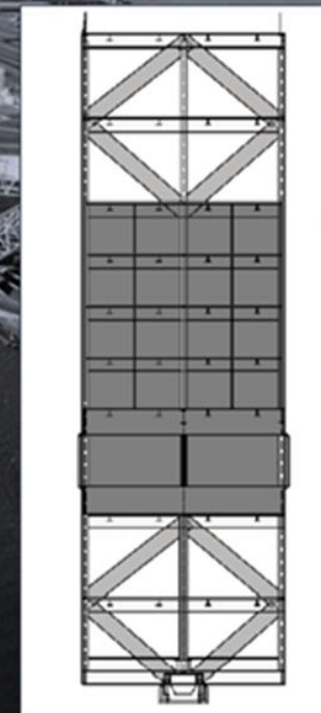
In totaal gelden er 7 verschillenden bezwijkmechanismen voor de OWB-vloer:

- | | |
|---|------------------|
| 1. Bezwijken op trek bij buiging | (TOETS A en B1) |
| 2. Bezwijken op druk in de drukboog | (TOETS B2 en B3) |
| 3. Bezwijken door afschuifbreuk ten gevolge van dwarskracht | (TOETS C) |
| 4. Bezwijken op afschuiving tussen keerwand en OWB-vloer | (TOETS C) |
| 5. Bezwijken op draagvermogen van de keerwand | (-) |
| 6. Bezwijken op de verbinding van het trekelement en de OWB-vloer | (TOETS G) |
| 7. Bezwijken op draagvermogen van de trekpaal | (-) |

Stalen roldeur afmetingen 91m x 37,6m x 11m

Krachtenwerking

- Kokervormige balk waarbij de huidplaten de flenzen zijn, en de horizontale plaatvelden de lijven. De vormvastheid van de balk wordt gedaan door middel van de vakwerken die op elke stramenmaat van de deur zitten.
- Werkt eigenlijk als een ligger op twee steunpunten.
- Wanneer de belasting te hoog wordt, dan draagt de deur af aan de drempel.
- Stramenmaat van 3,5 h.o.h. verticale kolommen

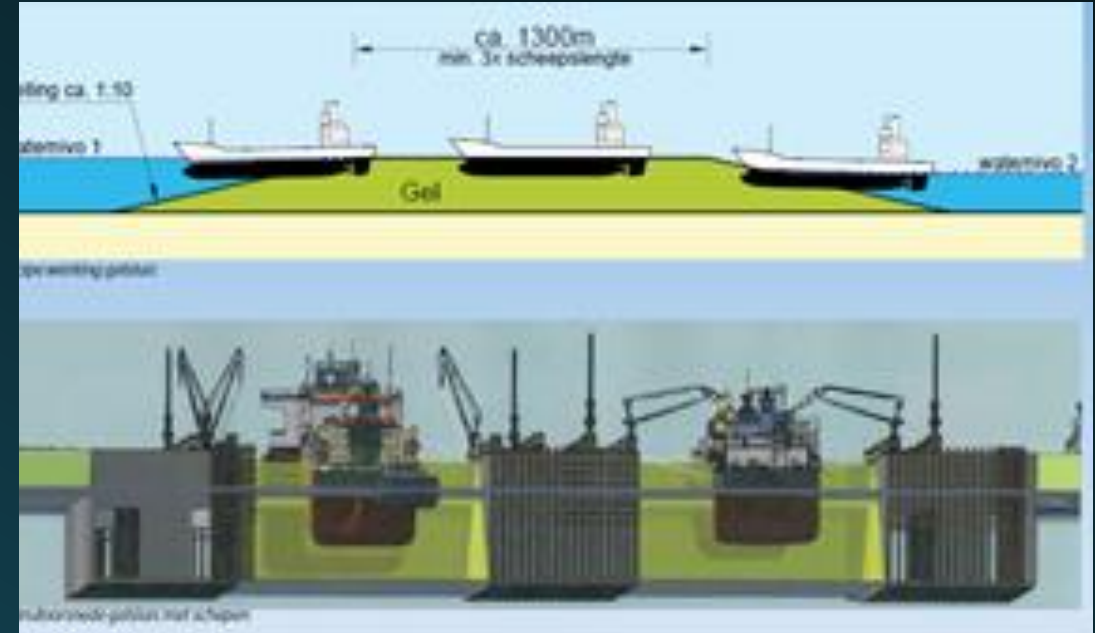


Gelsluis ter vervanging van de Maeslantkering

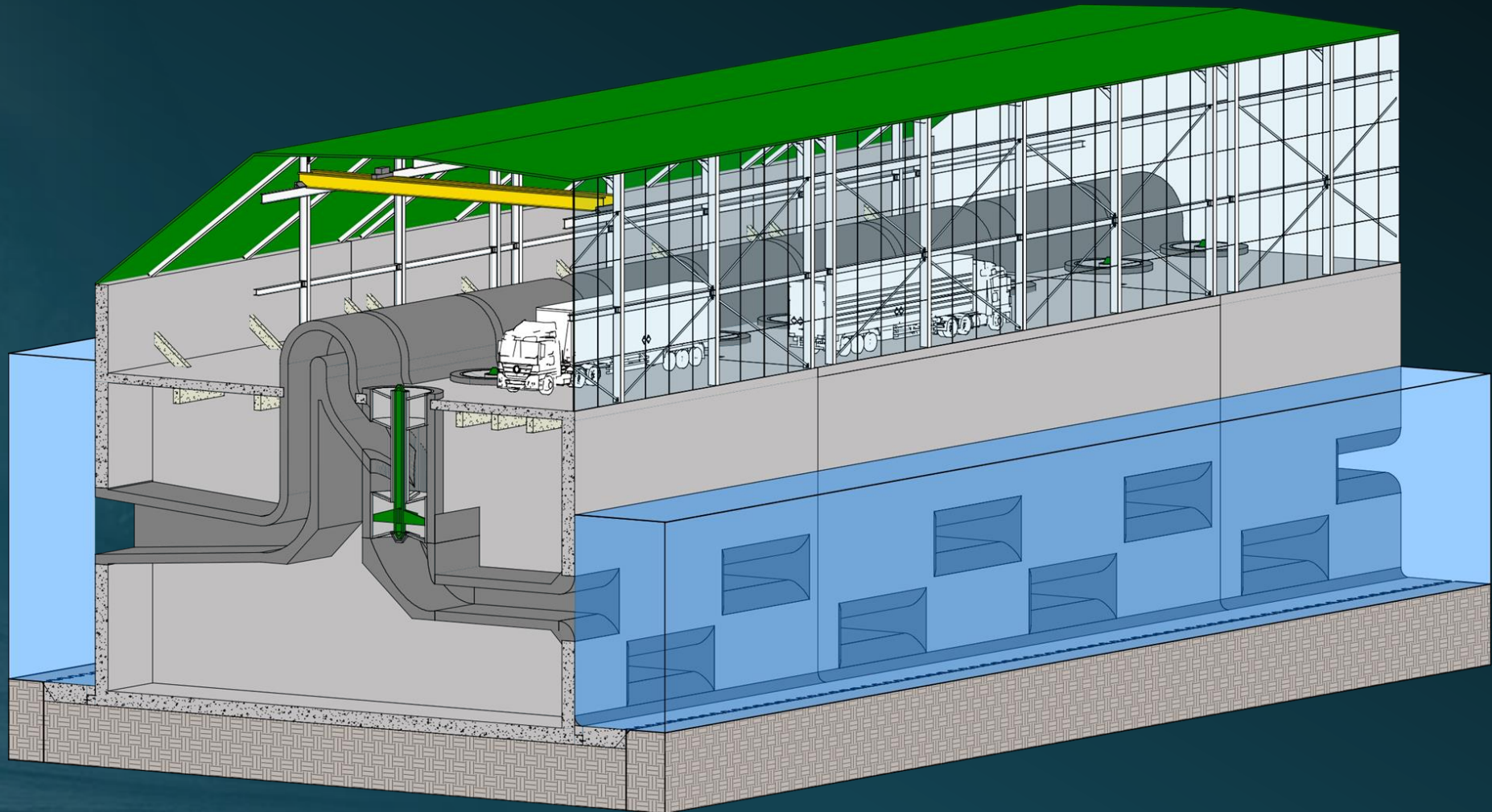


Onderzoek waterdoorlatendheid en hoek van inwendige wrijving

(6) "Onderzoeksrapport Gelsluis"
Thomas Zweekhorst



Gemalemcomplex met een capaciteit van $3000\text{m}^3/\text{s}$. (600 pompen van $50\text{m}^3/\text{s}$.)



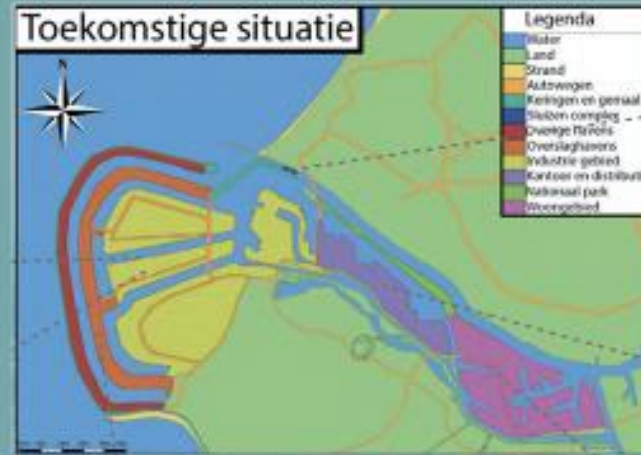
(7) "Gemalen complex –Nieuwe Waterweg"
Nanne Bijlsma

Mogelijke herinrichting Maasvlaktes bij een gesloten Nieuwe Waterweg

Sluizen en Duinen

Meerdere plannen

Alle plannen: sluis in NWW



Mogelijkheid tot sturen bij Pannerdensch Kop

Hoe gaat de verdeelkraan er uit zien zodat er bij lagere rivierafvoer meer water naar het Noorden en dus de hoge zandgronden kan gestuurd om daar de droogteproblematiek te verminderen



4.1. DISCHARGE DISTRIBUTION

23

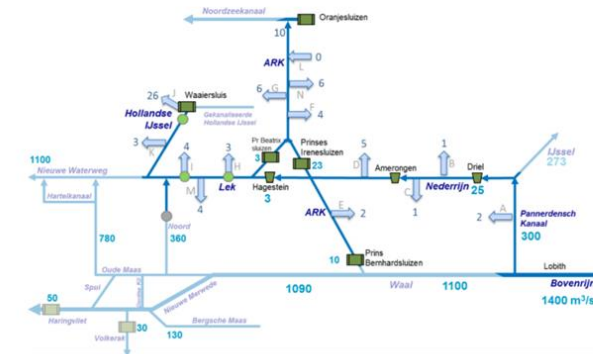


Figure 4.2: Water distribution of the Rhine branches with a Rhine discharge of 1400 m³/s (Spijker & van den Brink, 2013)

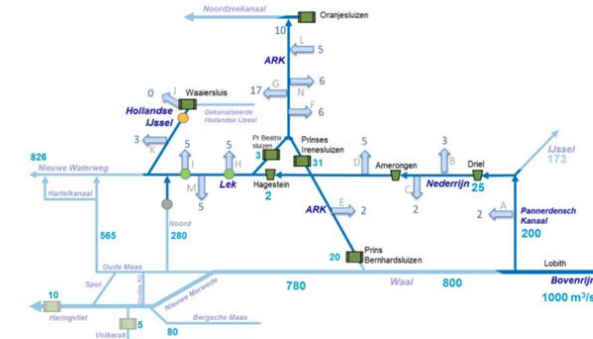


Figure 4.3: Water distribution of the Rhine branches with a Rhine discharge of 1000 m³/s (Spijker & van den Brink, 2013)

Invloed van een een gesloten Nieuwe Waterweg op de Waterstanden stroomopwaarts.

Invloed tot aan Tiel, daarna nihil. Met een afvoer van de Waal van 800m³/s is voldoende vaardiepte gegarandeerd. Dit wordt bereikt bij een afvoer bij Lobith van 1000m³/s.

Table 6.7: Navigation depths in the Waal for different Rhine discharges, open situation

Rhine discharge [m ³ /s]	Navigation depth, average [m]				
	Hardinxveld	Tiel	Dodewaard	Nijmegen	Pannerden Waal
600	5.72	2.73	2.29	3.56	2.14
800	5.79	3.21	2.81	4.07	2.68
1000	5.86	3.63	3.27	4.53	3.16
1400	5.99	4.54	4.19	5.41	4.03
1700	6.07	5.06	4.73	5.85	4.53
2000	6.14	5.45	5.14	6.31	4.92

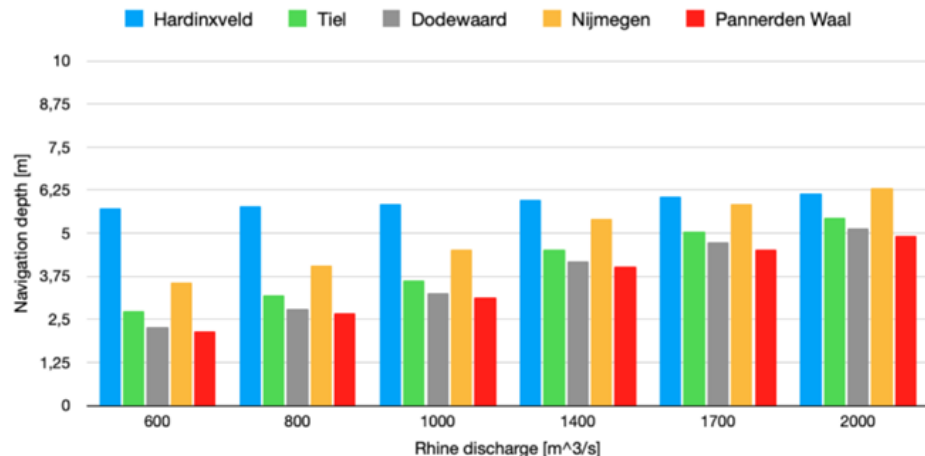


Figure 6.4: Navigation depths for different Rhine discharges, open situation

Table 6.9: Navigation depths in the Waal for different Rhine discharges, closed situation

Rhine discharge [m ³ /s]	Navigation depth [m]				
	Hardinxveld	Tiel	Dodewaard	Nijmegen	Pannerden Waal
600	8.06	4.17	2.88	3.71	2.17
800	8.06	4.37	3.27	4.21	2.71
1000	8.07	4.60	3.65	4.65	3.18
1400	8.10	5.20	4.46	5.51	4.08
1700	8.11	5.58	4.95	6.01	4.56
2000	8.13	5.90	5.33	6.40	4.95

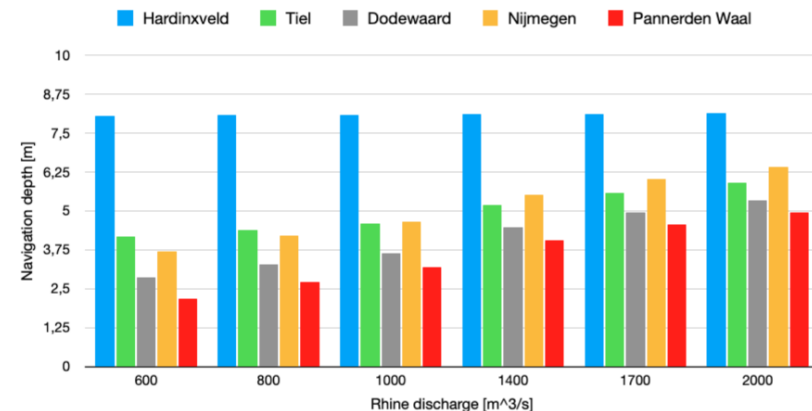


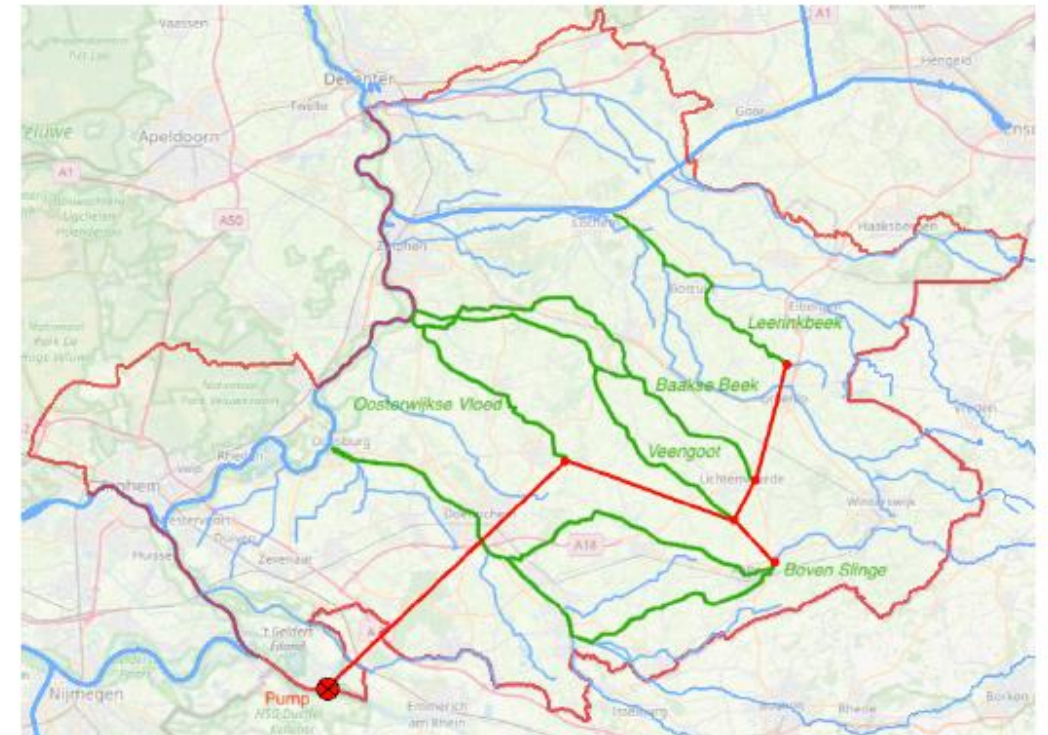
Figure 6.5: Navigation depths for different Rhine discharges, closed situation

(8) "Mitigating the effect of drought on groundwater levels in the east of The Netherlands The link between interventions in the Rhine river branches and a closure of the Rijnmond" Joost Ziere

Mogelijkheden om de hoge zandgronden van water te voorzien bij een gesloten Nieuwe Waterweg door middel van watersuppleties naar de oorsprong van de beken



(a) River water extraction out of the IJssel



(b) River water extraction out of the Rhine

(8) "Mitigating the effect of drought on groundwater levels in the east of The Netherlands: The link between interventions in the Rhine river branches and a closure of the Rijnmond"
Joost Ziere

Kanaal van Düsseldorf naar Doetinchem



“Mitigating the effect of drought on groundwater levels in the east of The Netherlands
The link between interventions in the Rhine river branches and a closure of the Rijnmond”
Joost Ziere

Verder onderzoek

- Verdeelsleutel Pannerdens kanaal
- Optimalisering sluizencomplex
- Uitvoering aanleg gemalencomplex
- Energievoorziening gemalencomplex
- Aandrijving roldeuren
- Herinrichting Maasvlakte
- Interactieve website met informatie over dijkversterkingsmogelijkheden Rotterdam centrum – Hoek van Holland
- Gelonderzoek

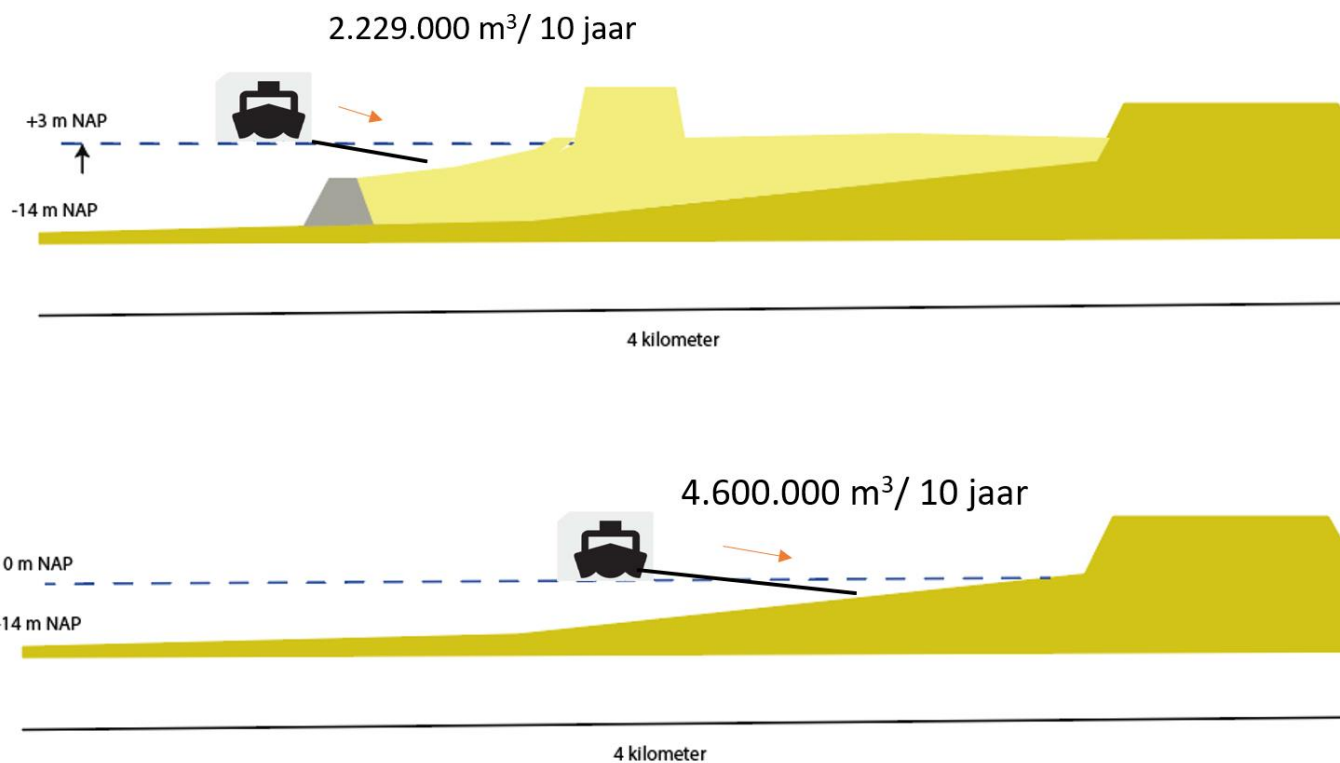
Plan Waterman

- Kustuitbreiding voor de Delflandse kust.
- Versterking van de kust door middel van duinaangroei en zandsuppleties waardoor de kust tussen Hoek van Holland en Den Haag wordt versterkt
- Dit biedt mogelijkheden voor de natuurontwikkeling met recreatief medegebruik
- Mogelijkheden voor specifieke ontwikkelingen bij Scheveningen en Hoek van Holland, beperkte woningbouwontwikkeling en ondergrondse infrastructuur onder de duinen (benutten derde dimensie) in het tussengebied, dominante natuurontwikkeling, en op termijn vergroting zoetwaterlens onder de duinen
- Versterking van de natuurwaarden.
- Unieke mogelijkheden voor gefaseerde aanleg passen binnen een flexibel masterplan.
- Nationaal park

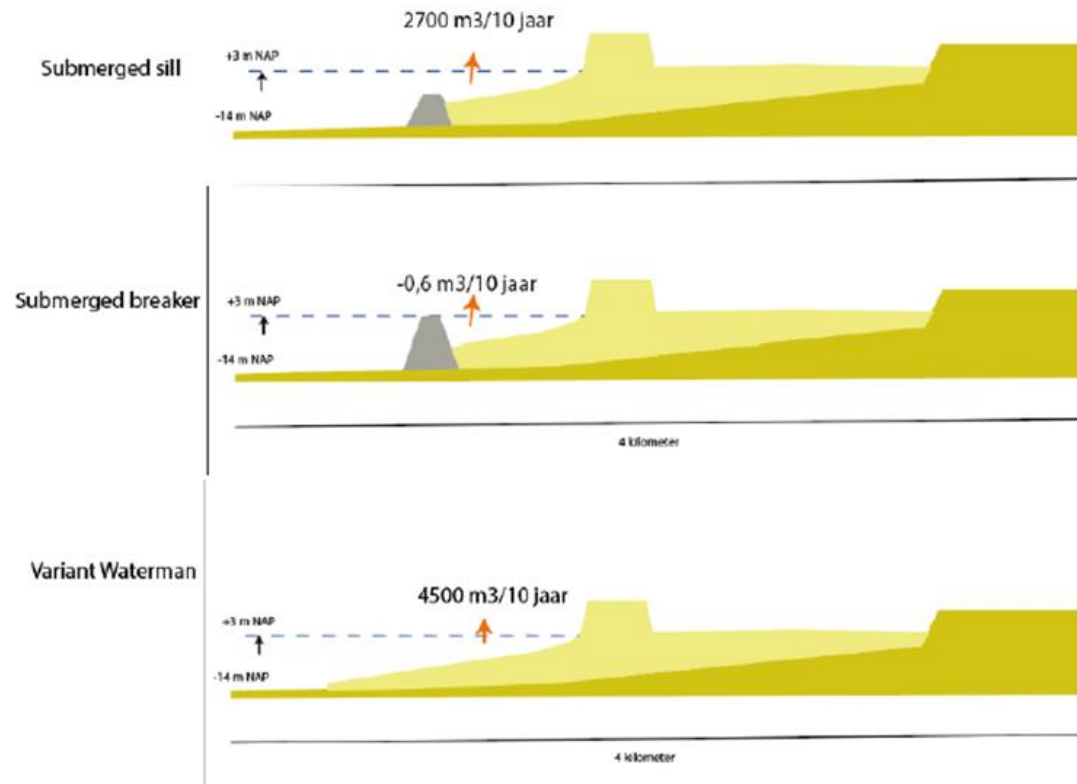
Voordeel qua jaarlijkse zandsuppletie

Delft3D Resultaten
H4/H6

Delft3D - Suppletieonderhoud



Zandtransport langs de kust, afhankelijk van de hoogte van de golfbreker. Optimalisatie hoogte sill/golfbreker



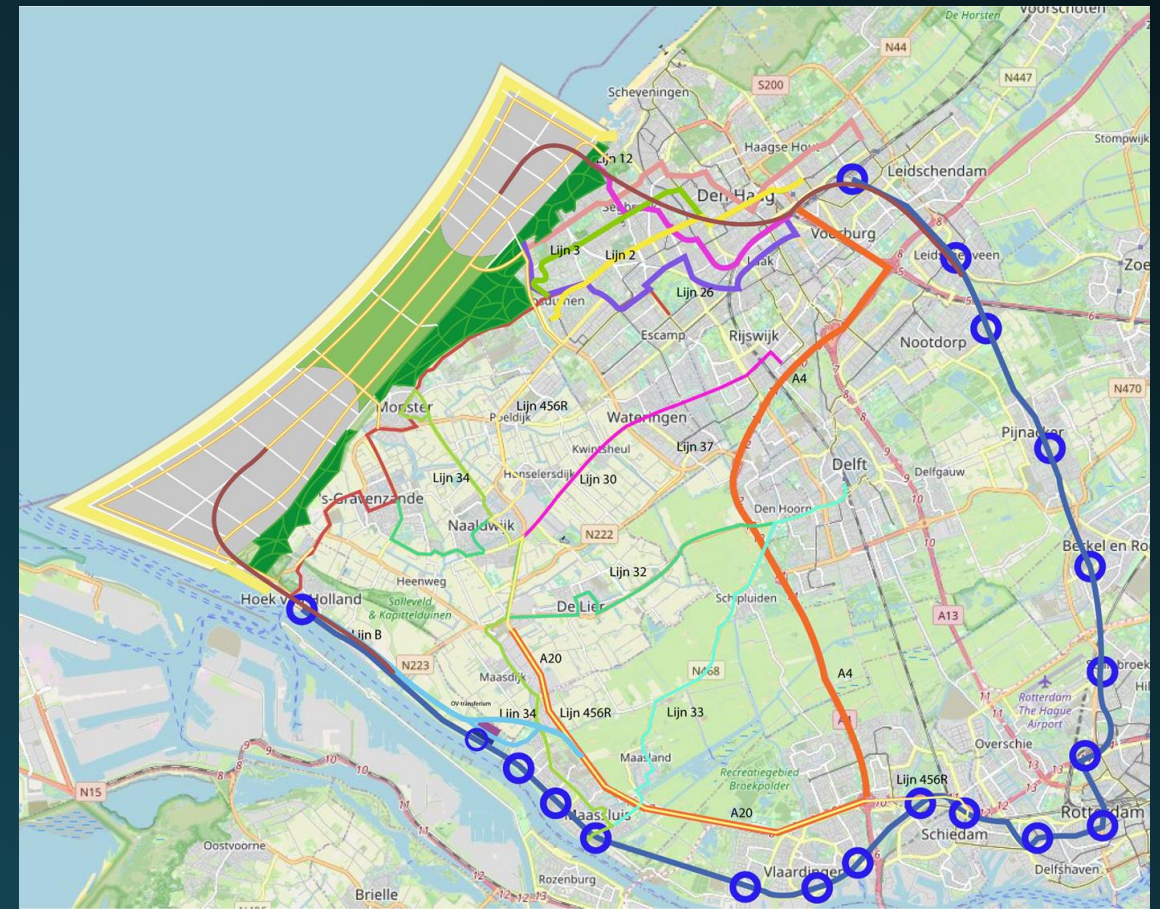
Figuur 12 Langtransport punt Scheveningen met ZSS

(9) "Verdediging en uitbreiding van de kust van Delfland met een 3 meter zeespiegelstijging"
Stan van Willigenburg

Mogelijke ontwikkeling van de kustuitbreiding. Woningbouw en OV-ontwikkeling



Figuur 33 Kustzone 2100



(11) "Een visie voor de mogelijkheden op het gebied van kusteconomie en ecologie in combinatie met een kustuitbreiding voor Lijn 2050 en een doorkijk naar 2100", Tsiky Frescoe

(10) "Wonen op de nieuwe Zuid-Hollandse kust"
Marleen Hendriks

Plannen Kustuitbreiding

Draagvlak creeëren door overleg met:

- Gemeente Westland
- Gemeente Rotterdam (Hoek van Holland)
- Hoogheemraadschap van Delfland
- Zuid Hollands Kustinitiatief

Verder onderzoek naar :

- Optimalisatie hoogte golfbreker/ sills
- onderwaterzandtransport
- Morfologie
- Ruimtelijke invulling



Bouwen met de natuur op Goeree en Voorne

- Gebaseerd op onderzoek bij Waterschap Hollandse Delta
- Duinen bij Voorne voldoen aan de hydraulische randvoorwaarden bij 2 meter zeespiegelstijging voor 90%
- Duinen van Goeree voldoen bij 2 meter zeespiegelstijging voor 93%
- Duinen kunnen de basis blijven voor een robuuste bescherming tegen de zeespiegelstijging
- Aangepaste of nieuwe Deltawerken kunnen voor aanvullende bescherming zorgen (of juist niet)

Kerf in de duinen



Kerfontwikkeling



Oriëntatie kerfontwikkeling

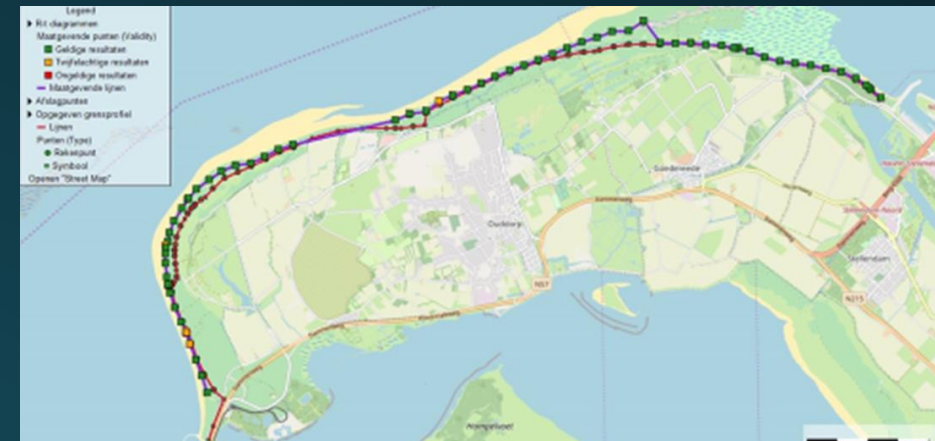
- De kerf die zich ontwikkeld heeft tot achter de eerste duinenrij zorgt ervoor dat het directe achterland de meeste aangroei vertoont.
- Op het moment dat de kerf door een tweede duinenrij gaat, is de aangroei achter deze duinenrij aanmerkelijk minder.
- Hieruit kan je de conclusie trekken dat duin aangroei net achter de eerste duin door eolisch zandtransport meer is dan verder in het gebied als de kerf door de tweede parabolische duinenrij gaat.
- Dit geeft aan dat de duin aangroei vlak langs de zeepreep met kerven beïnvloed wordt, maar dat verder in het gebied deze invloed kleiner wordt.

(12) "DYNAMISCH DUINGEBIED"

Met dit onderzoek wordt aangetoond dat als er kerven in het duingebied aanwezig zijn, er een dynamische duingroei plaats vindt achter de kerven.

Yorick Oostdijk

Te ontwikkelen en te versterken duingebied





(13) "Ontwerp, assemblage en eerste beproeving van een wind tunnel voor onderzoek naar eolisch zandtransport door kerven."
Tamara Urosevic

Ontwikkeling van zandvangers

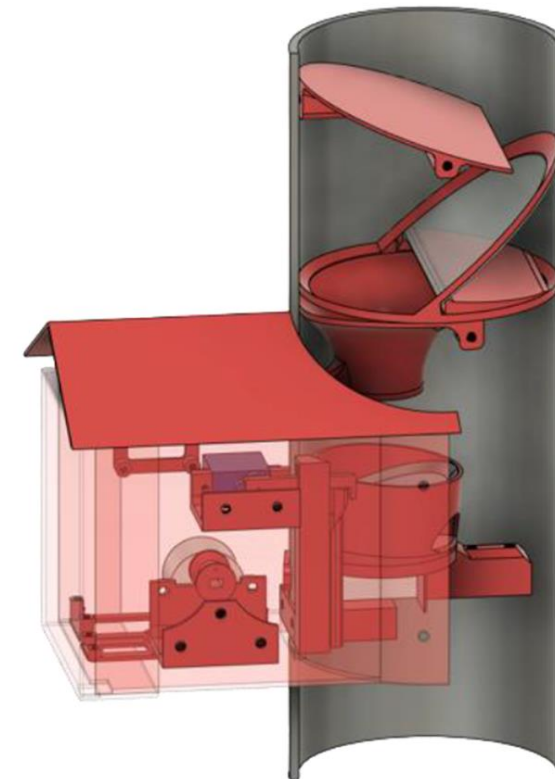
Door automatisering is het mogelijk om informatie omtrent het zandtransport continue te kunnen monitoren



Figuur 1: Zandvanger beginstadium



Figuur 4: Zandvanger eir

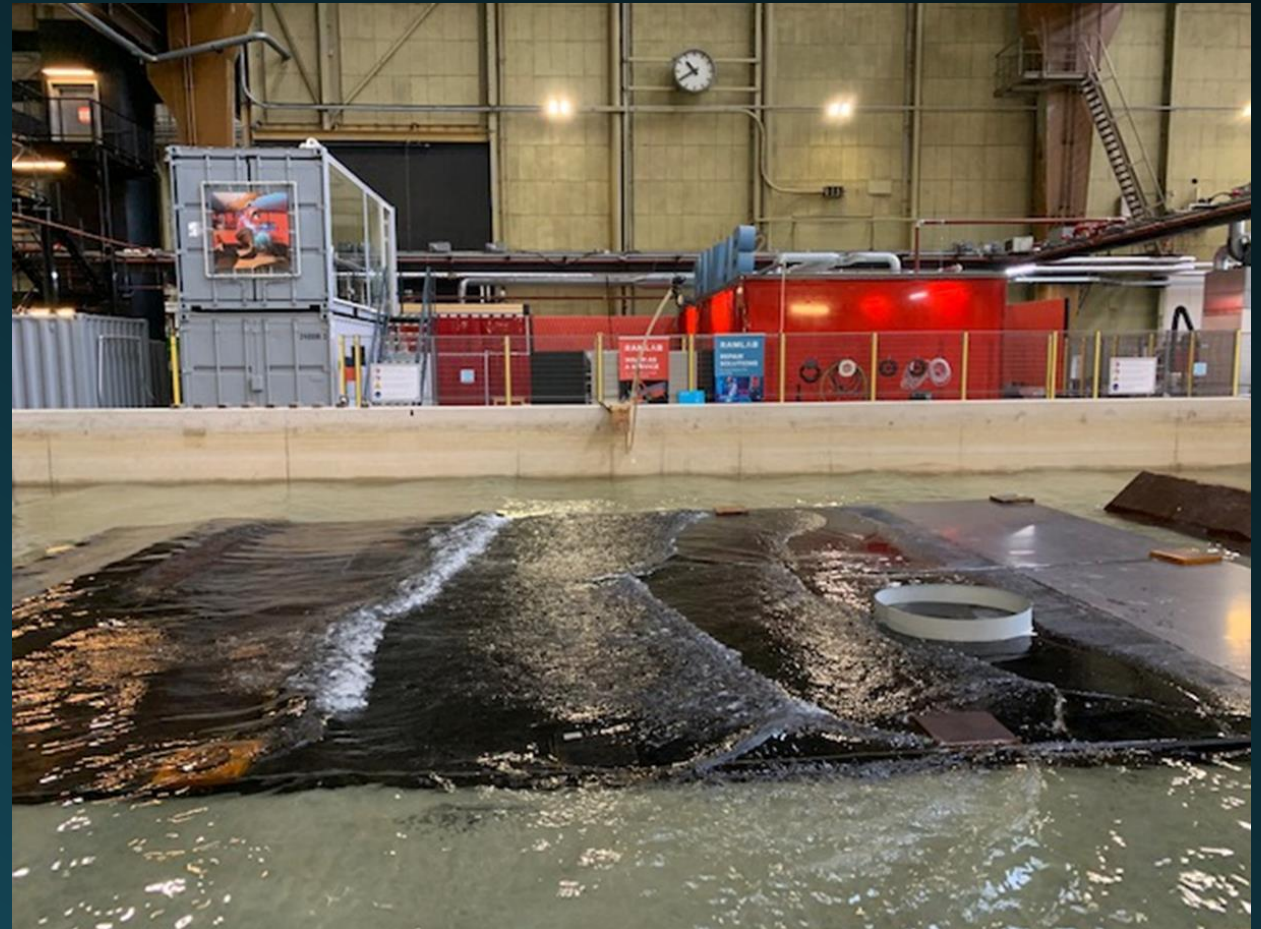
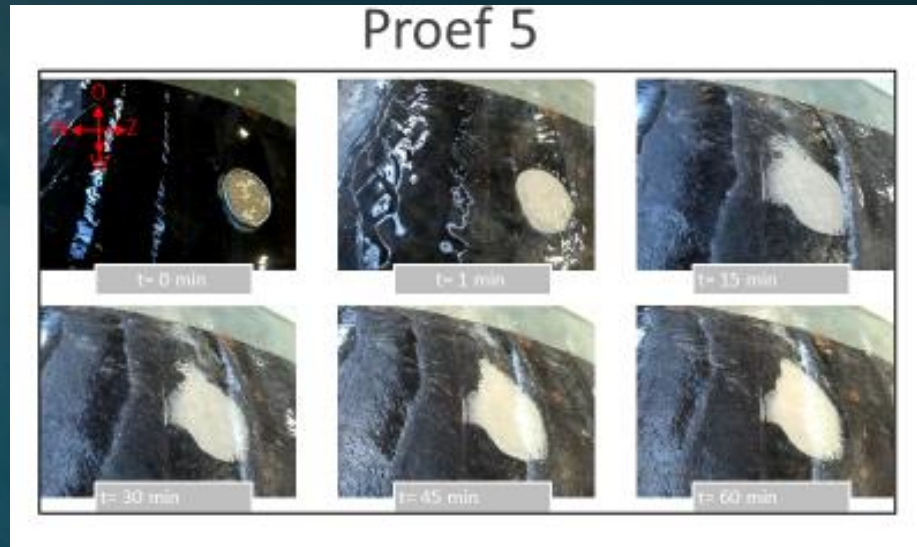


Figuur 2: Zandvanger eindproduct Fusion 360 ontwerp

(14)Zandvanger met weegmechanisme en zonnecel voor online registratie

Giuseppe Schirra ea

Kleinschalige zandsuppleties als een continue aanvoer van zand in de vooroever



(15)“KLEINSCHALIGE ZANDSUPPLETIES”

Emma Smits

Afstudeeronderzoek naar de mogelijkheid van het bepalen van morfologische processen tijdens proeven uitgevoerd in het Aqualab-RDM

Plannen duinversterking

Nader onderzoek

- Duinversterking landinwaarts
- Duinversterking zeewaarts
- Duinversterking door kustuitbreiding en tweede duinstrook
- Versterking zoetwaterbel
- Inzicht in zandtransport van vooroever naar strand en van strand naar de duinen

Consortium met:

- TU-Delft
- Waterschap Hollandse Delta
- Hoogheemraadschap Delfland
- Dunea
- CoP Hoogwaterveiligheid Hogeschool Rotterdam
-

Andere projecten

Bijdrage aan de plannen:

- Beschermen open
- Verontdieping Nieuwe Waterweg. (ARK, Han Meijer)
- Delta 21
- Combineren van plannen zoals Haakse Zeedijk, Delta 21 ,
plan de Banjaard
-

Beschermen open.

Interactieve website met informatie over dijkversterkingsmogelijkheden in de regio Rijnmond Drechtsteden bij 3 meter zeespiegelstijging en een open delta.

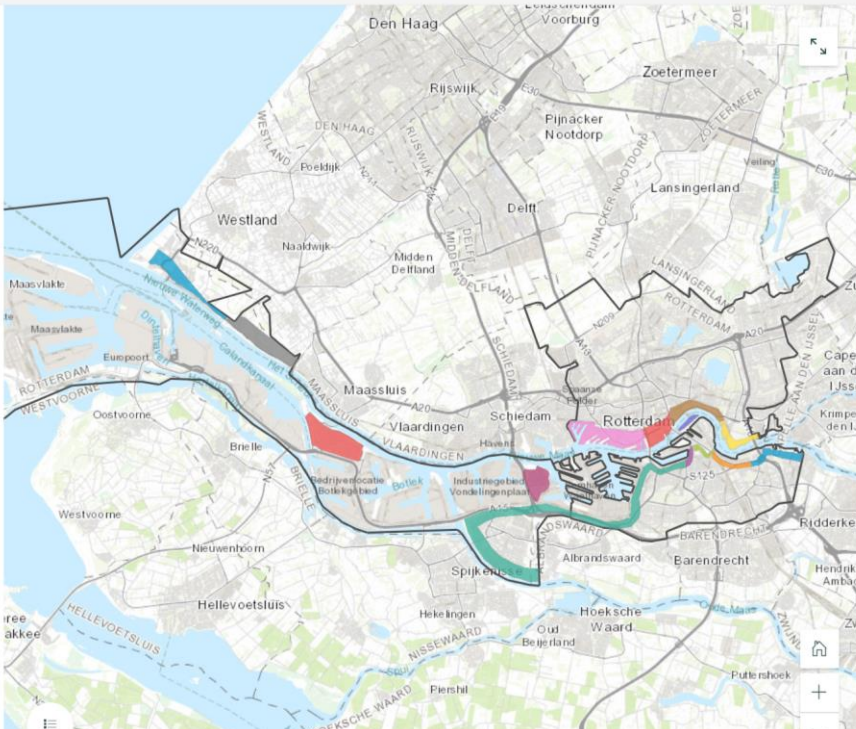
- Traject Boompjes Maasboulevard conventionele dijkversterking 35 miljoen Euro
- andere trajecten volgen

Bescherming tegen zeespiegelstijging

Aanleiding Dijktrajecten Boompjes-Maasboulevard Versterking Boompjes-Maasboulevard Bepaling voorkeursvariant

Dijktrajecten

Om een afweging te kunnen maken tussen de verschillende oplossingsstrategieën moet er eerst een beeld voor heel Rotterdam geschetst worden. De Rotterdamse primaire waterkeringen zijn onder te verdelen in dijktrajecten. In de toekomst zullen er naar al deze dijkvakken soortgelijke onderzoeken uitgevoerd worden. In de hiernaast afgebeelde kaart zijn de dijktrajecten weergegeven waar in de toekomst onderzoek naar wordt uitgevoerd. De dijktrajecten zijn in samenspraak met de gemeente Rotterdam vastgesteld. De vastgestelde dijktrajecten omvatten ieder een gebied met overeenkomende fysieke en ruimtelijke kenmerken waardoor dit afgebakende projectgebieden zijn.



01

<https://storymaps.arcgis.com/stories/cceaf8256b6f4216827b90af0d836058>

<https://zeespiegelstijgingrotterdam.webnode.nl/boompjes-maasboulevard/>

(16) Daniël Rook

Reduceren van de getijdeslag in de Nieuwe Waterweg door verontdiepen

Door de jaren heen in de Nieuwe Waterweg steeds verder verdiept tot momenteel 16,5 meter. Hierdoor is de getijslag in Rotterdam ten opzichte van 1871 met 50% gestegen. In de afgelopen jaren heeft Nederland zich kunnen redden door de dijken steeds verder op te hogen en dijken te verleggen. Doordat er weinig ruimte meer is moet er worden gekeken naar een andere manier om het Rijnmond-Drechtstedengebied te beschermen tegen hoog water. Doordat er jaarlijks veel sediment vanuit zee en rivier sedimenteert in de haven van Rotterdam en in de vaargeulen is het mogelijk om de Nieuwe Waterweg natuurlijk te laten verontdiepen. Vanuit twee bronnen wordt er weergegeven dat er een sedimentatiebalans van 40 centimeter gemiddeld per jaar plaatsvindt in Rotterdam. Daarbij draagt het verontdiepen van de Nieuwe Waterweg bij aan de reductie van de getijslag. De verwachting is, wanneer de Nieuwe Waterweg met 4,5 meter tot 6 meter wordt verontdiept (tot aan 12- 10 meter) dit een reductie kan leveren aan de getijslag van omme nabij 20 tot 30 centimeter.

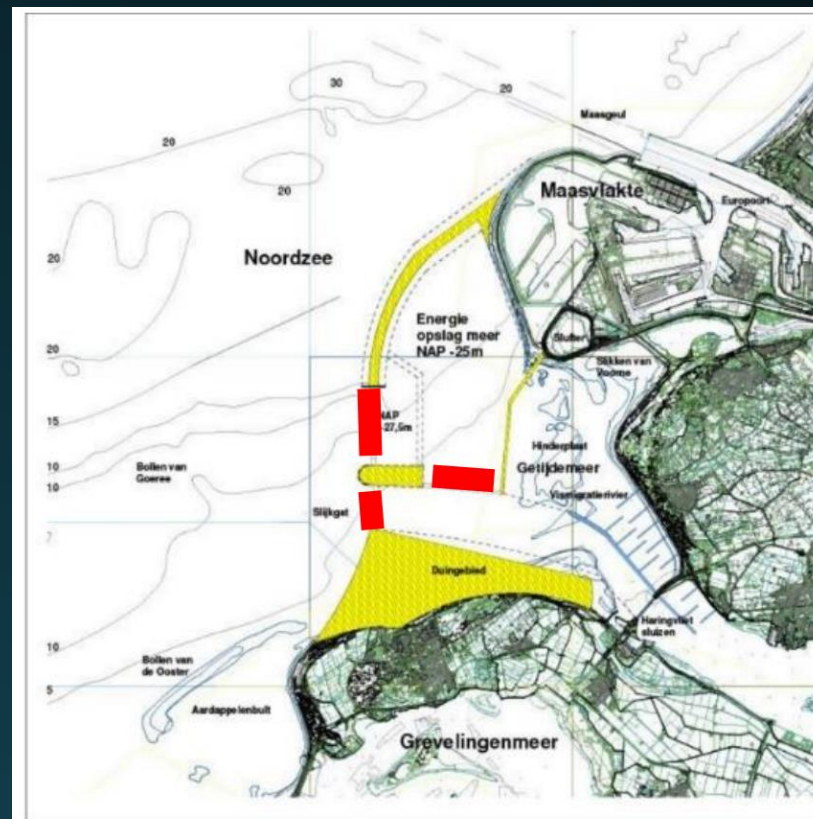
(17) "Waterveiligheid in het RijnmondDrechtstedengebied"

Een nieuwe rolverdeling tussen het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg om het Rijnmond Drechtstedengebied te ontlasten en waarbij een verhoogd rivierbed in de Nieuwe Waterweg een reductie levert aan de getijslag.

Martijn Hensen



Delta 21

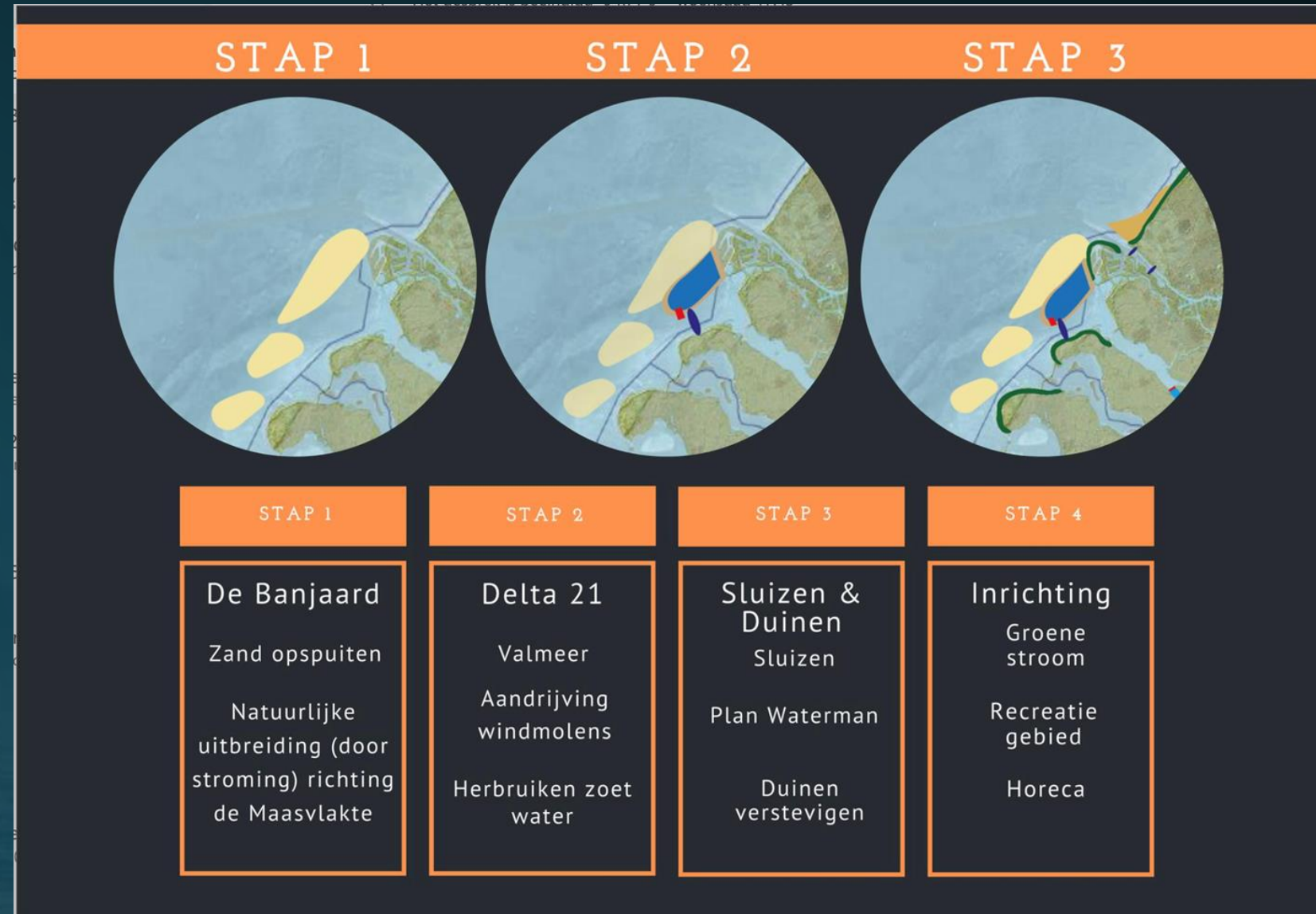


Figuur 26: Visualisatie locatie bouwputten

(18) "Vismigratierivier bij de Haringvlietdam"
Een onderzoek naar het concept ontwerp van een Vismigratierivier bij de Haringvlietdam
Jeroen Lokker

(19) "Bagger- en opspuitplan Energieopslagmeer"
Sietse Kneppers

Combinatie van plannen De Banjaard, Delta 21 en Sluizen Duinen in de Rijnmond



Links

<https://www.youtube.com/watch?v=gRYoNGNYN5M>

<https://vimeo.com/496849504>

<https://youtu.be/qfJXG10vul0>

<https://www.rdmcoe.nl/themas/resilientcity/cophoogwaterveiligheid/>

<https://www.deltaprogramma.nl/deltaprogramma/kennisontwikkeling-en-signalering/zeespiegelstijging/spoor-4>

<https://publicwiki.deltares.nl/display/KWI/Plannenpitches>

Titels en auteurs rapporten

1. "Een alternatief voor de Maeslantkering" Vincent van Liempd en Thuis Oosterling
2. "De optimale configuratie van een gemalencomplex bij een toepassing van zeesluizen in de Nieuwe Waterweg als er een zeespiegelstijging is van +3m t.o.v. het huidige peil" Jan Roos
3. "SLUIZENCOMPLEX CONFIGURATIE" Francis Laack
4. "DIMENSIONERING VAN EEN STAALVEZELONDERWATERBETONVLOER" Robbin Scheurwater
5. "Een geschikte sluisdeur voor de Nieuwe Waterweg" Davide Ferrara
6. "Onderzoeksrapport Gelsluis" Thomas Zweekhorst
7. "Gemalen complex –Nieuwe Waterweg" Nanne Bijlsma
8. "Mitigating the effect of drought on groundwater levels in the east of The NetherlandsThe link between interventions in the Rhine river branches and a closure of the Rijnmond" Joost Ziere
9. "Verdediging en uitbreiding van de kust van Delfland met een 3 meter zeespiegelstijging" Stan van Willigenburg
10. "Wonen op de nieuwe Zuid-Hollandse kust" Marleen Hendriks
11. "Een visie voor de mogelijkheden op het gebied van kusteconomie en ecologie in combinatie met een kustuitbreiding voor 2050 en een doorkijk naar 2100", Tsiky Frescoe
12. "Ontwerp, assemblage en eerste beproeving van een wind tunnel voor onderzoek naar eolisch zandtransport door kerven." Tamara Urosevic
13. Zandvanger met weegmechisme en zonnecel voor online registratie, Giuseppe Schirra
14. "Waterveiligheid in het RijnmondDrechtstedengebied" Een nieuwe rolverdeling tussen het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg om het Rijnmond Drechtstedengebied te ontlasten en waarbij een verhoogd rivierbed in de Nieuwe Waterweg een reductie levert aan de getijslag. Martijn Hensen
15. "KLEINSCHALIGE ZANDSUPPLETIES" Emma Smits
16. " De toetsing van Rotterdamse primaire waterkeringen & variantenstudie voor dijktraject Boompjes-Maasboulevard" Daniël Rook
17. "Waterveiligheid in het RijnmondDrechtstedengebied" Martijn Hensen
18. "Vismigratierivier bij de Haringvlietdam" Jeroen Lokker
19. "Bagger- en opspuitplan Energieopslagmeer" Sietse Kneppers

