

Kust  
visie

# Kustvisie

Redelijke alternatieven

*Rapport*

Redelijke alternatieven  
I/RA/11630/23.332/ABO

*Opgesteld in opdracht van*

Vlaamse Overheid- Departement Mobiliteit en Openbare Werken i.s.m. Agentschap Maritieme  
Dienstverlening en Kust

*Onder begeleiding van*

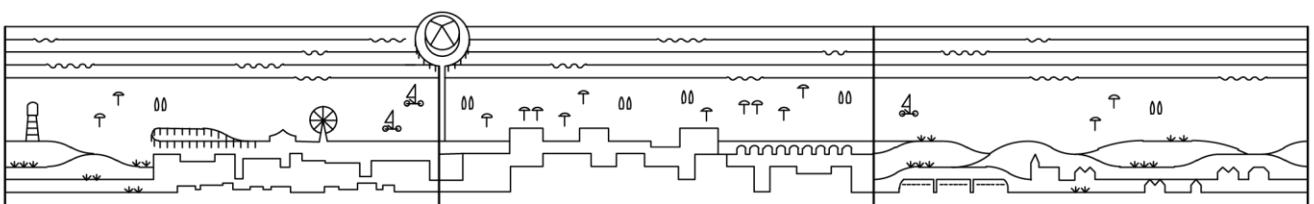
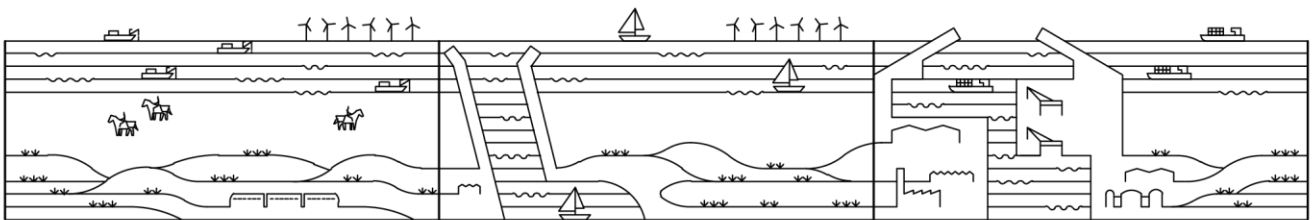
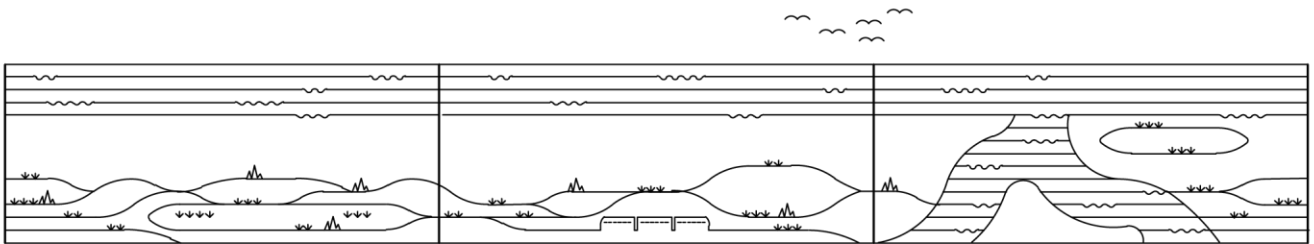
Studieteam Hoogtij(d)  
IMDC, Arcadis, ORG,  
Econopolis, Common Ground, An Luyten, Connect, LDR en Jeroen Bryon

7 december

<b>Versie</b>	<b>Datum</b>	<b>Omschrijving</b>	<b>Auteur</b>	<b>Nazicht</b>	<b>Goedgekeurd</b>
1.0	07/12/2023	1 <sup>e</sup> versie	ABO	VBA, MD	ABO



# Redelijke alternatieven





# Inhoud

1	Inleiding	13
2	Strandzones	15
2.1	Bouwstenen en maatvoering van het lint voor de strandzones	15
2.1.1	Bouwstenen voor de strandzones	15
2.1.2	Algemene uitgangspunten	17
2.2	Alternatief 'Ter plaatse'	19
2.2.1	Vormgeving van het lint	20
2.2.2	Stappenplan	21
2.3	Alternatief 'Zeewaarts'	22
2.3.1	Vormgeving van het lint	22
2.4	Stappenplan	24
2.4.1	'Zeewaarts – in één sprong'	24
2.4.2	'Zeewaarts – in stapjes'	24
3	Havens	29
3.1	Bouwstenen en maatvoering van het lint voor de havens	29
3.1.1	Bouwstenen voor de havens	29
3.1.2	Algemene uitgangspunten	30
3.2	Alternatieven voor de haven van Nieuwpoort	32
3.2.2	Stormvloedkering in de havenmond en een sluis ofwel bij de Langbrug ofwel bij de nieuwe jachthaven	35
3.3	Alternatieven haven van Oostende	38
3.3.1	Open havenmond met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging	38
3.3.2	Stormvloedkering in de havenmond	40
3.3.3	Sluis in de havenmond	41
3.3.4	Gecombineerd alternatief met uitgestelde keuze	42

3.4	Alternatieven voor de haven van Blankenberge	44
3.4.1	Sluis in de havenmond	44
3.4.2	Stormvloedkering in de havenmond	46
3.4.3	Stormvloedkering met sprong naar sluis na +2 m zeespiegelstijging	47
3.4.4	Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging	48
3.4.5	Gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering tot +2 m zeespiegelstijging en uitgestelde keuze	50
3.4.6	Stappenplannen voor de haven van Blankenberge	51
3.5	Alternatieven voor de haven van Zeebrugge	52
3.5.1	De open voorhaven	53
3.5.2	Open havenmond + sluis jachthaven	54
3.5.3	Open havenmond + stormvloedkering jachthaven	55
3.5.4	Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar keersluis	56
3.5.5	Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar sluis	58
3.5.6	Gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering die beschermt tot +2 m zeespiegelstijging en uitgestelde keuze	59
3.5.7	Stappenplan voor de haven van Zeebrugge	59

## Lijst van figuren

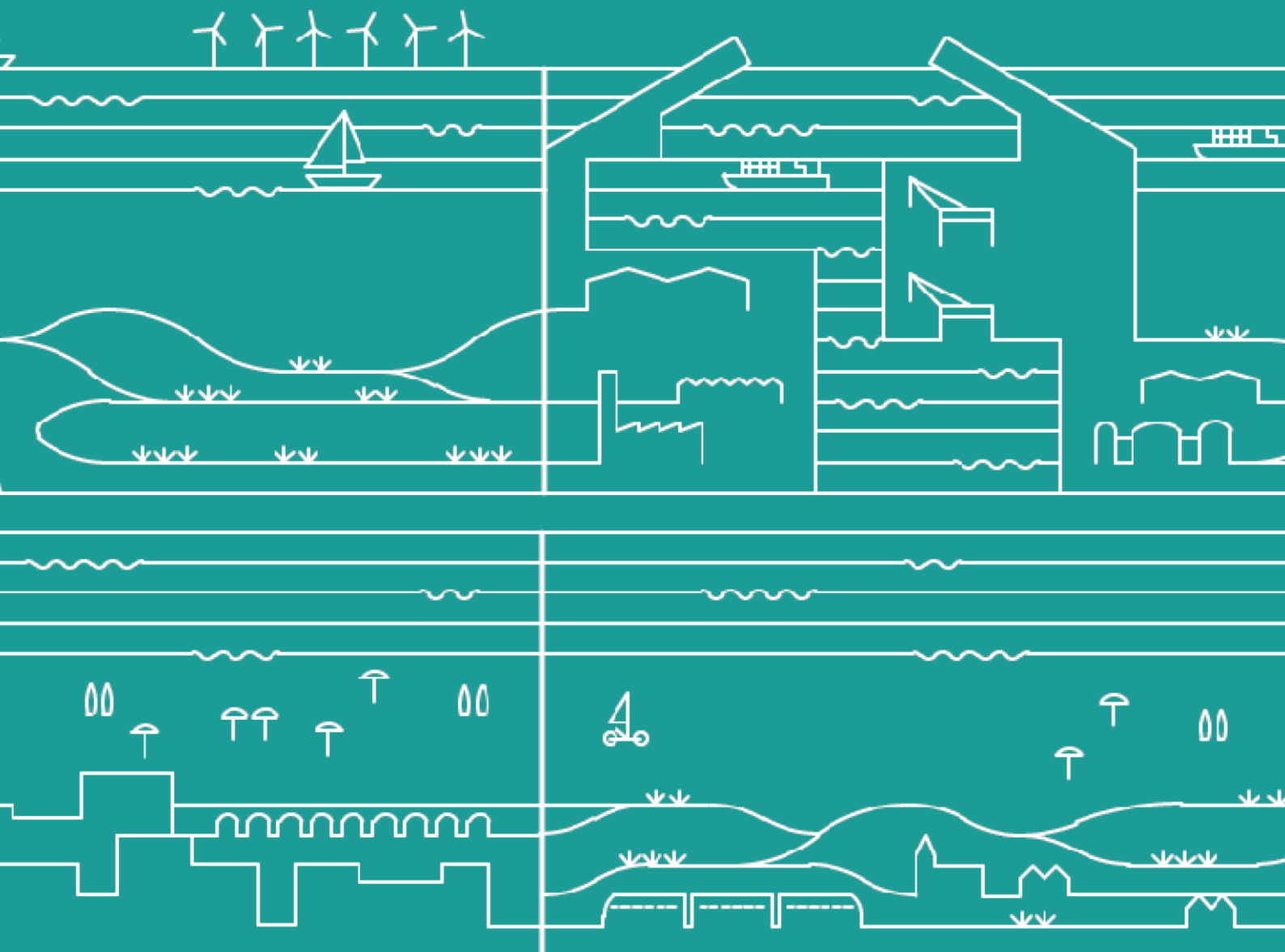
Figuur 2-1: Links: Het lint bij kustlijn ‘Ter plaatse’ – maatregelen passen binnen de vandaag beschikbare ruimte; Rechts: het lint bij kustlijn ‘Zeewaarts’ – de kustlijn verschuift zeewaarts waardoor meer ruimte ontstaat voor kustbeschermingsmaatregelen.	15
Figuur 2-2: Principe inpassingen maatregelen in het kustbeschermingslint. Links: Weergave van inname droog strand in het alternatief ‘Zeewaarts’ bij de type oplossingen duin, hybride en dijk; Rechts: Weergave van inname droog strand in het alternatief ‘Ter plaatse’ bij de type oplossingen hybride en dijk.	16
Figuur 2-3: Aanduiding van de kustvakken met strandophoging en/ of verbreding, omwille van (minimaal) het behoud van de kustlijn, bij +1 m zeespiegelstijging.	17
Figuur 2-4: Aanduiding van de kustvakken waar erosiebeperkende maatregelen (zoals strandhoofden) moeten voorzien worden: gele pijlen voor het alternatief ‘Ter plaatse’; paarse pijlen voor het alternatief ‘Zeewaarts’ (voor +3 m zeespiegelstijging). De rode streepjes tonen waar er in de huidige toestand strandhoofden aanwezig zijn. (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023e)	18
Figuur 2-5: Principes voor de opbouw van een veilig duinmassief, met potentie voor natuurlijke duinaangroei.	18
Figuur 2-6: Diverse mogelijke invullen van het kustbeschermingslint, in combinatie met andere gebruiken.	19
Figuur 2-7: Alternatief ‘Ter plaatse’: de kustlijn blijft behouden op de huidige positie.	19
Figuur 2-8: Aanduiding van dijk/duin/hybride maatregelen en strandzones in de dijk-/duin-/hybridevarianten van het alternatief ‘Ter plaatse’ bij +3 m zeespiegelstijging	20
Figuur 2-9: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het strand ter hoogte van duingebieden voor het alternatief ‘Ter plaatse’. De hoogwaterlijn wordt op de figuren aangeduid met HW.	21
Figuur 2-10: Principe stapsgewijze ophoging van de dijk en het strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief ‘Ter plaatse’. De hoogwaterlijn wordt op de figuren aangeduid met HW.	21

Figuur 2-11: Alternatief 'Zeewaarts': de kustlijn verschuift zeewaarts.	22
Figuur 2-12: Weergave van breedte/ruimte van het droog strand in de huidige situatie (links) en de potentiële ruimte nieuw droog strand voor het alternatief 'Zeewaarts' (rechts).	22
Figuur 2-13: Ontwerpprincipes van een meer stabiele kustlijn. De zeewaartse verschuiving gebeurt steeds per strandzone, dus tussen de havens.	23
Figuur 2-14: Aanduiding van dijk/duin/hybride maatregelen en strandzones in de dijk-/duin-/hybridevarianten van het alternatief 'Zeewaarts' bij +3 m zeespiegelstijging.	23
Figuur 2-15: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de duingebieden voor het alternatief 'Zeewaarts – in één sprong'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.	24
Figuur 2-16: Principe stapsgewijze ophoging van de zeewering en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief 'Zeewaarts – in één sprong'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.	24
Figuur 2-17: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de duingebieden voor het alternatief 'Zeewaarts – in stapjes'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.	25
Figuur 2-18: Principe stapsgewijze ophoging van de zeewering en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief 'Zeewaarts – in stapjes': verschillende kantelpunten per kustvak. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.	25
Figuur 2-19: Het Masterplan Kustveiligheid beschermt ons sowieso tot 2050 tegen minimaal +0,3m ZSS. Bovenstaande kaart geeft voor de badplaatsen met een zeedijk weer - op langere termijn - tot wanneer en waar we kunnen volstaan met een (multifunctioneel) stormmuurtje met een maximale hoogte van 1,2m en dit in combinatie met strandsuppleties. Deze maatregelen zijn toepasbaar als eerste stap in het stappenplan voor 'Zeewaarts – in stapjes'.	26
Figuur 2-20: De stappenplannen voor +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging voor de alternatieven 'Ter plaatse' (links), 'Zeewaarts – in stapjes' (midden) en 'Zeewaarts – in één sprong' (rechts) aan de hand van enkele voorbeelduitwerkingen voor de kustbeschermingsmaatregelen bij een badplaats (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023c).	27
Figuur 3-1: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug' voor de haven van Nieuwpoort.	32
Figuur 3-2: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug'. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.	33
Figuur 3-3: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.	33
Figuur 3-4: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Nieuwe Jachthaven' voor de haven van Nieuwpoort.	34
Figuur 3-5: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Nieuwe Jachthaven'. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.	34
Figuur 3-6: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering + sluis bij de nieuwe jachthaven' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.	35
Figuur 3-7: Het alternatief 'Stormvloedkering en uitgestelde keuze voor de positie van de sluis ter hoogte van de Langbrug of bij de nieuwe jachthaven' voor de haven van Nieuwpoort.	36
Figuur 3-8: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering en uitgestelde keuze voor de positie van de sluis ter hoogte van de Langbrug of bij de nieuwe jachthaven' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.	36
Figuur 3-9: Overzicht stappenplan voor de haven van Nieuwpoort.	37
Figuur 3-10: Het alternatief open haven met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging in de haven van Oostende.	38



Figuur 3-11: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief open haven met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging in de haven van Oostende. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.	39
Figuur 3-12: Het kustbeschermingslint van het alternatief open haven (linkse figuur, oranje gearceerde zone) met een sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging (rechtse figuur, blauw gearceerde zone) in de haven van Oostende.	39
Figuur 3-13: Het alternatief stormvloedkering in de havenmond van Oostende.	40
Figuur 3-14: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Oostende. De lichtblauwe zones liggen voor de primaire zeevering en worden verhoogd om niet onder water te lopen bij hoog water springtij. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.	40
Figuur 3-15: Beschermingslint van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Oostende.	41
Figuur 3-16: Het alternatief met de 'Sluis' in de haven van Oostende.	41
Figuur 3-17: Beschermingslint (paars gearceerde zone) van het alternatief met de 'Sluis' in de haven van Oostende. Hierbij zijn zeer lange nieuwe havendammen nodig.	42
Figuur 3-18: Het gecombineerd alternatief met uitgestelde keuze voor de haven van Oostende.	42
Figuur 3-19: Beschermingslint (roze gearceerde zone) van het gecombineerde alternatief met uitgestelde keuze voor de haven van Oostende.	43
Figuur 3-20: Overzicht van de stappenplannen voor de haven van Oostende.	44
Figuur 3-21: Het alternatief 'Sluis in de havenmond' van Blankenberge.	45
Figuur 3-22: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het alternatief 'Sluis in de havenmond' van Blankenberge.	45
Figuur 3-23: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge.	46
Figuur 3-24: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge. De lichtblauwe zones liggen voor de primaire zeevering en worden verhoogd om niet onder water te lopen bij hoog water springtij. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.	46
Figuur 3-25: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge.	47
Figuur 3-26: Principe aanpassen stormvloedkering (links) naar sluis (rechts).	47
Figuur 3-27: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar sluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.	48
Figuur 3-28: Alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.	48
Figuur 3-29: Twee opties voor de keersluis: in serie (links) of sluis en stormvloedkering in parallel (rechts).	49
Figuur 3-30: Schematische weergave van de inplanting van de stormvloedkering en de keersluis (de paars gearceerde zone) in het alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.	49
Figuur 3-31: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het redelijk alternatief in de haven van Blankenberge bij een bescherming met stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging.	50
Figuur 3-32: Gecombineerd alternatief 'Start met stormvloedkering met uitgestelde keuze na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.	50
Figuur 3-33: Beschermingslint (de roze gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering met uitgestelde keuze voor de sprong naar stormvloedkering, sluis of open sluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.	51
Figuur 3-34: Overzicht van de stappenplannen van alle alternatieven voor de haven van Blankenberge.	52

Figuur 3-35: Zoom op het kustbeschermingslint rondom de jachthaven en ter hoogte van de Kustlaan. De redelijke alternatieven voor de haven van Zeebrugge zijn verschillend in dit deel van het lint.	53
Figuur 3-36: Het alternatief met de open voorhaven van Zeebrugge.	53
Figuur 3-37: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief met de open zeehaven in Zeebrugge. In deze weergave is een open jachthaven verondersteld (niet als redelijk beschouwd alternatief voor jachthaven).	54
Figuur 3-38: Beschermingslint (de oranje gearceerde zone) voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.	54
Figuur 3-39: Alternatief Open havenmond + sluis jachthaven in Zeebrugge	55
Figuur 3-40: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van de Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.	55
Figuur 3-41: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven in Zeebrugge	56
Figuur 3-42: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open voorhaven en stormvloedkering bij de jachthaven van Zeebrugge.	56
Figuur 3-43: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar keersluis	57
Figuur 3-44: Concept stormvloedkering (links) en keersluis (rechts) in de toegang naar de jachthaven in Zeebrugge.	57
Figuur 3-45: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven met keersluis (na +2 m zeespiegelstijging) in de toegang naar de jachthaven in Zeebrugge.	58
Figuur 3-46: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar sluis	58
Figuur 3-47: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van de Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een stormvloedkering met sprong naar sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.	59
Figuur 3-48: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open voorhaven en stormvloedkering met uitgestelde keuze voor stormvloedkering, sluis of keersluis na +2 m zeespiegelstijging bij de jachthaven van Zeebrugge.	59
Figuur 3-49: Stappenplan voor de open voorhaven van Zeebrugge.	60
Figuur 3-50: Stappenplan voor de alternatieven voor de jachthaven van Zeebrugge	60



# Inleiding

# 1 Inleiding

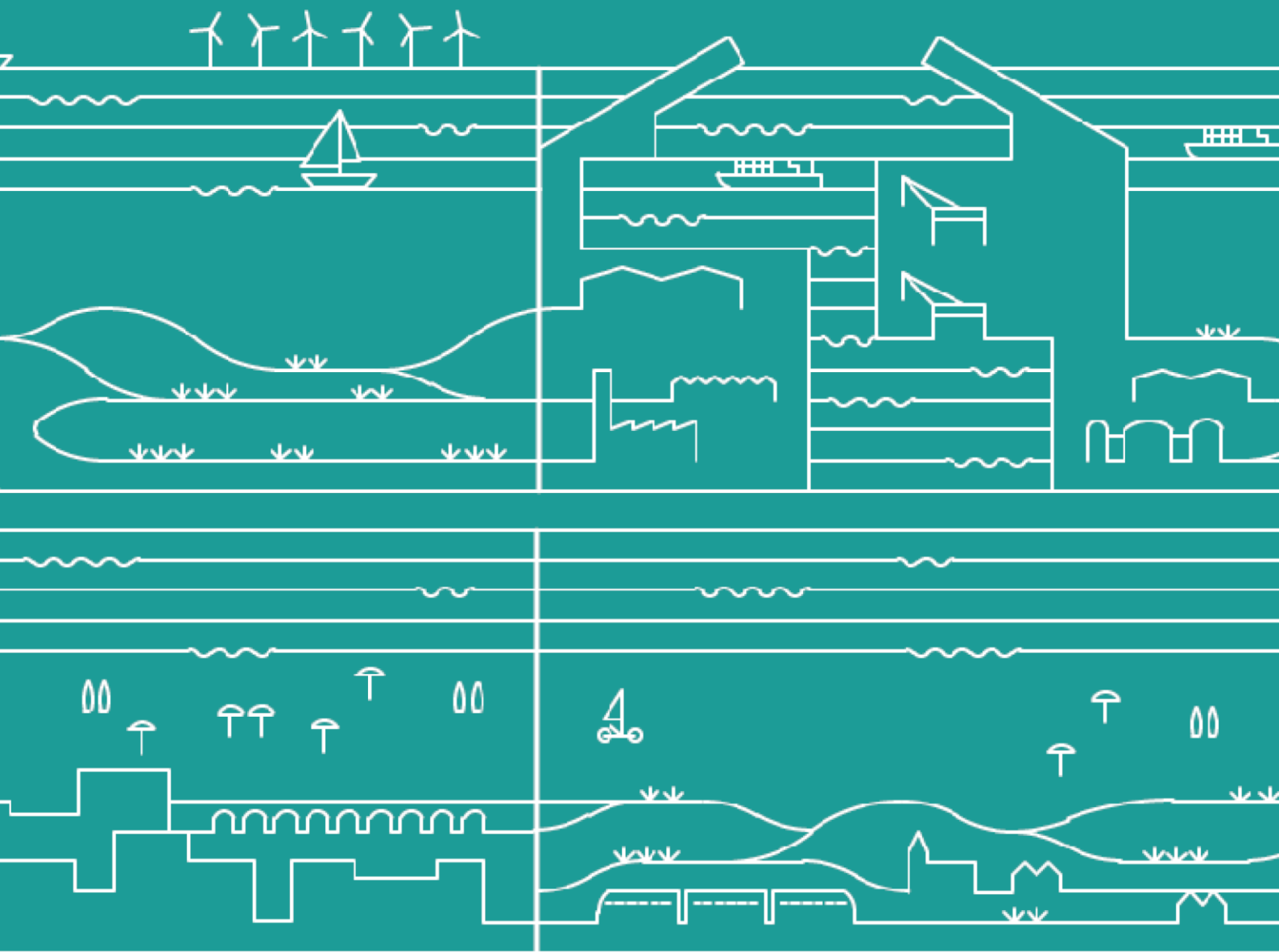
Dit rapport geeft een overzicht van de **redelijke alternatieven zoals beschouwd in het geïntegreerd onderzoek**. Er werden nog meer alternatieven onderzocht tijdens het voortraject en het co-creatie onderzoekstraject. Deze zijn opgenomen in de strandzoneatlas en de havenatlas (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023c, 2023d).

De niet-redelijk bevonden alternatieven werden besproken in de onderzoeksnota (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023a).

Voor de **strandzones** worden twee redelijke alternatieven voorgesteld: het alternatief 'Ter plaatse' en het alternatief 'Zeewaarts' (met 2 uitvoeringsvarianten 'in stapjes' en 'in één sprong'). Beide alternatieven houden elk een waaier aan kustbeschermingsmaatregelen open, ingedeeld in drie varianten namelijk: harde (vb. dijk), zachte (vb. duin), en hybride maatregelen (combinatie van hard en zacht).

Voor de vier **zeehavens** worden telkens één of meerdere beschermingsstrategieën onderzocht: de open haven, de stormvloedkering, de sluis en/ of de keersluis. Voor een bepaalde haven zijn soms niet alle beschermingsstrategieën mogelijk.

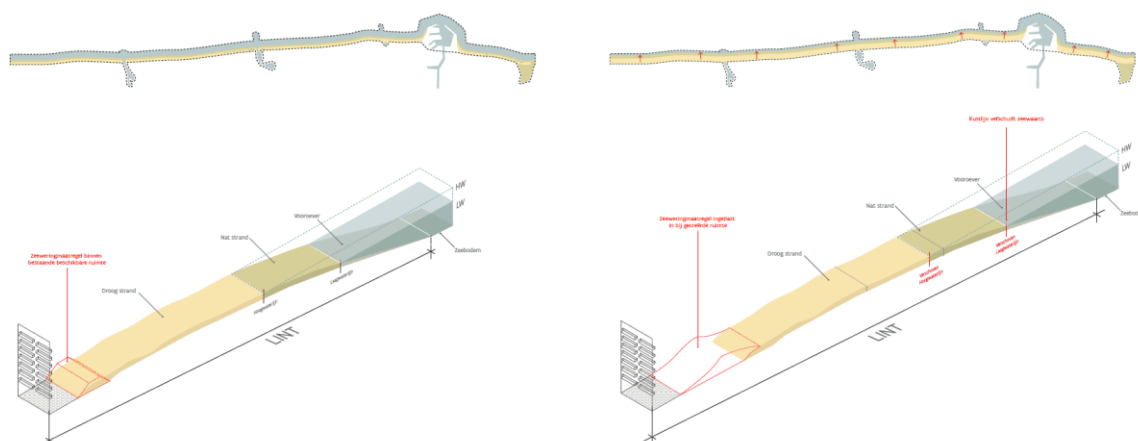
De redelijke alternatieven worden hierna kort beschreven. Alle figuren in dit document zijn telkens ook terug te vinden in de strandzone- of de havenzoneatlas.



# Strandzonen

## 2 Strandzones

Voor de strandzones zijn **twee redelijke alternatieven** onderzocht: **'Ter plaatse'** en **'Zeewaarts'**. De naamgeving verwijst naar de ligging van de kustlijn en het kustbeschermingslint in de alternatieven: op de plek zoals we deze vandaag kennen ('Ter plaatse') of meer richting zee ('Zeewaarts'). Het kustbeschermingslint reikt hier telkens van de boulevard of duingebied tot en met de vooroever. Bij 'Zeewaarts' verschuift de kustlijn richting zee waardoor er meer ruimte ontstaat voor de kustbeschermingsmaatregelen. Onderstaande figuur toont dit concept voor beide alternatieven.



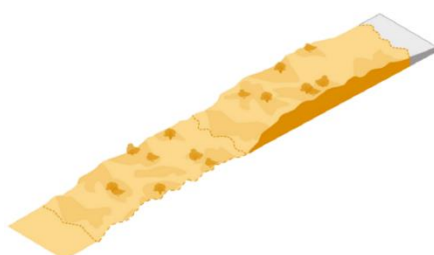
Figuur 2-1: Links: Het lint bij kustlijn 'Ter plaatse' – maatregelen passen binnen de vandaag beschikbare ruimte; Rechts: het lint bij kustlijn 'Zeewaarts' – de kustlijn verschuift zeewaarts waardoor meer ruimte ontstaat voor kustbeschermingsmaatregelen.

### 2.1 Bouwstenen en maatvoering van het lint voor de strandzones

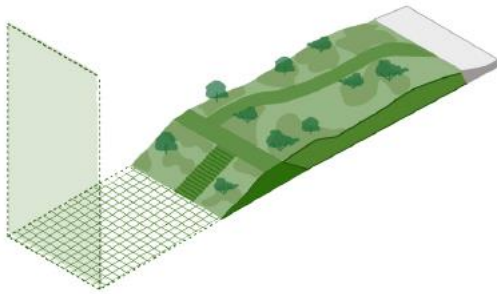
#### 2.1.1 Bouwstenen voor de strandzones

Voor de **strandzones** onderscheiden we **3 verschillende types kustbeschermingsmaatregelen, 3 varianten: hard, zacht of hybride**. Elk van deze drie types maatregelen werkt in combinatie met het voorliggende strand en de vooroever.

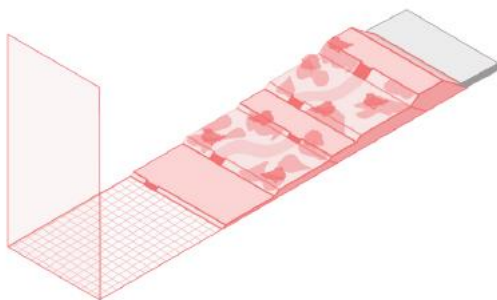
- **Zachte maatregelen:** zoals bijvoorbeeld duinen, strandsuppleties,... Door het aanleggen van nieuwe beschermende duinengordels of het versterken van bestaande duinen kan een volledig zandige zeeoever worden gevormd. Nieuwe duinengordels zijn het breedste (in vergelijking met hybride en harde maatregelen). Bij lagere zeespiegelstijgingen kunnen strandsuppleties lokaal voldoende zijn als kustbeschermingsmaatregel.



- Hybride kustbeschermingsmaatregelen zijn oplossingen waarin harde maatregelen (vb. dijken) gecombineerd worden met zachte maatregelen (vb. duinen). Een mooi voorbeeld is de nieuw aangelegde grasdijk in Westende. Hybride kustbeschermingsmaatregelen hebben doorgaans een kleinere ruimte impact dan duinengordels en een grotere ruimtelijke impact dan dijken.

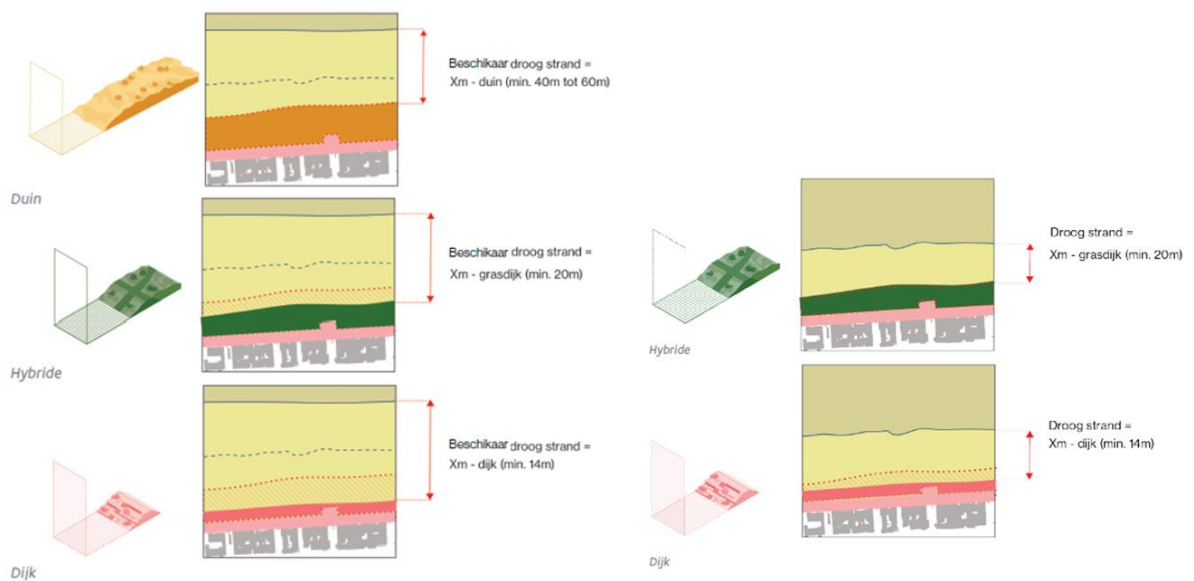


- Hard: Dijken en stormmuren zijn voorbeelden van een volledig harde kustbescherming. Dijken kunnen als verharde structuur in de publieke ruimte van de boulevards geïntegreerd worden. Dijken vormen de meest compacte zeekering, maar kunnen afhankelijk van de invulling (vb. park) ook breed worden uitgevoerd.



Een **alternatief kan meer of minder ruimte bieden** voor het inpassen van de kustbeschermingsmaatregelen. Onderstaande figuur toont een vergelijking tussen het alternatief 'Ter plaatse' en 'Zeewaarts'. Het alternatief 'Zeewaarts' biedt aanzienlijk meer ruimte voor het inpassen van verschillende types kustbeschermingsmaatregelen. Immers, wanneer het kustbeschermingslint ruimte biedt voor het behoud van het huidige droog strand én de inpassing van een beschermend duinlichaam, zal er sowieso ook ruimte zijn voor het inpassen van dijken of hybride oplossingen, waarbij zelfs de boulevard kan verbreed worden.

De alternatieven verschillen onderling in de ruimte die het kustbeschermingslint biedt, waardoor ook het type maatregelen dat kan ingepast worden binnen deze ruimte anders zal zijn. De logische opbouw van elk alternatief en de mogelijke type maatregelen worden hierna beschreven.



Figuur 2-2: Principe inpassingen maatregelen in het kustbeschermingslint. Links: Weergave van inname droog strand in het alternatief 'Zeewaarts' bij de type oplossingen duin, hybride en dijk. Rechts: Weergave van inname droog strand in het alternatief 'Ter plaatse' bij de type oplossingen hybride en dijk.

## 2.1.2 Algemene uitgangspunten

Alle alternatieven voor de strandzones bieden **bescherming tegen een 1000-jarige stormvloed**, ook na zeespiegelstijging. Vertrekkend van de resultaten van de veiligheidsscan voor de Vlaamse kust (Consortium Hoogtijd) (IMDC, ORG, Arcadis), 2022c), werd bepaald waar maatregelen nodig zijn en voor welke zeespiegelstijging.

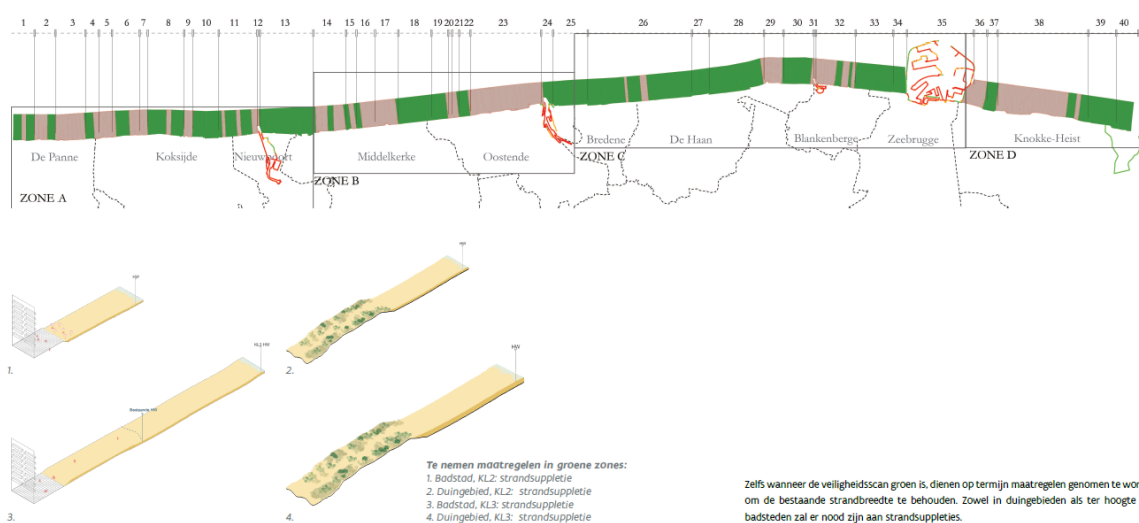
Voor deze locaties werd er **ontwerpend onderzoek** uitgevoerd op basis van de ontwerpdimensies van de nodige kustbeschermingsmaatregelen, het type zeewering en de karakteristieken van elke zone. De combinatie van de minimale ruimte nodig voor elk type kustbeschermingsmaatregel en het gewenste gebruik van de stranden per kustvak, liet toe de alternatieven vorm te geven, in overleg met de stakeholders.

Bij het **ontwerp van de kustbeschermingsmaatregelen** werden een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- Waar de kust vandaag al uitsluitend door duinen beschermd wordt, worden enkel zachte maatregelen voorgesteld. Hierbij worden ook geen nieuwe duinvoetverstevingen tussen strand en duin voorzien.
- Een duin biedt voldoende bescherming wanneer deze een minimaal zandvolume bevat, zodat ook tijdens stormen voldoende buffer aanwezig blijft. Per kustvak en per zeespiegelstijgingsniveau werden grootteorde dimensies bepaald (hoogte, breedte en zandvolume). Voor de Vlaamse kust werd een minimale breedte gevonden van 40 à 60 m voor een duin om voldoende kustbescherming te bieden. Bij voorkeur wordt dit gecombineerd met een minimaal droog strand van ongeveer 35 m, om het duin blijvend te voeden. Dit laatste is toegepast als een van de elementen in het bepalen van de zeewaartse verplaatsing in 'Zeewaarts'.
- Voor een badplaats werden de 3 uitvoeringsvarianten beschouwd (zacht / hybride / hard), indien er voldoende ruimte binnen het kustbeschermingslint is. De 'zachte' maatregelen hebben steeds de grootste ruimte inname. Hybride en harde maatregelen zijn doorgaans iets compacter.
- De afmetingen (hoogte en breedte) van de harde en hybride kustbeschermingsmaatregelen variëren van kustvak tot kustvak. Per kustvak en per zeespiegelstijgingsniveau werden grootteorde dimensies bepaald. Typische hoogtes per zone werden gerapporteerd in het plan-MER.
- De helling van het nat en droog strand is dezelfde als in de bestaande situatie. Dit impliceert dat de korrelgrootte voor de strand- en vooroeversuppleties gelijkaardig is aan de huidige korrelgrootte op de stranden en de vooroever.
- Er wordt aangesloten op de vooroever met een helling van 1/30 (3%), wat iets hoger is dan in de bestaande situatie. Deze helling zal zich door de natuurlijke hydromorfologische processen herstellen.
- In elk alternatief zijn er overal langsheen de kust strandsuppleties nodig om minimaal mee te groeien met de zeespiegelstijging. Deze suppleties zijn nodig om de huidige strandbreedte én een vloeiende aanéengesloten kustlijn zonder bruuske sprongen te bewaren, ook op locaties waar er geen veiligheidsprobleem is.

### Veiligheidsscan - GROEN

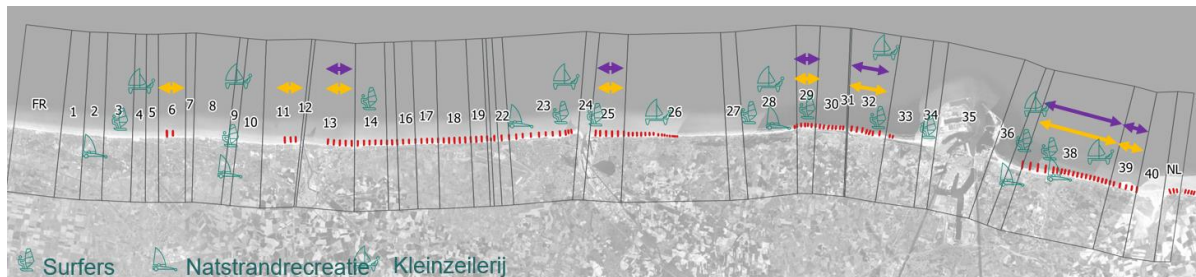
te nemen maatregelen



Figuur 2-3: Aanduiding van de kustvakken met strandophoging en/ of verbreding, omwille van (minimaal) het behoud van de kustlijn, bij +1m zeespiegelstijging.

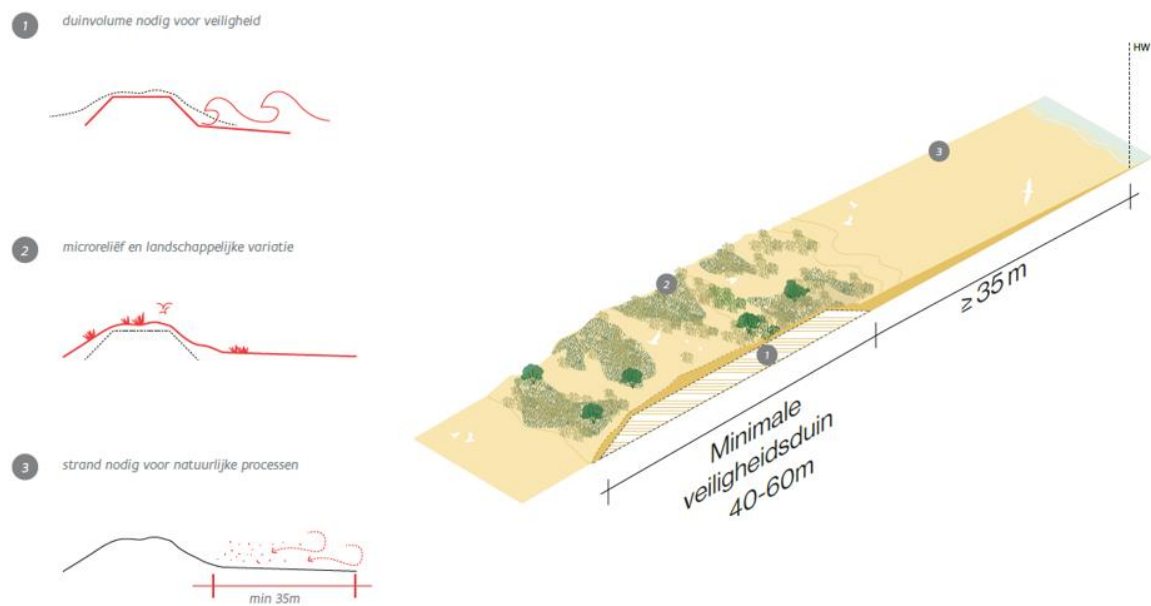


- Om de onderhoudshoeveelheden te beperken is er een noodzaak om erosiebeperkende maatregelen zoals bijvoorbeeld strandhoofden te voorzien in een aantal kustvakken. Dit gaat over zones waar ook op vandaag al strandhoofden aanwezig zijn. Afhankelijk van het alternatief is dit nodig in meer of minder kustvakken (zie onderstaande figuur). Specifiek ten westen van het Zwin zijn nieuwe strandhoofden nodig om verhoogde verzanding van het Zwin te voorkomen. Deze maatregelen maken integraal deel uit van de alternatieven.



Figuur 2-4: Aanduiding van de kustvakken waar erosiebeperkende maatregelen (zoals strandhoofden) moeten voorzien worden: gele pijlen voor het alternatief 'Ter plaatse'; paarse pijlen voor het alternatief 'Zeewaarts' (voor +3 m zeespiegelstijging). De rode streepjes tonen waar er in de huidige toestand strandhoofden aanwezig zijn. (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023e)

- Een duin hoeft niet per se artificieel gesuppleerd of 'gebouwd' te worden, maar kan natuurlijk ontstaan en aangroeien mits aan een aantal randvoorwaarden voldaan wordt:
  - Een voldoende breed droogstrand en voorduin om het nodige duinvolume een plaats te bieden.
  - Een voldoende breed droogstrand zodat het eolisch zandtransport genoeg zand richting het duin aanvoert.
  - De aanwezigheid van voldoende sediment in het systeem; dit kan gerealiseerd worden door strand- en vooroeversuppleties.
  - Een passend beheer van de nieuwe duinen (vb. beperken van betreding, geen opruiming vloedmerk, garanderen van invangcapaciteit door beplanting, rijshouthagen...).

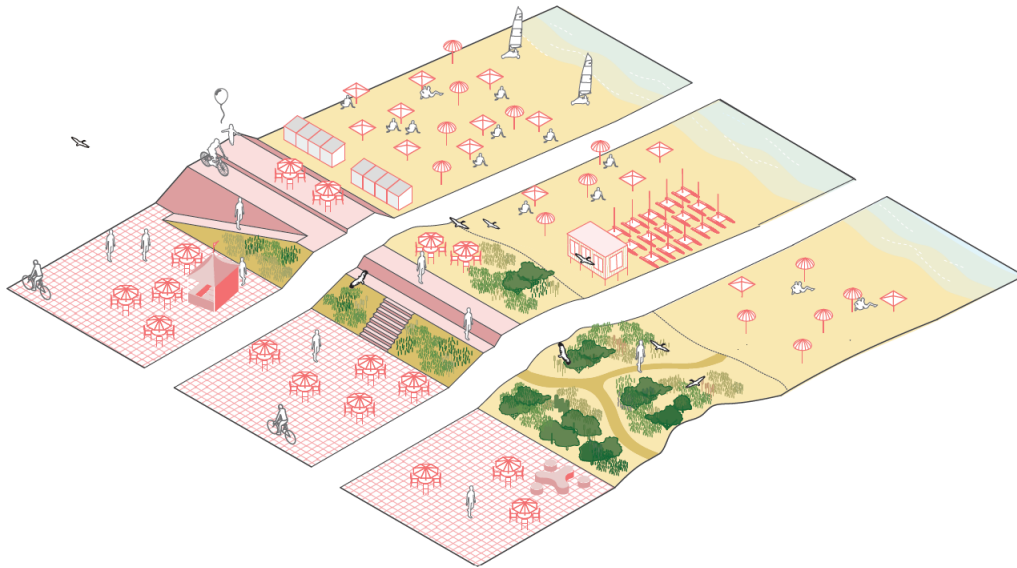


Figuur 2-5: Principes voor de opbouw van een veilig duinmassief, met potentie voor natuurlijke duinaangroei.

Per alternatief werd ook een **stappenplan** uitgewerkt waarbij telkens voor +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging bepaald werd welke maatregelen en bijhorende ruimte voorzien moeten worden om onze kust te blijven beschermen tegen een 1000-jarige stormvloed. Daarbij werd ook rekening gehouden met de opeikbaarheid van maatregelen uit het Masterplan Kustveiligheid. Het verderzetten en uitbreiden van het Masterplan Kustveiligheid kan immers een eerste stap vormen in de verdere aanpassing van de zeewering aan verhoogde zeespiegelstijging.

Voor een **visualisatie van de alternatieven** wordt verwezen naar de strandzoneatlas (Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023a). Samen met de stakeholders werd er binnen het afgebakende kustbeschermingslint op zoek gegaan naar potentiële invullingen om verder inzicht te verschaffen in de **kansrijkheid** van deze oplossingen, dit zowel voor natuur, landschap, toerisme-recreatie als lokale economie. Onderstaande figuur toont enkele invullingen ter illustratie.

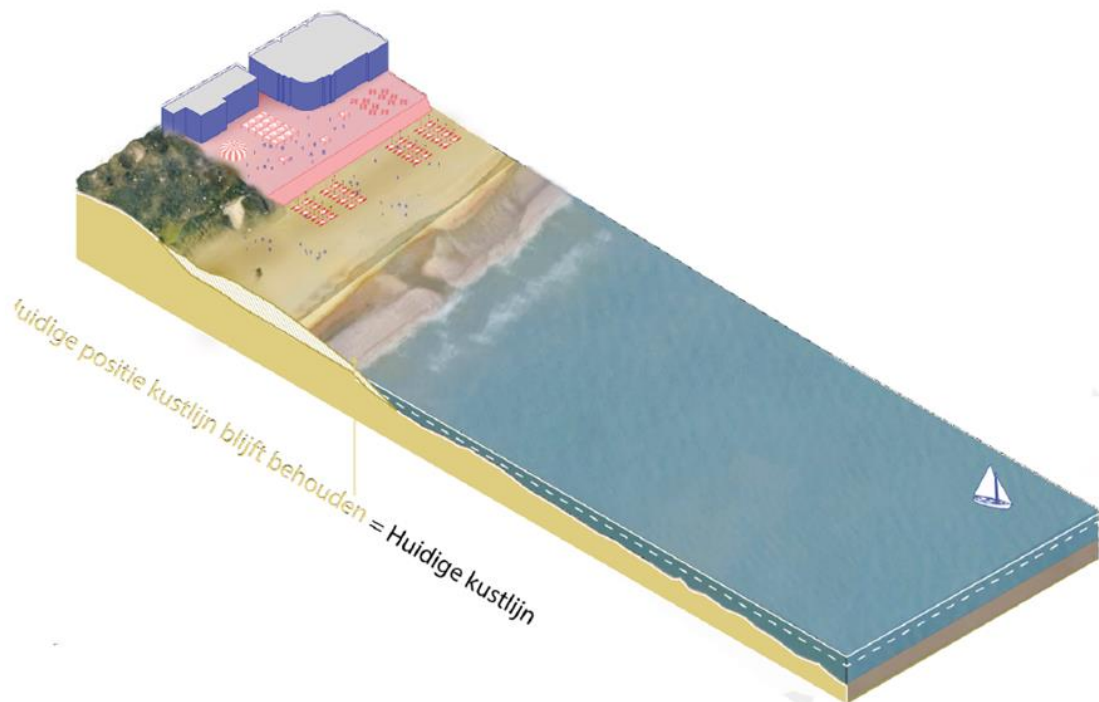
De potenties werden in deze fase gezocht binnen de ruimte van het afgebakende kustbeschermingslint van elk alternatief, in hoofdzaak bepaald door de ruimte nodig voor een kwalitatieve inpassingen van de beschouwde kustbeschermingsmaatregelen. In de toekomst, bij de verdere uitwerking van het voorkeursalternatief op projectniveau en de verankering van het kustbeschermingslint kan het lint verder 'gekneed' worden. Het is mogelijk interessant na te denken over een 'breder lint' in functie van koppelkansen (zie ook actieplan).



Figuur 2-6: Diverse mogelijke invullen van het kustbeschermingslint, in combinatie met andere gebruiken.

## 2.2 Alternatief 'Ter plaatse'

Het alternatief 'Ter plaatse' gaat uit van het **behoud van de huidige kustlijnligging** het behoud van de huidige gemiddelde laagwaterlijn. Dat betekent dat de **toekomstige zeevering ingepast** moet worden binnen de ruimte van de **bestaande kustbeschermingszone**. Deze zone omvat het deel van de kust en de Noordzee dat een rol speelt bij de natuurlijke (bijvoorbeeld duinen en strand) en kunstmatige (bijvoorbeeld dijk, golfbreker en stormmuur) bescherming van de kust tegen overstromingen.



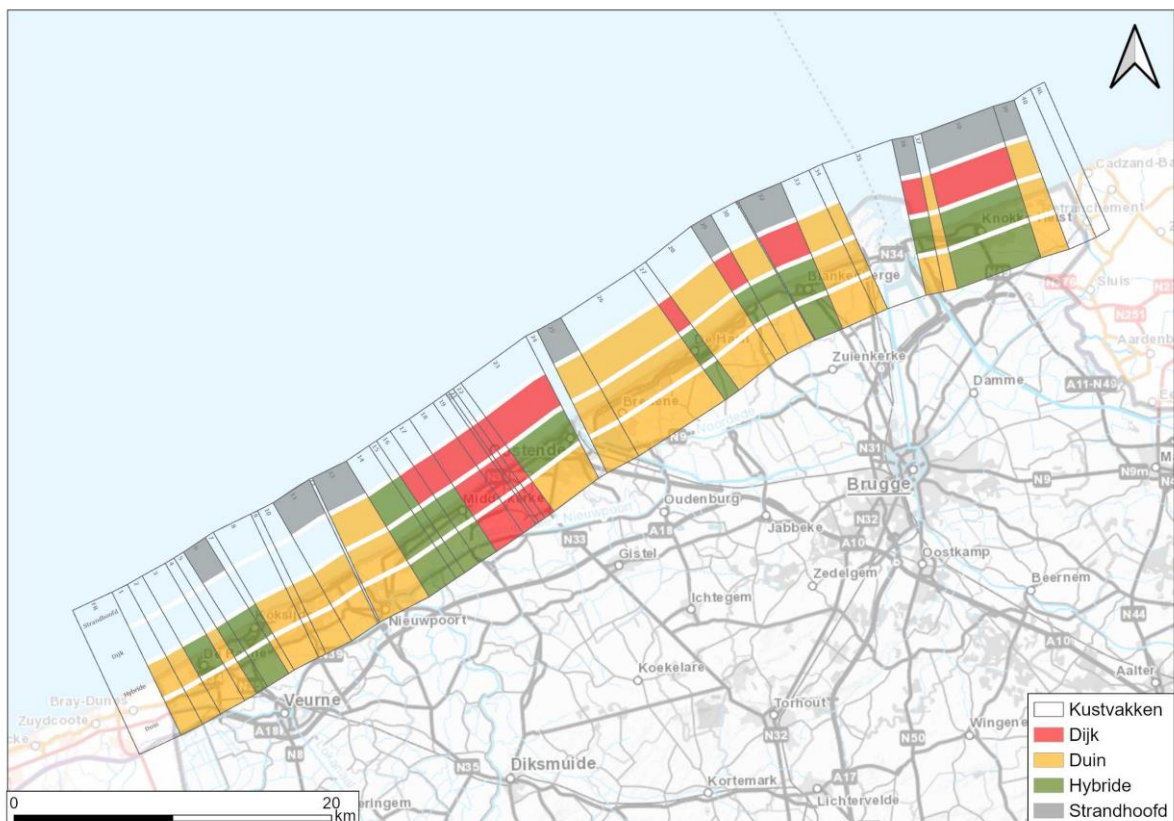
Figuur 2-7: Alternatief 'Ter plaatse': de kustlijn blijft behouden op de huidige positie.

## 2.2.1 Vormgeving van het lint

Omdat het alternatief 'Ter plaatse' uitgaat van het behoud van de huidige positie van de kustlijn, de gemiddelde laagwaterlijn, moeten toekomstige kustbeschermingsmaatregelen ingepast worden binnen de kustbeschermingszone zoals we die vandaag kennen. Stranden en duinen komen hoger te liggen en de noodzakelijke kustbeschermingsmaatregelen worden opgetrokken ter hoogte van de boulevards in badplaatsen.

Om de ruimte-inname van de kustbeschermingsmaatregelen op het droog strand te beperken, worden de toekomstige maatregelen compact gehouden. Voor badplaatsen zijn voornamelijk harde en eventueel hybride maatregelen (zoals bijvoorbeeld de grasdijk in Westende) mogelijk. De toekomstige kustbeschermingsmaatregelen bij 'Ter plaatse' zullen immers een deel van het droog strand innemen. Ter hoogte van badplaatsen is er doorgaans onvoldoende plaats om een duin voor de bestaande dijk in te passen, wanneer een minimale breedte van ongeveer 30m droog strand voor de diverse strandactiviteiten behouden dient te worden. De breedte van het nat strand blijft gelijk.

In het strategisch beleidsplan Kustvisie werd per strandzone onderzocht welke stappen er nodig zijn bij +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging, en welke maatregelen er kunnen ingezet worden per locatie. De kaart hieronder toont het overzicht van de mogelijke maatregelen per kustzone, voor +3 m zeespiegelstijging.

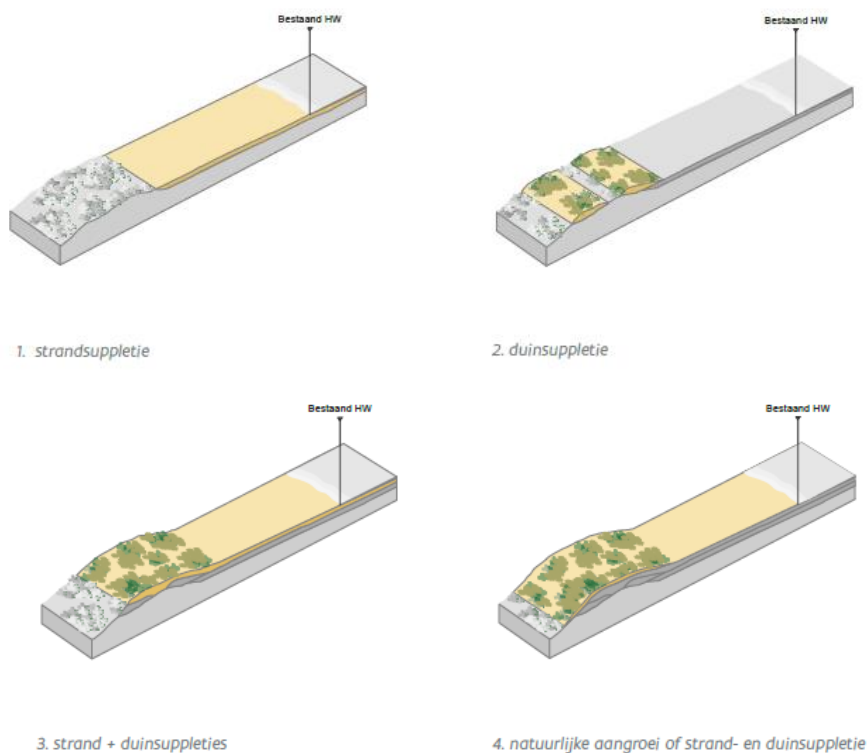


Figuur 2-8: Aanduiding van dijk/duin/hybride maatregelen en strandzones in de dijk-/duin-/hybridevarianten van het alternatief 'Ter plaatse' bij +3 m zeespiegelstijging

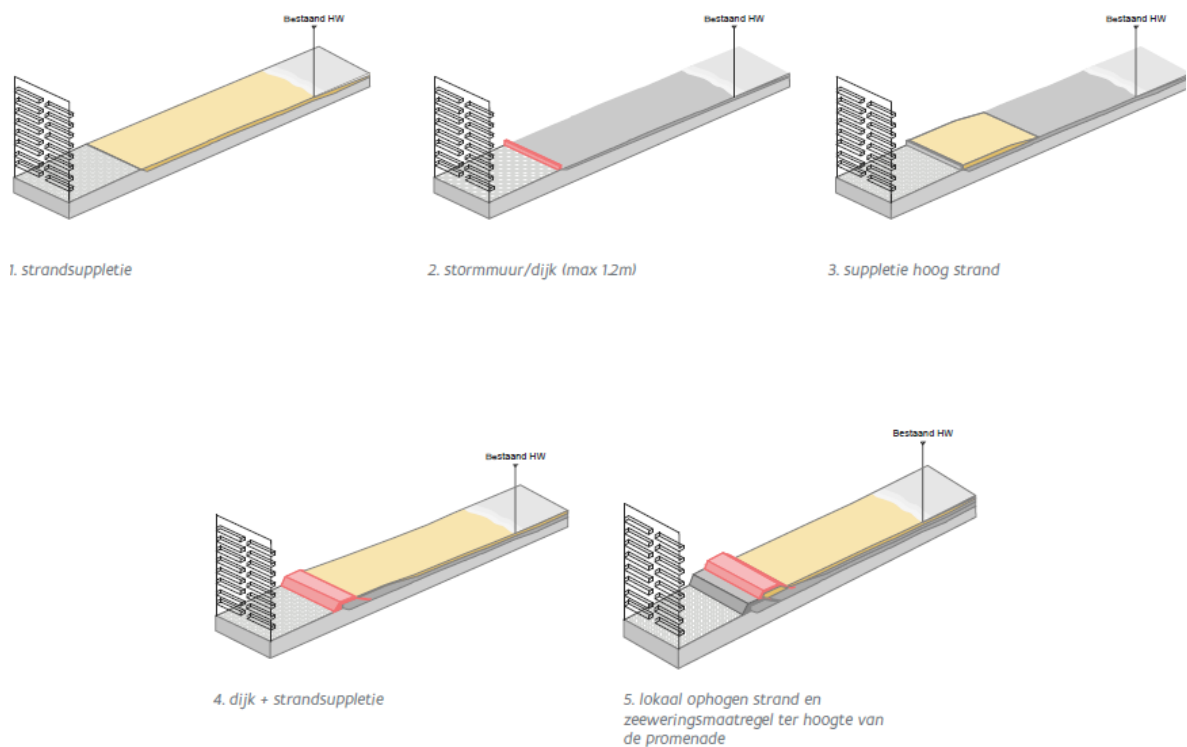
Voor de hoogte en de grootteorde afmetingen van de maatregelen langsheen de kust wordt verwezen naar het ontwerp plan-MER en de rapporten van de ondersteunde studies van het geïntegreerd onderzoek.

## 2.2.2 Stappenplan

De figuur hieronder toont hoe het alternatief 'Ter plaatse' kan **meegroeien met de zeespiegelstijging** in verschillende tussenstappen. De kustbeschermingsmaatregelen worden dus geleidelijk aan hoger, binnen de momenteel reeds beschikbare ruimte.



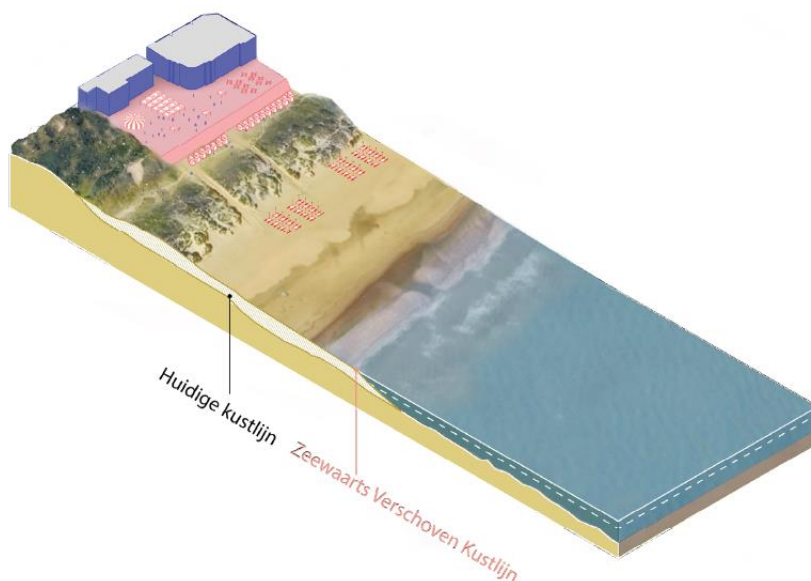
Figuur 2-9: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het strand ter hoogte van duingebieden voor het alternatief 'Ter plaatse'. De hoogwaterlijn wordt op de figuren aangeduid met HW.



Figuur 2-10: Principe stapsgewijze ophoging van de dijk en het strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief 'Ter plaatse'. De hoogwaterlijn wordt op de figuren aangeduid met HW.

## 2.3 Alternatief 'Zeewaarts'

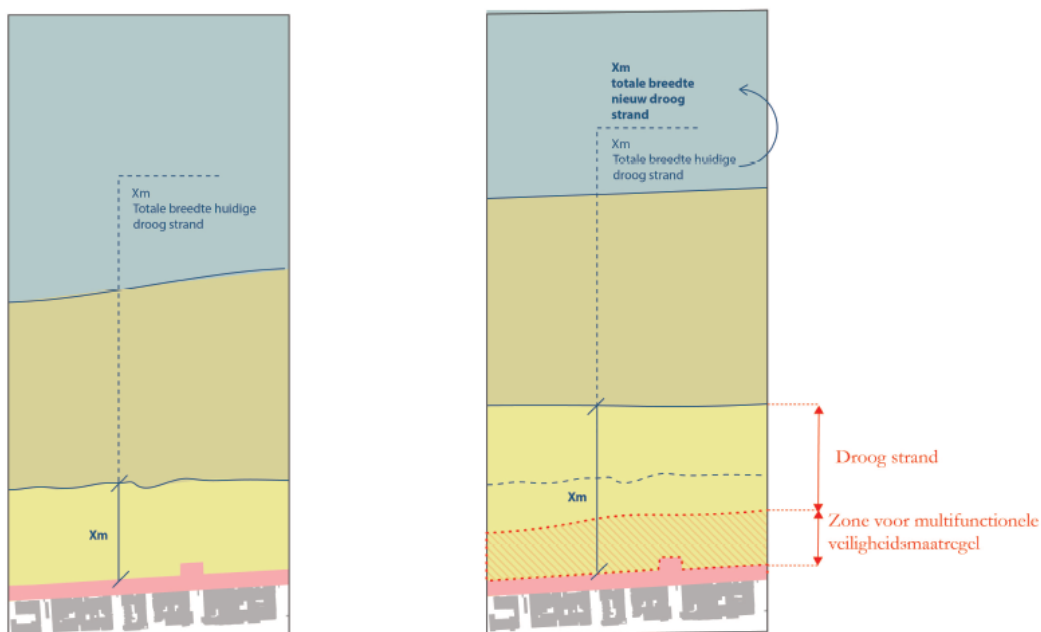
Het alternatief 'Zeewaarts' heeft als uitgangspunt dat **de kustlijn zeewaarts verschuift** langsheen de volledige kust en er dus een breder kustbeschermingslint ontstaat. Het alternatief 'Zeewaarts' biedt aanzienlijk meer ruimte voor het inpassen van de kustbeschermingsmaatregelen dan het alternatief 'Ter plaatse'.



Figuur 2-11: Alternatief 'Zeewaarts': de kustlijn verschuift zeewaarts.

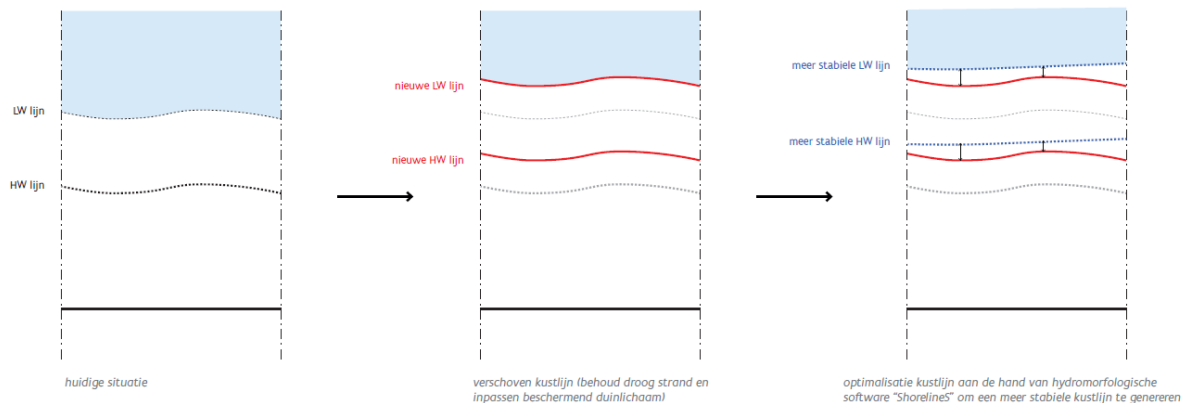
### 2.3.1 Vormgeving van het lint

Het alternatief 'Zeewaarts' gaat uit van een **maximaal zandige kustverdediging** langsheen de kust, van Frankrijk tot Nederland. Daarom wordt overall ruimte voorzien voor het inpassen van een veilig duinlichaam (40 à 60 m breed). Bovendien gaat dit alternatief uit van het behoud van de breedte van het droog strand. Hierdoor is het lint ook ruim genoeg om ook dijken of hybride oplossingen kwalitatief te kunnen inpassen, waarbij ook bijvoorbeeld de boulevard verbreed kan worden. Omdat er meer ruimte beschikbaar is, zijn de vormgevingsmogelijkheden van de kustbeschermingsmaatregelen in alternatief 'Zeewaarts' vrijwel oneindig.



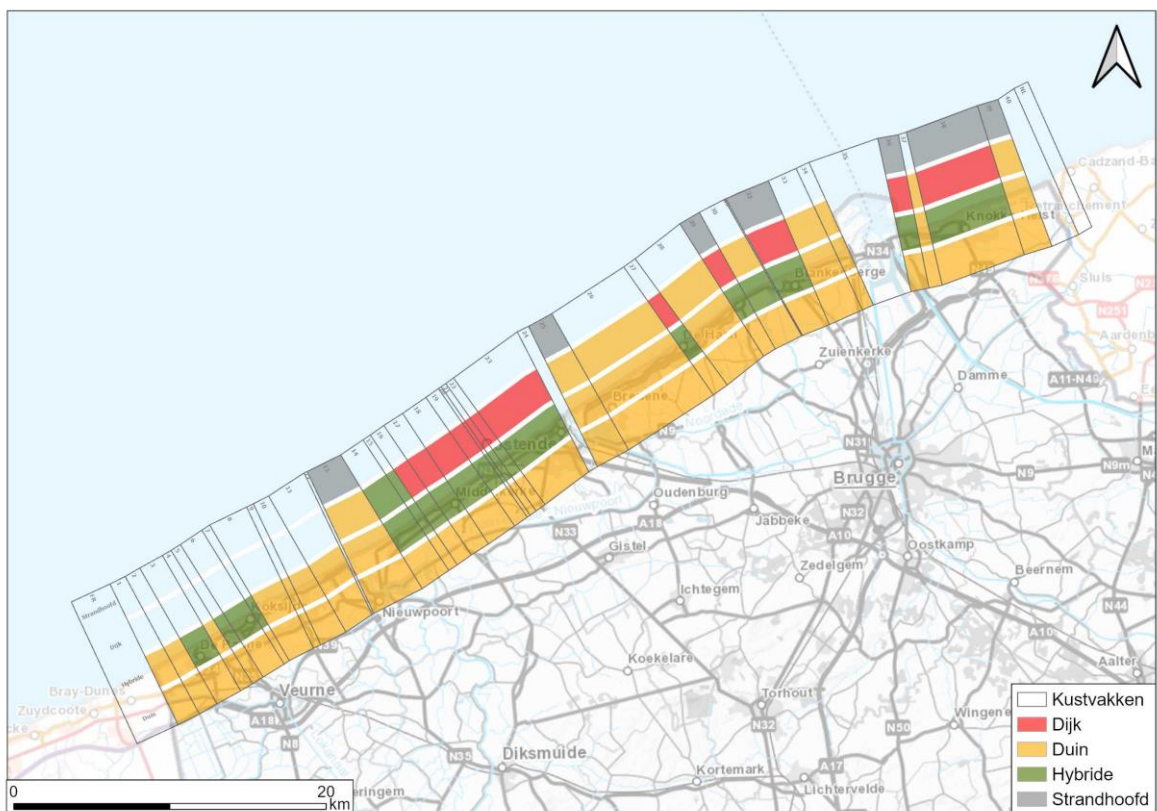
Figuur 2-12: Weergave van breedte/ruimte van het droog strand in de huidige situatie (links) en de potentiële ruimte nieuw droog strand voor het alternatief 'Zeewaarts' (rechts).

Bij deze zeewaartse uitbreiding van het strand en de verplaatsing van de kustlijn wordt de kustlijnvorm aangepast om een **meer stabiele kustlijn** te creëren. Dit kunnen we doen door het langstransport langs de kust te beperken, door de kustlijnoriëntatie te wijzigen en sprongen in de kustlijn te vermijden. We voorzien dus niet enkel de minimale breedte van de zachte kustbeschermingsmaatregel per kustvak, maar zorgen voor een vloeiende kustlijn doorheen de hele strandzone. Hierdoor krijgen een aantal kustvakken een breder strand dan strikt noodzakelijk voor de veiligheid. Zo resulteert alternatief 'Zeewaarts' uiteindelijk in een zeewaartse verschuiving van de kustlijn met gemiddeld 95 à 115 m bij +3m zeespiegelstijging. Deze **zeewaartse verschuiving de kustlijn** gebeurt niet per kustvak, maar telkens voor groter aaneengesloten gehelen (meerdere kustvakken), waarbij een vloeiende kustlijn een aandachtspunt blijft. Op termijn resulteert dit in een zeewaartse verschuiving voor de volledige strandzone, tussen twee havens, waarbij de stranden aansluiten op de havendammen. Dit principe wordt ook getoond op onderstaande figuur.



Figuur 2-13: Ontwerpprincipes van een meer stabiele kustlijn. De zeewaartse verschuiving gebeurt steeds per strandzone, dus tussen de havens.

Door de zeewaartse verschuiving van de kustlijn zal alternatief 'Zeewaarts' een breder kustbeschermingslint hebben in vergelijking met het alternatief 'Ter plaatse'. Hierdoor is er ook **meer potentie voor natuurlijke duinaangroei** (meer ruimte) **en natuurlijke dynamiek** voor duinherstel (grotere zandbuffer). Daardoor zou de kust beleefd kunnen worden als één aaneengesloten robuust duinenlandschap, reikend van de Franse tot de Nederlandse grens met de bijhorende toeristische en ecologische kansen.



Figuur 2-14: Aanduiding van dijk/duin/hybride maatregelen en strandzones in de dijk-/duin-/hybridevarianten van het alternatief 'Zeewaarts' bij +3m zeespiegelstijging

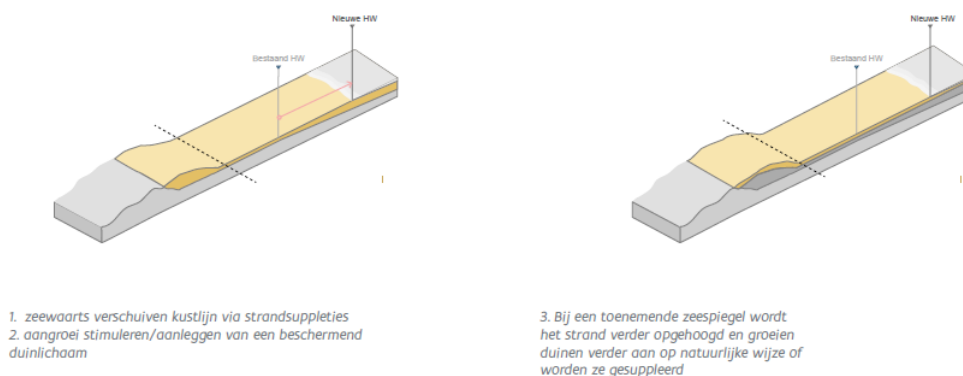
Voor de hoogte en de grootteorde afmetingen van de verschillende type maatregelen (zacht / hard / hybride) langsheen de kust wordt verwezen naar het ontwerp plan-MER en de rapporten van de ondersteunde studies van het geïntegreerd onderzoek.

## 2.4 Stappenplan

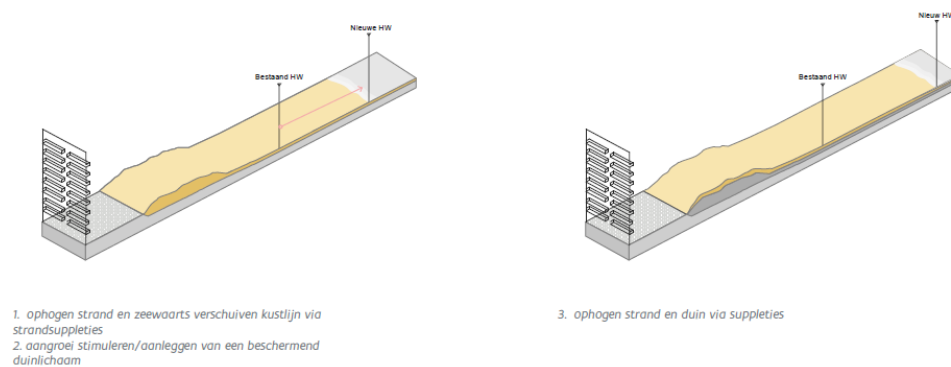
In tegenstelling tot het alternatief 'Ter plaatse', biedt het alternatief 'Zeewaarts' de mogelijkheid om ten gepaste tijde **in één stap of meerdere kleine stappen** doorheen de tijd de **kustlijn zeewaarts** te verplaatsen en op die manier meer droog strand te creëren. Ze zijn beschouwd als **twee uitvoeringsvarianten** van het alternatief 'Zeewaarts': 'Zeewaarts – in stapjes' en 'Zeewaarts – in één sprong'. Het kustbeschermingslint voor deze uitvoeringsvarianten is identiek.

### 2.4.1 'Zeewaarts – in één sprong'

In de uitvoeringsvariant wordt er meteen, al bij +1 m zeespiegelstijging een sprong zeewaarts gemaakt. Dit creëert meteen veel mogelijkheden voor de vormgeving van de kustbeschermingsmaatregelen én opportuniteiten voor toerisme, recreatie, natuur, etc.



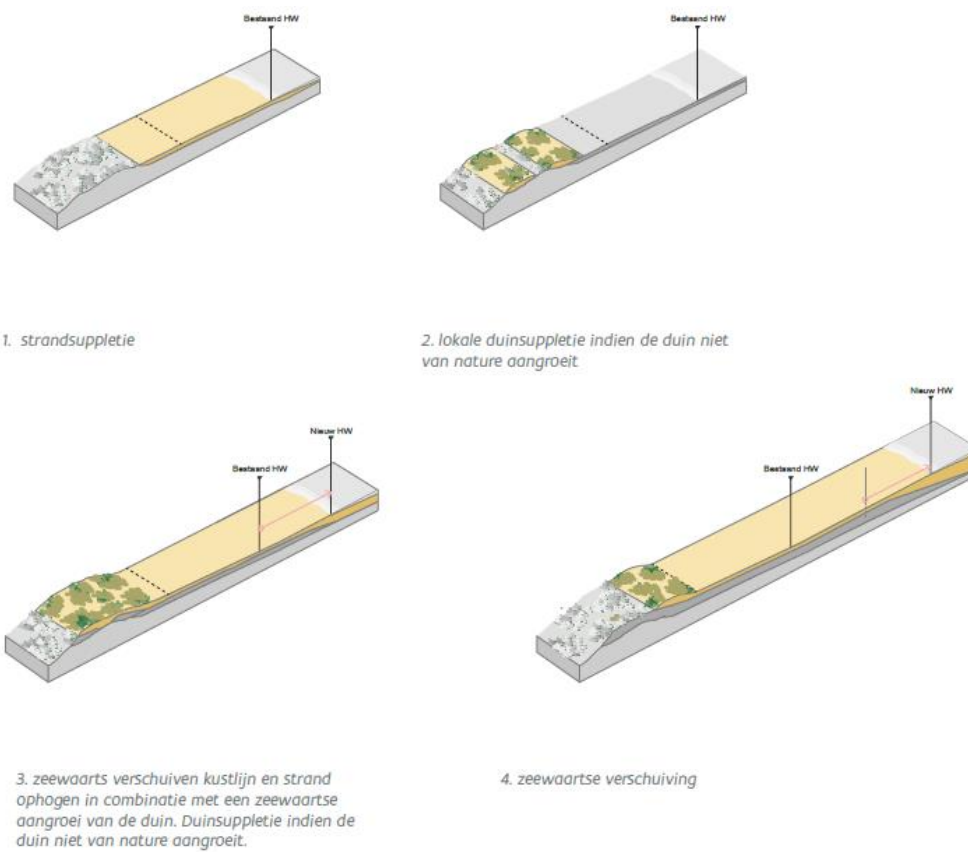
Figuur 2-15: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de duingebieden voor het alternatief 'Zeewaarts – in één sprong'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.



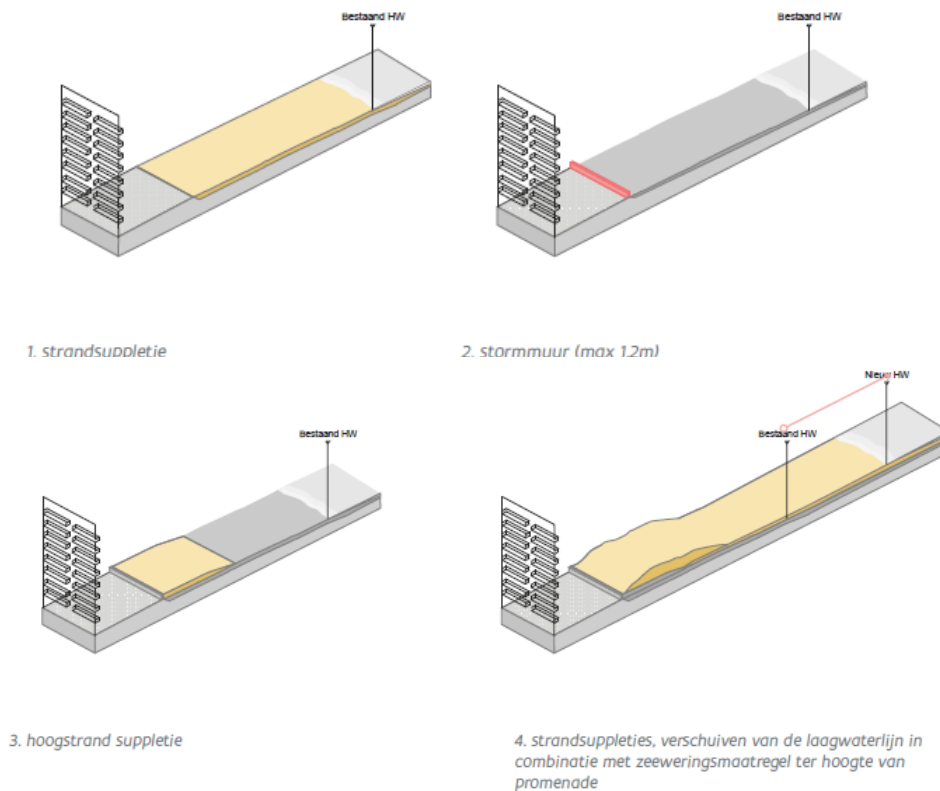
Figuur 2-16: Principe stapsgewijze ophoging van de zeevering en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief 'Zeewaarts – in één sprong'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.

### 2.4.2 'Zeewaarts – in stapjes'

In de uitvoeringsvariant 'in stapjes' wordt er gestart met het verder toepassen en 'oprekken' van de kustbeschermingsmaatregelen uit het Masterplan Kustveiligheid. Er worden suppleties uitgevoerd, al dan niet in combinatie met een lage stormmuur in de badplaatsen, om de kustlijn op de huidige positie te behouden. Afhankelijk van de badplaats of duingebied worden er andere **stappen en kantelpunten** beschouwd, zoals getoond in de schema's hieronder. Wanneer het niet meer mogelijk is deze kustbeschermingsmaatregelen op een kwaliteitsvolle manier in te passen in de omgeving wordt de kustlijn zeewaarts verschoven zodat meer ruimte ter beschikking komt.



Figuur 2-17: Principe stapsgewijze ophoging van de duinen en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de duingebieden voor het alternatief 'Zeewaarts – in stapjes'. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.

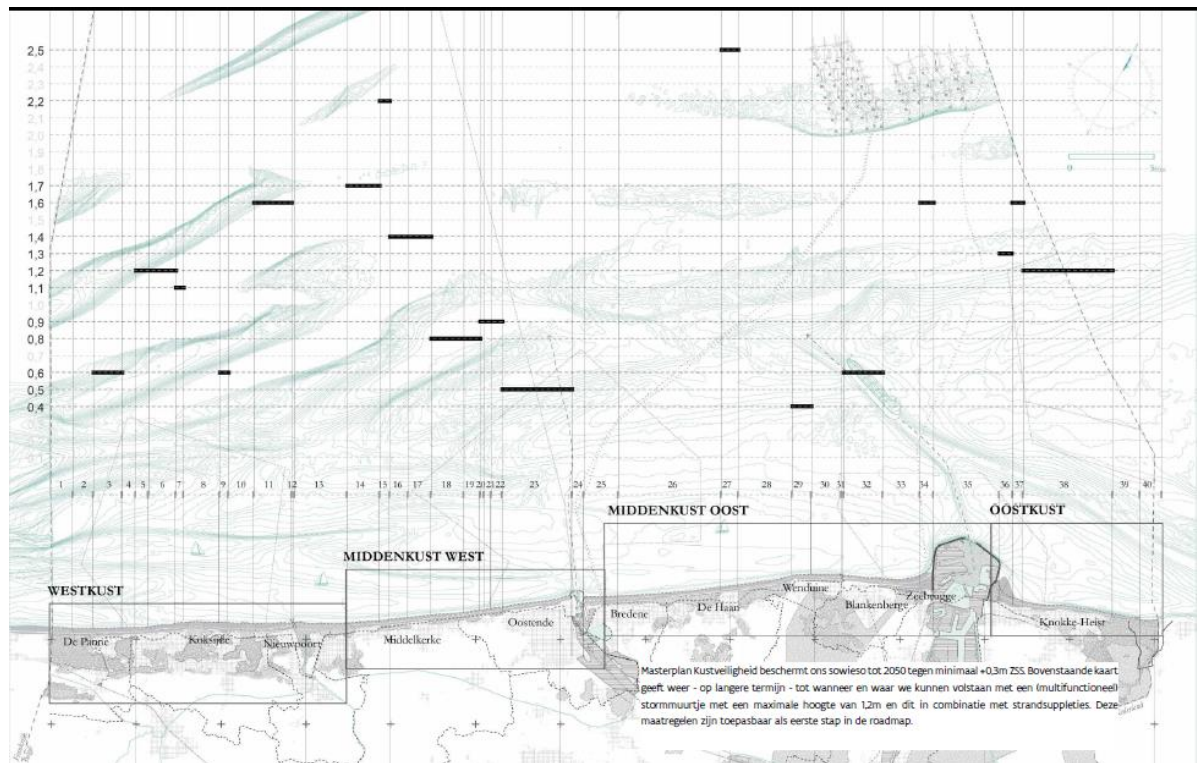


Figuur 2-18: Principe stapsgewijze ophoging van de zeevering en het creëren van een breder droog strand ter hoogte van de badplaatsen voor het alternatief 'Zeewaarts – in stapjes': verschillende kantelpunten per kustvak. De hoogwaterlijn is aangeduid op de figuren met HW.



De **kantelpunten in termen van zeespiegelstijging** wanneer een suppletie met stormmuur onvoldoende wordt, of wanneer een duin in combinatie met strandsuppletie niet meer voldoende, werden bepaald per kustvak. Samen met de inzichten van de ontwerpdimensies van de verschillende maatregelen laat dit toe te bepalen wanneer de kustlijn zeewaarts verschoven moet worden. Deze aanpak resulteert in een sterker variërend stappenplan in de ruimte en de tijd, omdat het kantelpunt van de zeewaartse verschuiving verschilt langsheen de kust.

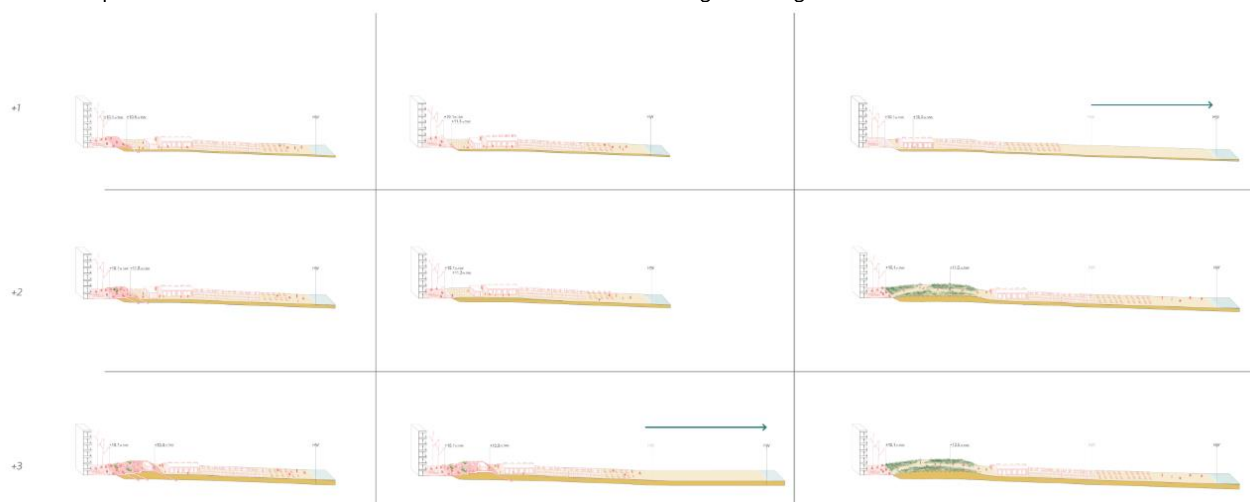
Op de figuur hieronder wordt zichtbaar dat het kantelpunt voor Wenduine al bij 0.40 m zeespiegelstijging ligt. Dat komt omdat de maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid tot dat punt voldoende bescherming bieden, maar niet meer binnen dezelfde ruimte verder opgehoogd kunnen worden. Een verschuiving zeewaarts is daar nodig. In andere badplaatsen langsheen de kust is de dijk soms hoger, of is het strand voor de dijk al hoger en breder, waardoor er door kleine aanpassingen (stormmuur en/of lokale strandverhoging) langer bescherming is tegen een 1000-jarige stormvloed. Zo ligt het kantelpunt voor de zeewaartse sprong in De Haan pas bij 2,5 m zeespiegelstijging.



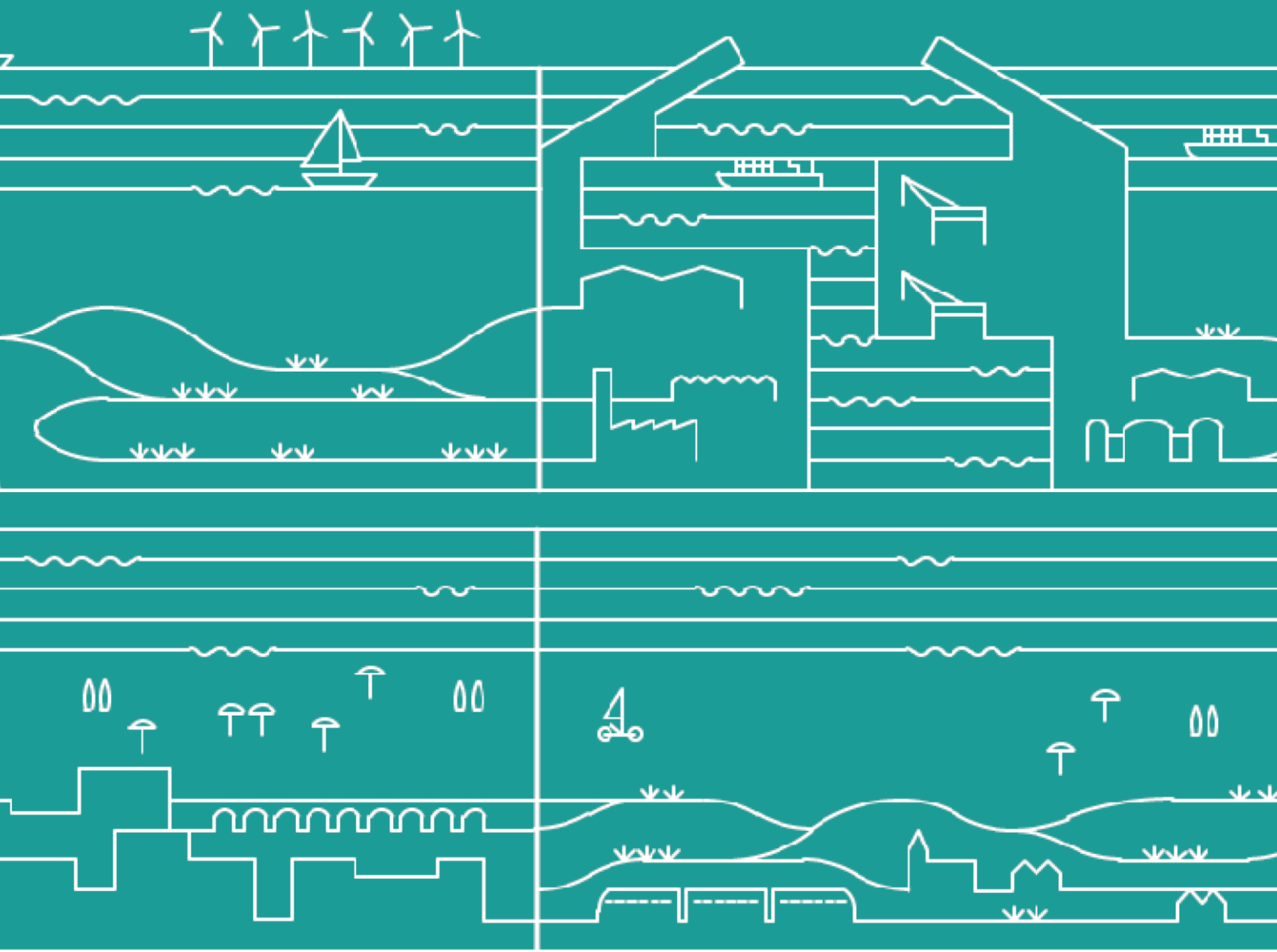
Figuur 2-19: Het Masterplan Kustveiligheid beschermt ons sowieso tot 2050 tegen minimaal +0.3m ZSS. Bovenstaande kaart geeft voor de badplaatsen met een zeedijk weer - op langere termijn - tot wanneer en waar we kunnen volstaan met een (multifunctioneel) stormmuurtje met een maximale hoogte van 1.2m en dit in combinatie met strandsuppleties. Deze maatregelen zijn toepasbaar als eerste stap in het stappenplan voor 'Zeewaarts – in stappen'.

De volgende figuur toont een **vergelijking van de stappenplannen voor de strandzones**:

- In alternatief 'Ter plaatse' wordt de kustbescherming stelselmatig hoger binnen de bestaande ruimte.
- Alternatief 'Zeewaarts' kent twee uitvoeringsvarianten :
  - In de uitvoeringsvariant 'Zeewaarts – in één sprong' wordt al meteen een zeewaartse verschuiving van de kustlijn toegepast om de extra kansen en opportuniteiten te benutten en toe te werken naar een meer stabiele kustlijnform. Vervolgens worden binnen die nieuwe ruimte de maatregelen stelselmatig hoger.
  - In de uitvoeringsvariant 'Zeewaarts – in stapjes' wordt eerst binnen de bestaande ruimte de maatregelen uit het Masterplan Kustveiligheid verder gezet. Wanneer deze niet meer inpasbaar zijn wordt de kustlijn zeewaarts verplaatst om meer ruimte te creëren voor de kustbeschermingsmaatregelen.



Figuur 2-20: De stappenplannen voor +1m, +2m en +3m zeespiegelstijging voor de alternatieven 'Ter plaatse' (links), 'Zeewaarts – in stapjes' (midden) en 'Zeewaarts – in één sprong' (rechts) aan de hand van enkele voorbeelduitwerkingen voor de kustbeschermingsmaatregelen bij een badplaats (**Consortium Hoogtij(d) (IMDC, ORG, Arcadis), 2023c**).



**Havens**

# 3 Havens

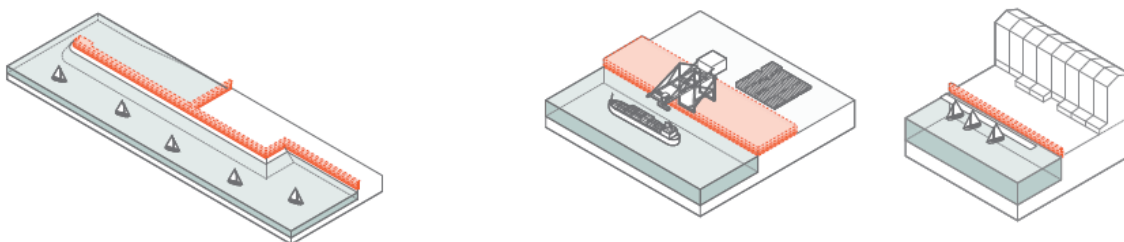
Voor de havens werden verschillende oplossingsstrategieën onderzocht: de open haven, de stormvloedkering, de keersluis en de sluis. Niet voor elke haven is elke oplossing een redelijk alternatief. Hierna worden eerst de oplossingsstrategieën en bouwstenen van de alternatieven uitgelegd, gevolgd door een beschrijving van de bestudeerde alternatieven per haven.

## 3.1 Bouwstenen en maatvoering van het lint voor de havens

### 3.1.1 Bouwstenen voor de havens

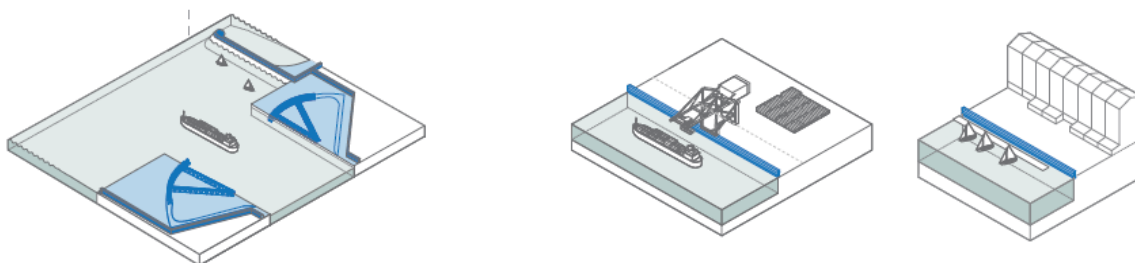
Er wordt gewerkt met vier beschermingsstrategieën als bouwstenen voor de havens:

#### De open haven



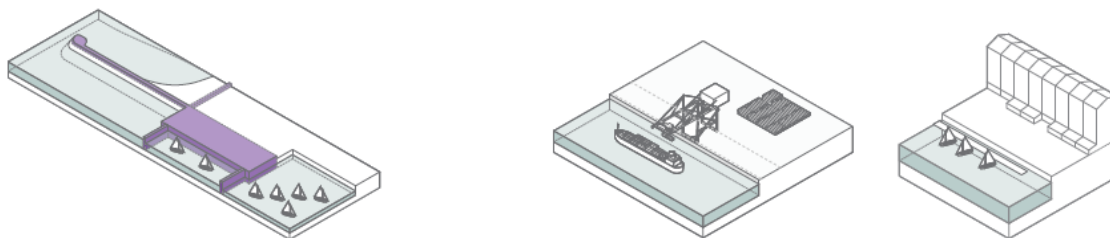
Als de haven open wordt gehouden dient de kustbescherming rondom rond de haven voorzien te worden. Hiervoor dient de bestaande haveninfrastructuur (kades, stormmuren, kaaien en werkplaatsen) verhoogd en versterkt te worden. Waar nodig dienen ook gebouwen aangepast te worden. Nadelig zijn de vaak ingrijpende ruimtelijke maatregelen binnen de haven. Hét grote voordeel is dat de haven permanent toegankelijk blijft.

#### De stormvloedkering



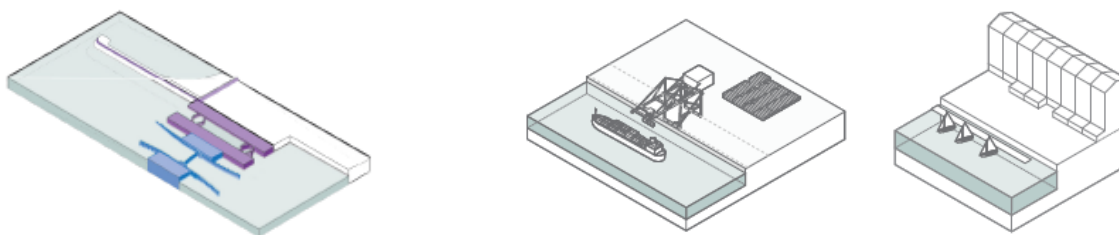
Wanneer een grote storm optreedt, wordt de stormvloedkering gesloten en is de haven tijdelijk afgesloten van de zee. Omdat de stormvloedkering enkel de haven beschermt tijdens stormen, dient de achterliggende haveninfrastructuur alsnog aangepast aan de normale hoogwaterstanden die meestijgen naarmate de zeespiegel stijgt. Kades, stormmuren, kaaien en werkplaatsen dienen opgehoogd te worden. Waar nodig dienen ook gebouwen aangepast te worden. Dankzij de stormvloedkering zijn deze ophogingen lager dan bij 'een open havenmond'. Bij een open havenmond moeten deze ophogingen immers niet alleen normale hoogwaterstanden kunnen keren, maar ook de hogere stormwaterpeilen. Bovendien kan gespeeld worden met de sluitingsfrequentie van de stormvloedkering waardoor ophogingen in het achterhaven nog kunnen geoptimaliseerd (lees: beperkt in hoogte) worden. Anderzijds kan er bij iets meer ophogen rondom de haven minder frequent gesloten worden.

## De sluis



Kiezen voor een sluis betekent in principe dat de achterliggende haveninfrastructuur niet opgehoogd moet worden. De sluis vangt immers zowel de zeespiegelstijging als het stormpeil op. Nadeel is dat de haven wordt afgesloten van de zee met als gevolg bijhorende wachttijden voor vaartuigen, het verlies van getijdenwerking en het verlies van een vrije toegang tot de zee.

## De keersluis



Een keersluis kan een mogelijke tussenstap zijn tussen een stormvloedkering en een sluis. In eerste instantie kan een stormvloedkering gebouwd worden (het lichtblauwe deel op de tekening). Naarmate de zeespiegel stijgt, zal deze stormvloedkering vaker en vaker moeten gesloten worden. Tegen het moment dat omwille van de gestegen zeespiegel de stormvloedkering bij elk hoogwater gesloten zou moeten worden kan deze kering worden aangepast tot een keersluis. Op dit concept zijn enkele uitvoeringsvarianten mogelijk, zoals bijvoorbeeld het uitbreiden van de stormvloedkering met een tweede kering en sluisdeur aan havenzijde of naast de stormvloedkering een sluis bouwen zodat zij apart naast mekaar kunnen functioneren. In de periode rond laagwater kan de kering geopend worden voor een aantal uren zodat schepen ongehinderd binnen en buiten kunnen varen. Rond hoogwater zal de kering moeten sluiten om overstromingen in de haven te vermijden. De keersluis functioneert tijdens die uren als een normale sluis. Naarmate de zeespiegel stijgt zal het aantal uren dat de kering open kan (via het openen van beide sluisdeuren in het eerste concept of van de stormvloedkering in het andere concept) verminderen, totdat de kering niet meer opengezet kan worden en de keersluis een “permanente sluis” wordt.

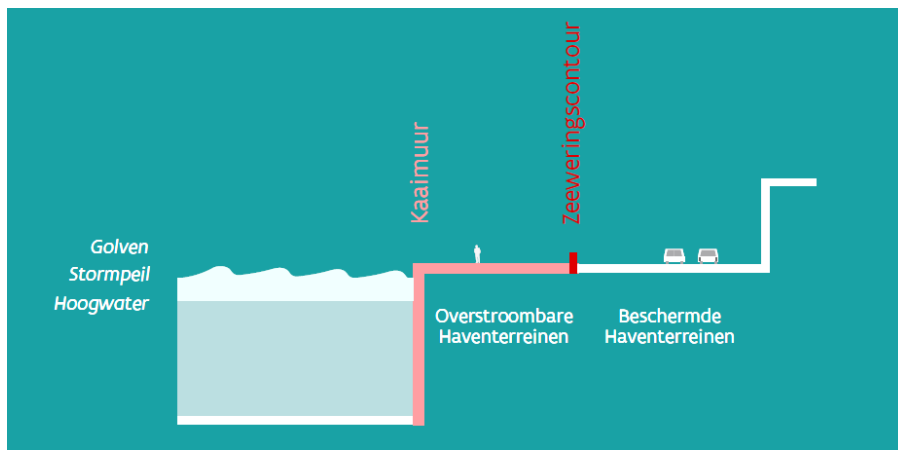
## 3.1.2 Algemene uitgangspunten

In Kustvisie worden twee kenmerkende contouren per haven toegepast; de contour van de waterkant en de zeeweringscontour, zoals geïllustreerd in onderstaande figuur. Langsheen deze contouren zijn er verschillende eisen naar kustveiligheid en werkbaarheid van de haven.

De contour van de **waterkant** geeft de overgang weer van het havenbekken en het haventerrein. Typisch komt er een kademuur voor aan de waterkant.

De **zeeweringscontour** geeft de zone aan waarin de maatregel in de haven aanwezig is die het achterland moet beschermen tegen overstroming vanuit zee. In veel havengebieden bevindt de zeeweringscontour zich meer landinwaarts op het haventerrein (bv. ter hoogte van een stormmuur zoals getekend op de figuur hieronder).

Tussen de waterkant en de zeeweringscontour is het overstroombaar **haventerrein** gelegen. De hoogteligging van dit haventerrein en de lokale golfcondities bepalen het risico op overstroming aan het haventerrein en mogelijke invloed op havenoperaties en schade aan haveninfrastructuur of goederen. Indien het haventerrein een lagere hoogteligging heeft dan de zeeweringscontour kan het haventerrein frequenter overstromen en een lager veiligheidsniveau hebben tegen overstroming uit zee dan het achterland.



Figuur 2-2: Typische configuratie in de havens met onderscheid tussen de waterkant (kaaimuur) en de zeeweringscontour (in dit geval een stormmuur) die het achterland beschermt. Tussen de waterkant en de zeeweringscontour zijn haventerreinen gelegen.

Net zoals bij de strandzones wordt elk alternatief ontworpen zodat het (op de zeeweringscontour) bescherming biedt tegen een 1000-jarige storm, ook bij +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging. Voor de haventerreinen gelegen tussen de waterkant en de zeeweringscontour wordt hetzelfde veiligheidsniveau als op vandaag aangehouden, typisch lager dan deze 1000-jarige stormvloed.

De maatregelen nodig bij elk van deze tussenstappen zeespiegelstijging werden gedimensioneerd en vervolgens ingepast in de omgeving, zodat de ruimte van het kustbeschermingslint in de haven afgebakend kon worden. Het gaat hier niet alleen over de locatie en dimensies van de grootschalige infrastructuur zoals een stormvloedkering, sluis of keersluis, maar ook over alle bijkomende maatregelen zoals het ophogen van terreinen, kades, het bouwen van stormmuren en het voorzien van voldoende ruimte in het kustbeschermingslint om de afwatering van het achterland ook in de toekomst te blijven garanderen. Concreet werd voor de afwatering bekeken welke dimensies toekomstige pompen zouden hebben, wanneer gravitaire afwatering niet meer mogelijk is omwille van zeespiegelstijging.

Voor elk alternatief werd een stappenplan gemaakt op basis van de relevante kantelpunten (vb. de ruimtelijke inpasbaarheid van maatregelen, de toegankelijkheid van de havens (en i.f.v. de sluitfrequentie) en de afwatering). Binnen één alternatief kan er in het stappenplan veranderd worden van beschermingsstrategie bij een welbepaald kantelpunt.

Voor de alternatieven met een sluis in de haven van Oostende of Blankenberge of een keersluis in de haven van Blankenberge is er een verhoging en verlenging van de havendammen nodig zodat schepen kunnen stoppen voor het invaren van de (keer)sluis.

Het is de omhullende van de ruimte nodig voor een kwalitatieve inpassing van al deze maatregelen die het kustbeschermingslint vormt voor elk alternatief van de haven. Voor de havens neemt het lint dus de vorm aan van een oppervlak, dat de ruimte omvat waarin de toekomstige kustbeschermingsmaatregelen kunnen opgenomen worden.

Merk op dat de studies in kader van Kustvisie een strategisch karakter kennen. Dit betekent dat er een inschatting werd gemaakt van de grootteorde van de dimensies van de maatregelen, nodig voor de kustbescherming. Op de kaarten per alternatief hierna getoond worden hoogtes gegeven ten opzichte van het huidige terrein. Deze hoogtes variëren rondom de haven. De hoogtes op de kaarten zijn gemiddelde hoogtes, met een nauwkeurigheid van enkele decimeters.

## 3.2 Alternatieven voor de haven van Nieuwpoort

In Nieuwpoort is in het Masterplan Kustveiligheid gekozen om de haven te beschermen met een stormvloedkering in de havenmond (anno 2023 in aanbouw). De alternatieven in Kustvisie bouwen verder op deze gekozen beschermingsstrategie voor de huidige situatie. Ook in de toekomst zal de stormvloedkering in de havenmond een belangrijke rol spelen in de bescherming van de haven van Nieuwpoort tegen stormen.

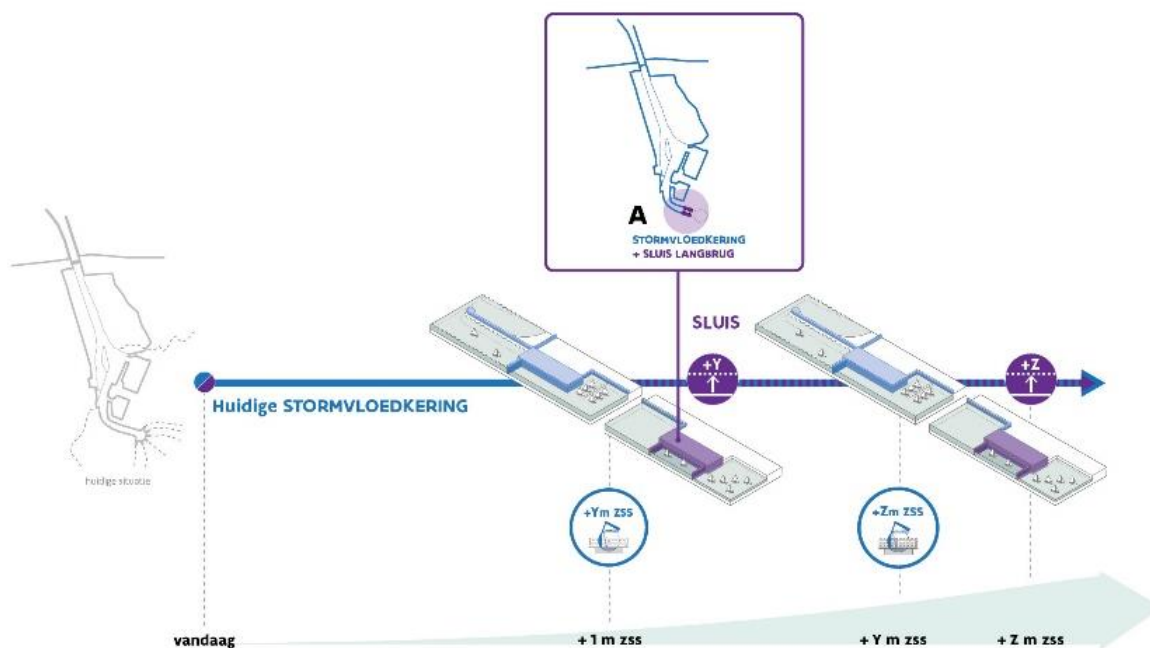
Voor de haven van Nieuwpoort zijn 3 redelijke alternatieven voorgesteld.

- een stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug
- een stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de nieuwe jachthaven
- en een alternatief met uitgestelde keuze met stormvloedkering in de havenmond en een sluis ofwel bij de Langbrug ofwel bij de nieuwe jachthaven (uitgestelde keuze ligging van de sluis).

### 3.2.1.1 Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug

Het alternatief 'Stormvloedkering + sluis aan de Langbrug' bouwt verder op de stormvloedkering in de havenmond uit het Masterplan Kustveiligheid. Deze stormvloedkering biedt bescherming tot +1 m zeespiegelstijging, mits het voorzien van kleine ophogingen (van maximaal 0,2 m hoog) rondom de haven en het frequenter sluiten van de stormvloedkering (maximaal 10x per jaar).

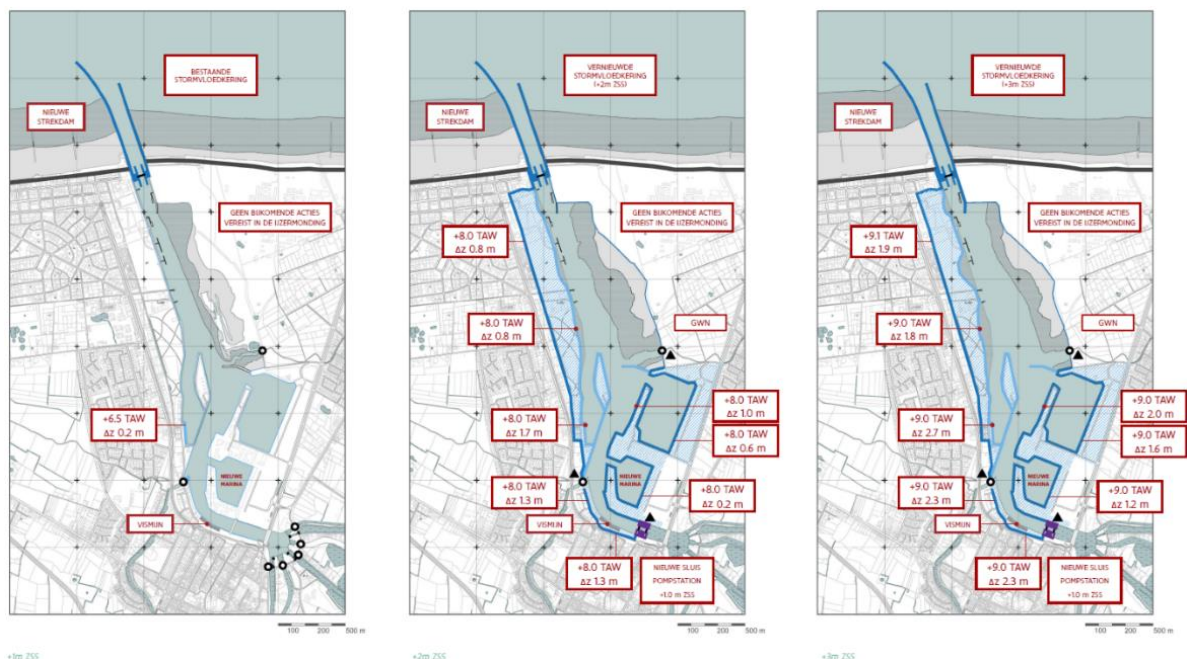
Bij een zeespiegelstijging hoger dan +1 m zijn er extra maatregelen nodig. Enerzijds dient de bestaande stormvloedkering verhoogd te worden (voor +2 m en +3 m zeespiegelstijging), anderzijds zijn er aanpassingen nodig in de haven.



Figuur 3-1: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug' voor de haven van Nieuwpoort.

De nieuwe stormvloedkering wordt zo ontworpen dat de kering 1 keer per jaar zal sluiten bij +3 m zeespiegelstijging. Hierbij is het ook nodig om de waterkering rondom de haven gradueel te verhogen met zeespiegelstijging, zodat er geen overstroming optreedt bij hoogwater springtij en de hogere waterstanden wanneer de kering nog niet wordt gesloten. Voldoende ruimte wordt voorzien in het kansrijke kustbeschermingslint zodat dit op een kwalitatieve manier kan worden ingepast en gecombineerd kan worden met de activiteiten in deze zone.

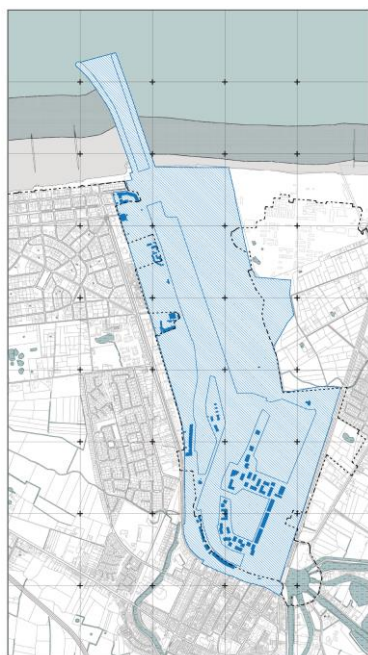
De figuur hierna toont de graduele ophoging van de kades en terreinen voor +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-2: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug'. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.

Om het achterland te beschermen moet daarnaast zeewaarts van het bestaande sluisencomplex de Ganzepoot een nieuwe sluis voorzien worden, die operationeel is vanaf +1 m zeespiegelstijging en ineens ontworpen wordt voor de condities tot +3 m zeespiegelstijging. Dergelijk infrastructuur heeft immers een lange levensduur en is moeilijk aanpasbaar.

In dit alternatief wordt voorgesteld om deze sluis met bijhorende pompinstallatie in de zone net zeewaarts van de bestaande Langbrug te realiseren. Alle jachthavens, maar ook de visserij en andere commerciële activiteiten liggen dan nog steeds zeewaarts van de sluis en blijven onder normale condities toegankelijk. Een kleine sluis, gelijkaardig aan de sluisen in het Ganzenpoot complex, wordt voorzien omwille van de recreatieve vaart en binnenvaart. De getijwerking blijft dus ook behouden zeewaarts van de sluis tijdens normale condities, waardoor het landschappelijk waardevol natuurgebied en Europees beschermingsgebied van de IJzermondig behouden blijft. Er zijn geen aanpassingen aan het sluisencomplex van de Ganzepoot nodig omwille van de sluis. De exacte positie van de sluis in deze zoekzone zal bepaald worden op projectniveau. Onderstaande figuur toont het beschermingslint voor dit alternatief.

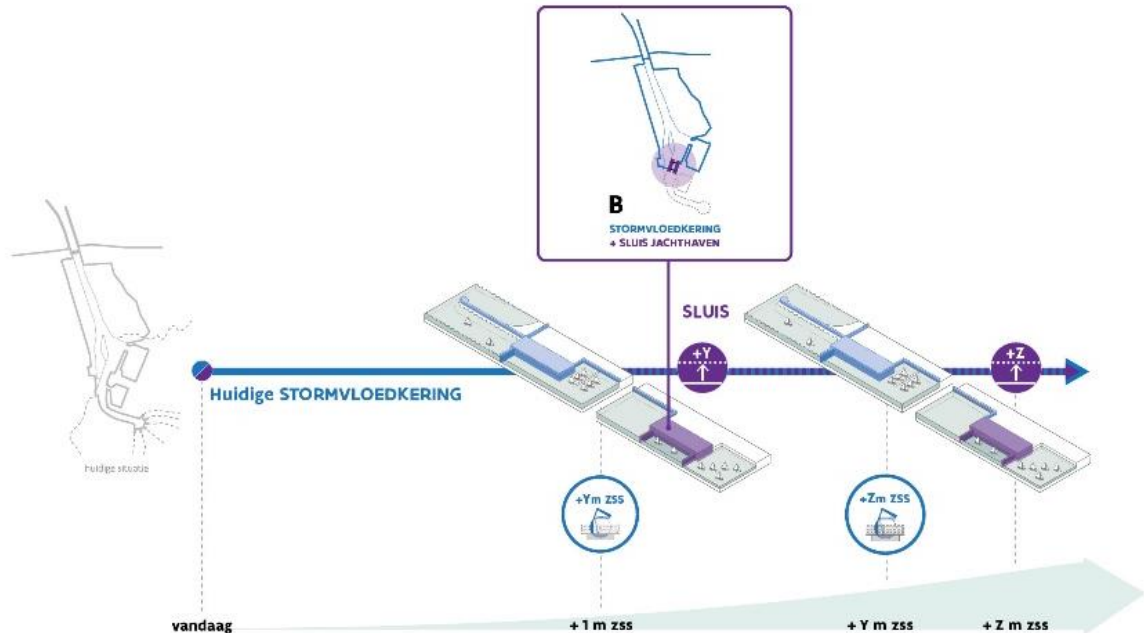


Figuur 3-3: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Langbrug' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.



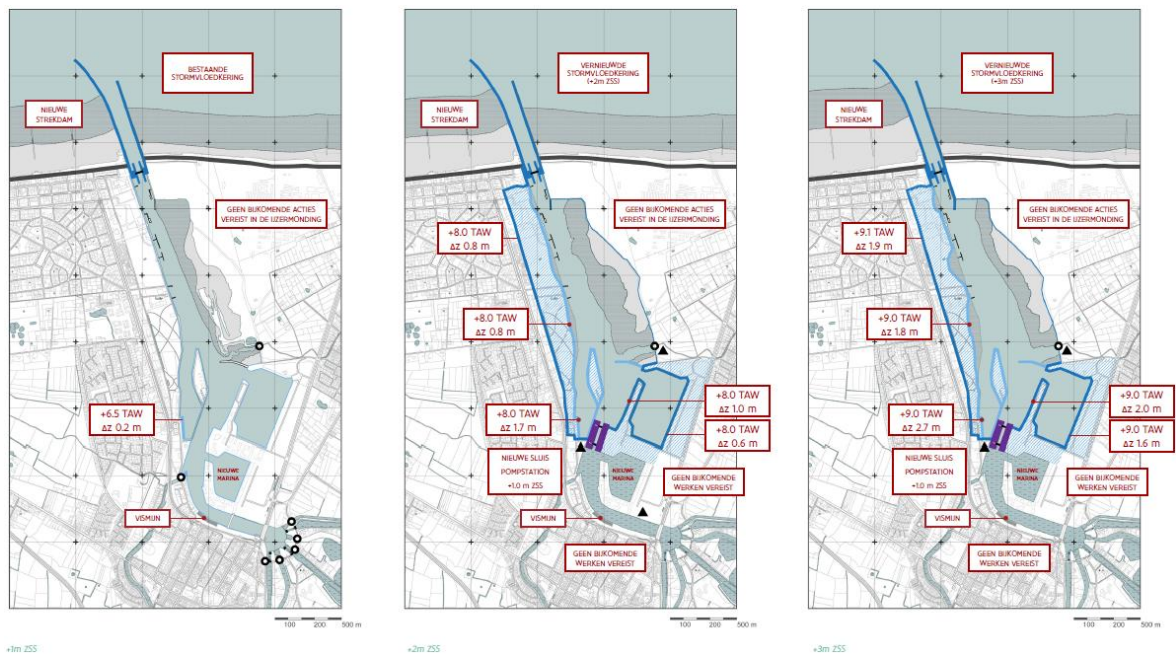
### 3.2.1.1.2 Stormvloedkering in de havenmond en sluis bij de nieuwe jachthaven

Het alternatief 'Stormvloedkering + sluis nieuwe jachthaven' is vergelijkbaar met het vorige alternatief, maar hierbij wordt een nieuwe sluis met bijhorende pompinstallatie voorzien ten zuiden van de bestaande jachthavens, in de zone net zeewaarts van de nieuwe jachthaven i.p.v. ter hoogte van de Langbrug. De exacte positie van de sluis in deze zoekzone zal bepaald worden op projectniveau. Om het geheel te beschermen tot en met +3 m zeespiegelstijging, moet ook hier de bestaande stormvloedkering verhoogd worden (voor +2 m en +3 m zeespiegelstijging). De sluis is operationeel vanaf +1 m zeespiegelstijging en wordt ineens ontworpen voor de condities tot +3 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-4: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Nieuwe Jachthaven' voor de haven van Nieuwpoort.

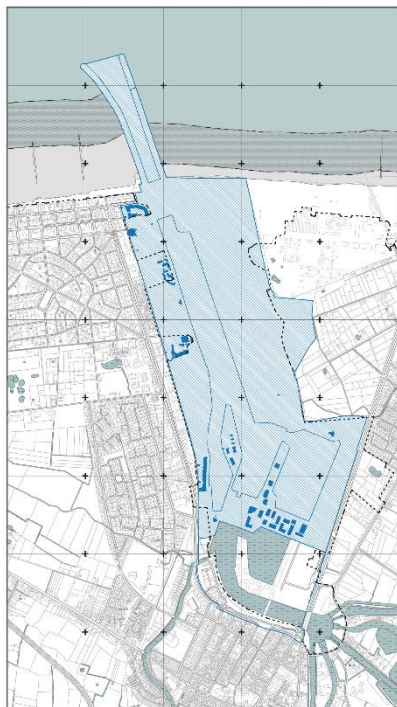
Tussen de stormvloedkering en de sluis dienen kaaien, dijken, stormmuren,... opgehoogd te worden om de hoogwaters te keren. Landwaarts van de sluis zijn er geen maatregelen nodig. De iets meer zeewaartse ligging van de sluis zorgt er voor dat de ophogingen in een beperkter deel van de achterhaven nodig zijn. Stroomopwaarts van de sluis, waaronder de zone grenzend aan de stadskern van Nieuwpoort, zijn er in tegenstelling tot het vorige alternatief geen ophogingen nodig. Onderstaande figuur toont de graduele ophoging van de zeekering voor +1m, +2m en +3 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-5: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond en een sluis bij de Nieuwe Jachthaven'. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.

Door de sluis komt de nieuwe jachthaven, samen met de Vismijn en andere commerciële activiteiten achter deze sluis te liggen. De sluis meer landwaarts verschuiven (bijvoorbeeld in de bocht nabij de vismijn) is omwille van nautische redenen (toegang schepen voor grotere zandtransporten) niet mogelijk.

Onderstaande figuur toont het beschermingslint voor dit alternatief.

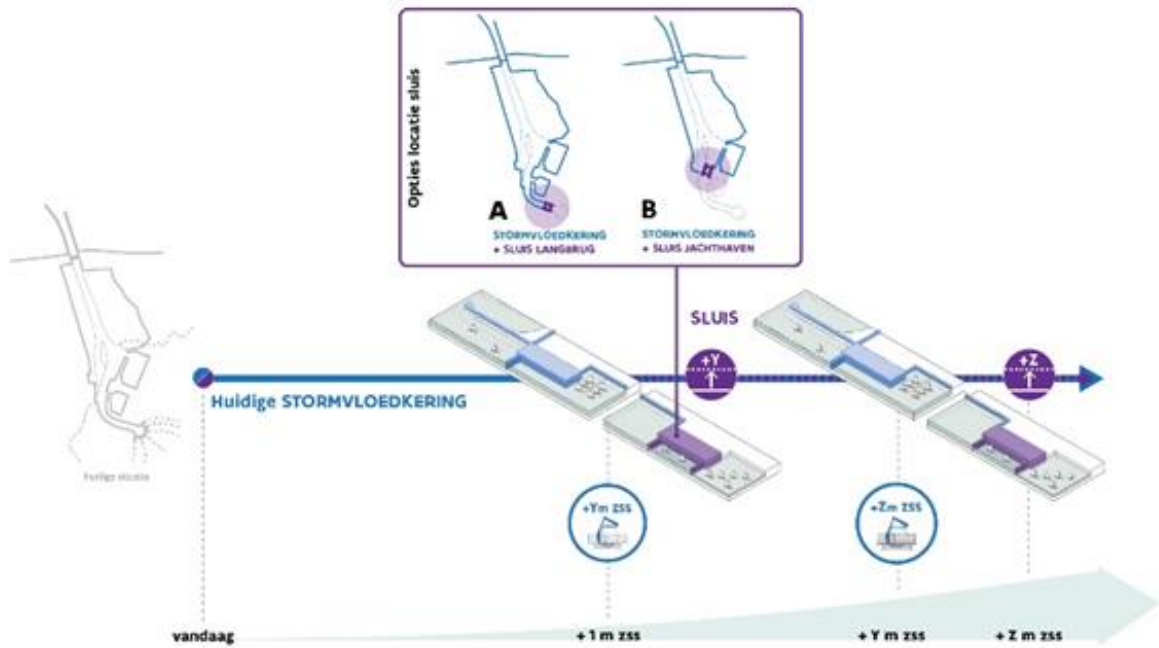


Figuur 3-6. Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering + sluis bij de nieuwe jachthaven' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.

### 3.2.2 Stormvloedkering in de havenmond en een sluis ofwel bij de Langbrug ofwel bij de nieuwe jachthaven

Dit alternatief is een combinatie van de twee vorige alternatieven, waarbij de keuze voor de locatie van de sluis pas in de toekomst gemaakt wordt.

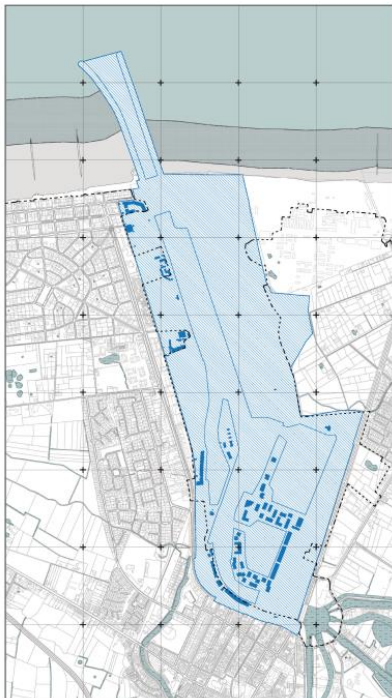
In Nieuwpoort is er immers nog ruim tijd om een beslissing te nemen over de locatie van de sluis. Dat is ook logisch, aangezien er nu een stormvloedkering wordt gebouwd in het kader van het Masterplan Kustveiligheid die bescherming zal bieden tegen een 1000-jarige stormvloed en dat tot +0,8 m zeespiegelstijging. Mits beperkte aanpassingen in de haven, zoals het ophogen van een aantal specifieke kades en terreinen, en een iets frequentere sluiting van de stormvloedkering, moet er pas een keuze gemaakt worden tegen ca. 2050-2080, zodat de sluis gerealiseerd is bij +1 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-7: Het alternatief 'Stormvloedkering en uitgestelde keuze voor de positie van de sluis ter hoogte van de Langbrug of bij de nieuwe jachthaven' voor de haven van Nieuwpoort.

Het gevolg van dit alternatief is echter dat de toekomstige bestemming en noden in een deel van het beschermingslint (landwaarts van de sluis bij de nieuwe jachthaven) onzeker is zolang de keuze voor een alternatief niet is gemaakt. Het gevolg hiervan is dat deze ruimte binnen het kustbeschermingslint een gebruiksbeperking heeft, totdat een beslissing is genomen over de locatie van de sluis. Dan wordt namelijk ook duidelijk welke terreinen moeten worden opgehoogd en welke niet.

Het kustbeschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur en is de combinatie van de linten voor de twee redelijke alternatieven (ofwel het maximale lint).



Figuur 3-8: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering en uitgestelde keuze voor de positie van de sluis ter hoogte van de Langbrug of bij de nieuwe jachthaven' in de haven van Nieuwpoort. De donkerblauwe vlekken duiden bestaande of geplande gebouwen aan binnen dit lint.

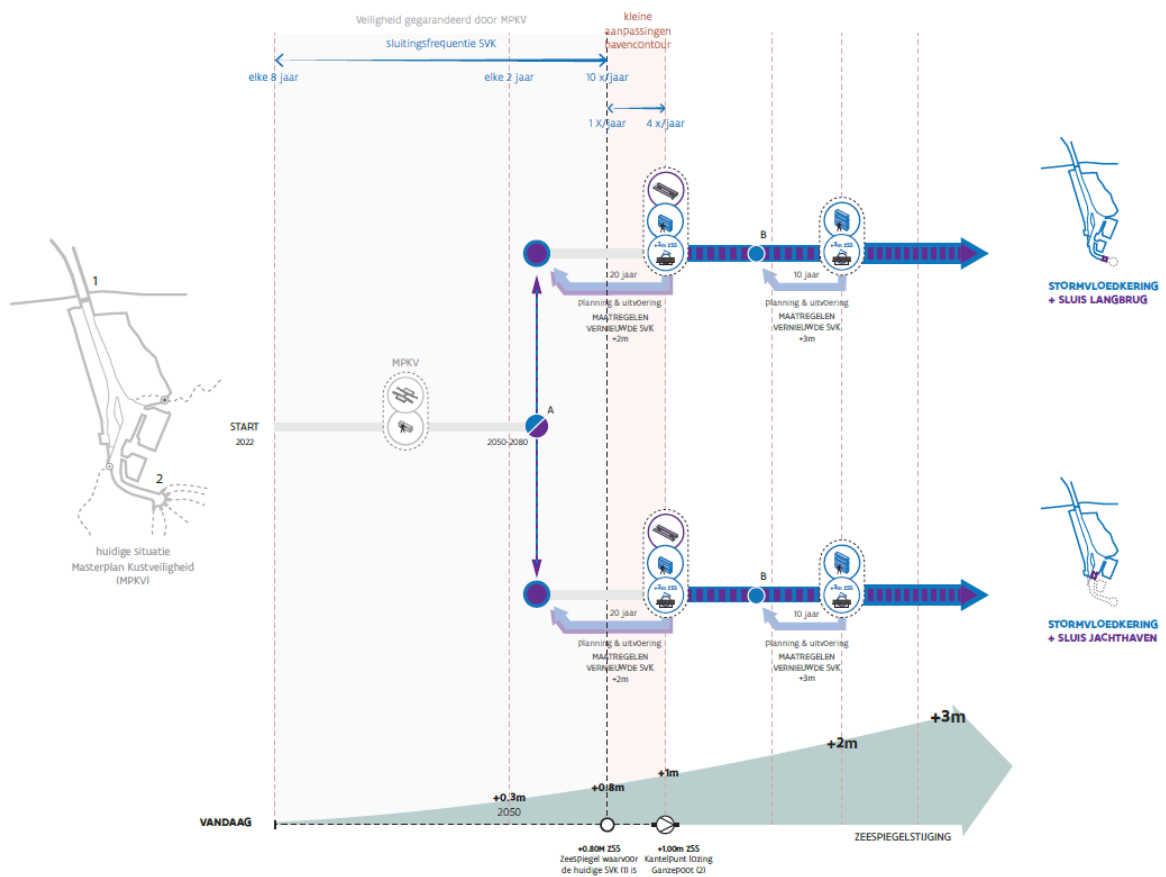
### 3.2.2.1.1 Overzicht stappenplannen voor de haven van Nieuwpoort

Voor alle redelijke alternatieven werden de **stappenplannen** onderzocht. De figuur hieronder toont de paden die gevolgd kunnen worden in havens om de haven en het achterland blijvend te beschermen tegen de 1000-jarige stormvloed tot en met +3 m zeespiegelstijging. Het alternatief met stormvloedkering in de havenmond en sluis bij de Langbrug volgt het bovenste pad, het alternatief waarbij de sluis ter hoogte van de nieuwe jachthaven komt volgt het onderste pad.

Voldoende voorafgaand aan het bereiken van de **kantelpunten** zijn **beslissingen** nodig.

De beslispunten worden aangeduid met een letter. In Nieuwpoort is een beslissing nodig bij beslissingspunt A, zodat het studie- ontwerp en uitvoeringsproces tijdig kan opgestart worden.

Beslismoment A hangt dan weer af van het bereiken van een **kantelpunt, in dit geval** een bepaalde mate van zeespiegelstijging, getoond op de grijze pijl onderaan de figuur. Het stappenplan geeft ook aan wanneer afwateringslopen richting de haven (en de zee) niet langer gravitair kunnen lozen (onder de grijze pijl). Deze kantelpunten van afwatering kunnen een trigger zijn om keuzes te maken voor de kustbescherming, daarom zijn ze ook aangeduid op de stappenplannen.



Figuur 3-9: Overzicht stappenplan voor de haven van Nieuwpoort.

### 3.3 Alternatieven haven van Oostende

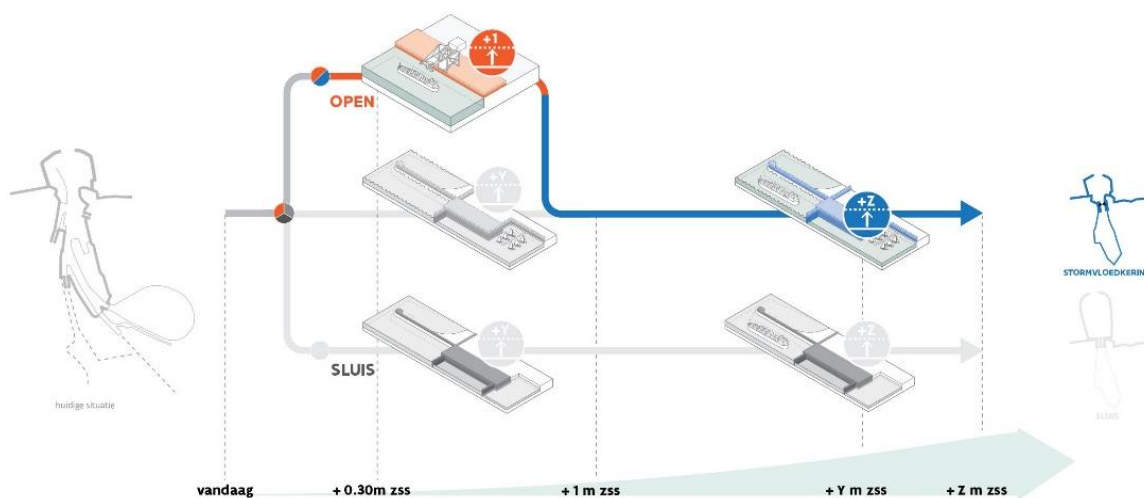
Voor de haven van Oostende zijn de open haven, de stormvloedkering en de sluis onderzocht als beschermingsstrategieën. Het openhouden van de haven tot +3 m zeespiegelstijging is als niet redelijk beschouwd omwille van de erg hoge maatregelen in de haven. Dat zou namelijk betekenen dat dijken en stormmuren rond de haven zodanig verder moeten worden opgehoogd dat de haven volledig wordt afgesloten van de omgeving.

De volgende 4 redelijke alternatieven zijn onderzocht:

- een open haven tot +1 m zeespiegelstijging met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging
- een stormvloedkering in de havenmond
- een sluis in de havenmond
- het gecombineerde alternatief bestaande uit de drie vorige alternatieven, met uitgestelde keuze (ten laatste in 2030)

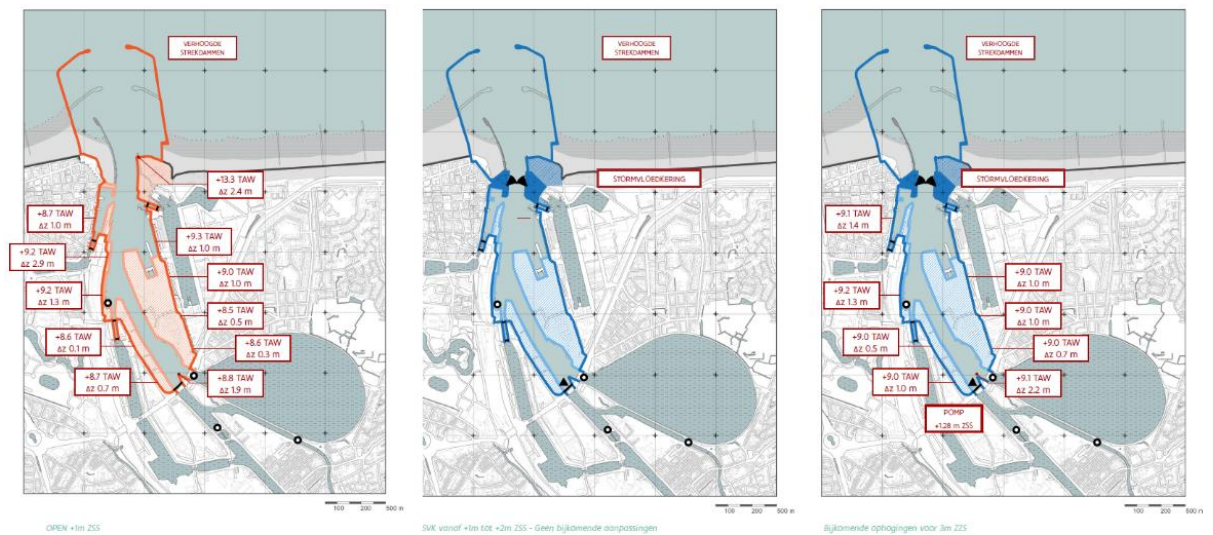
#### 3.3.1 Open havenmond met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging

In dit alternatief wordt er gestart met een open havenmond. Hierbij dienen extra ophogingen rondom de haven (stormmuren, dijken, terreinen) uitgevoerd te worden bovenop de maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid. Na +1 m zeespiegelstijging wordt in dit alternatief een stormvloedkering voorzien om de hogere zeespiegelstijging op te vangen, aangezien de maatregelen bij een open haven ruimtelijk niet meer kwalitatief inpasbaar zijn in de haven.



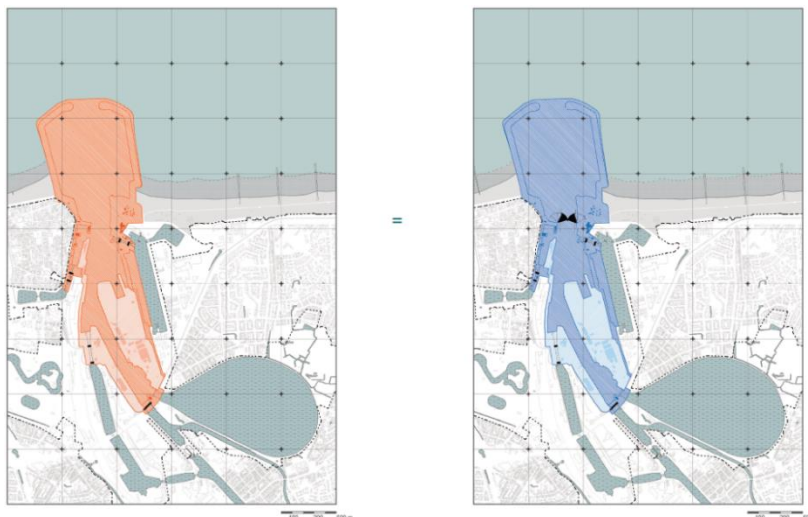
Figuur 3-10: Het alternatief open haven met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging in de haven van Oostende.

Door de bouw van de stormvloedkering zijn na +1 m zeespiegelstijging binnen de haven en op de rand van de stadskern (westkant van het lint) geen tot minimale verdere ophogingen nodig. De haven blijft ook maximaal toegankelijk, enkel tijdens stormen sluit de stormvloedkering. Onderstaande figuur toont de graduele ophoging van de zeewering voor +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-11: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief open haven met sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging in de haven van Oostende. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.

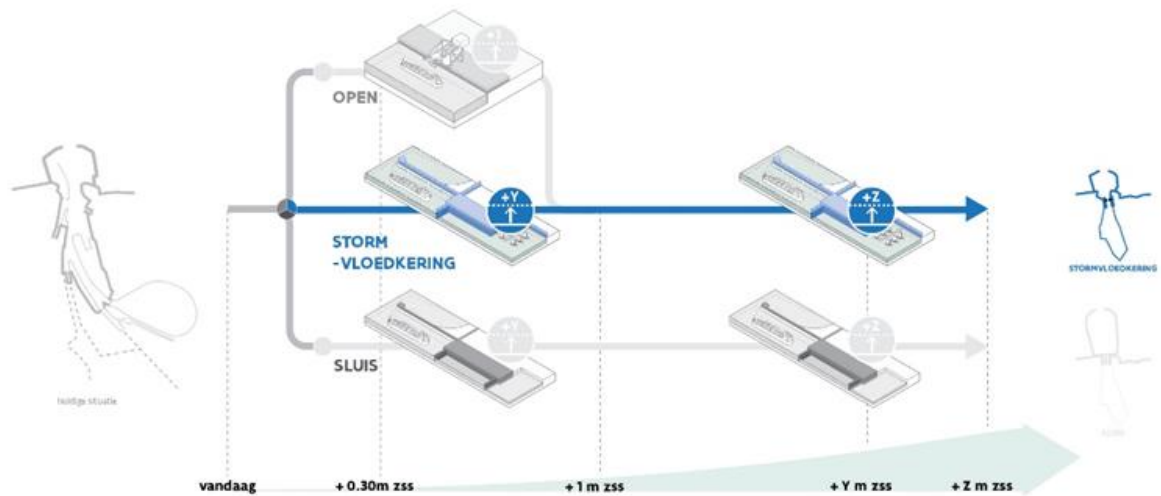
De verlenging van de havendammen wordt bepaald door het alternatief voor de naastliggende strandzones. Het kustbeschermingslint dat wordt beschouwd voor dit alternatief is zichtbaar in onderstaande figuur.



Figuur 3-12: Het kustbeschermingslint van het alternatief open haven (linkse figuur, oranje gearceerde zone) met een sprong naar stormvloedkering na +1 m zeespiegelstijging (rechtse figuur, blauw gearceerde zone) in de haven van Oostende.

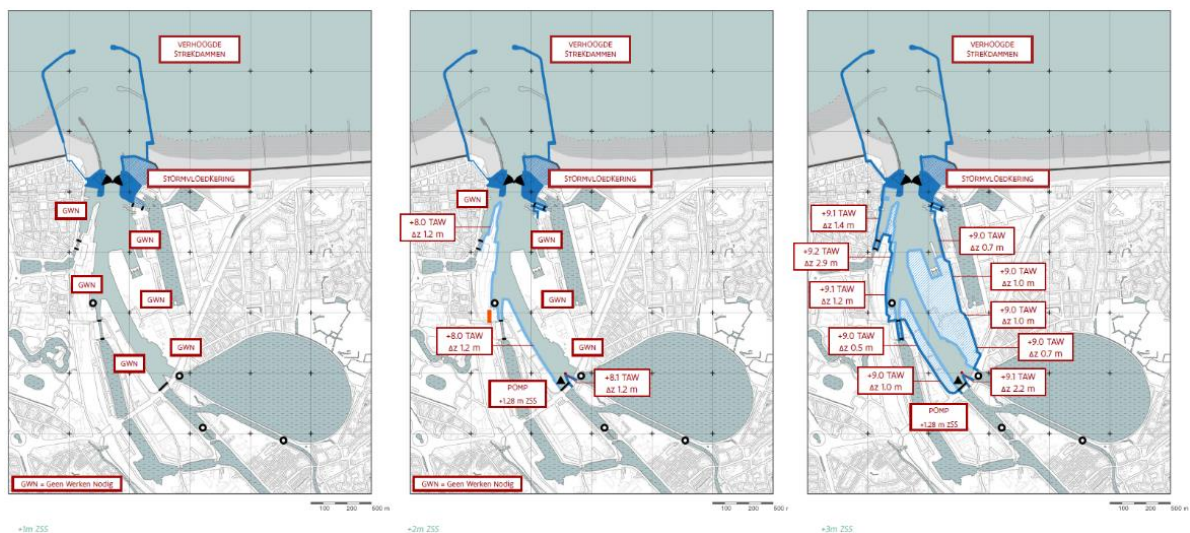
### 3.3.2 Stormvloedkering in de havenmond

Het alternatief 'Stormvloedkering', gaat uit van de bouw van een stormvloedkering in de havenmond die al operationeel is vanaf +30 cm zeespiegelstijging.



Figuur 3-13: Het alternatief stormvloedkering in de havenmond van Oostende.

In dit alternatief zijn er tot +2 m zeespiegelstijging geen structurele aanpassingen en ophogingen vereist aanvullend op de maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid. De frequentie van sluiting van de stormvloedkering neemt echter toe met zeespiegelstijging over gemiddeld om de 20 jaar bij +1 m zeespiegelstijging tot gemiddeld circa 13 keer per jaar bij +2 m zeespiegelstijging. Na +2 m zeespiegelstijging zijn structurele ophogingen als kustbeschermingsmaatregel wél vereist rondom de volledige haven om het vereiste veiligheidsniveau te kunnen blijven garanderen zonder de stormvloedkering nog frequenter te moeten sluiten. De haventerreinen zeewaarts van de kustbescherming moeten ook verhoogd worden om na zeespiegelstijging hetzelfde beschermingsniveau als vandaag te behouden, en niet onder water te lopen tijdens hoogwater springtij. Onderstaande figuur geeft indicatief de ophogingen weer.



Figuur 3-14: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Oostende. De lichtblauwe zones liggen voor de primaire zeekering en worden verhoogd om niet onder water te lopen bij hoog water springtij. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.

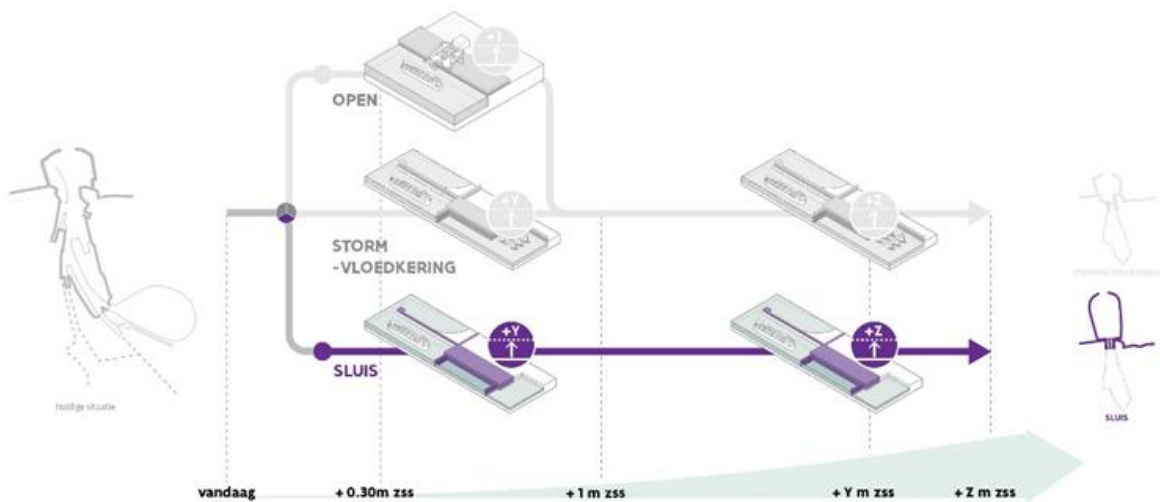
De stormvloedkering garandeert een maximale toegankelijkheid van de haven en sluit enkel tijdens stormen, initieel enkel bij zeer extreme stormen tot ook extreme springtijden bij +2 m zeespiegelstijging. De verlenging van de havendammen wordt bepaald door het alternatief voor de naastliggende strandzones. Het beschermingslint dat wordt beschouwd voor dit alternatief is zichtbaar in onderstaande figuur.



Figuur 3-15: Beschermingslint van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Oostende.

### 3.3.3 Sluis in de havenmond

Het alternatief 'Sluis' voorziet een sluis in de havenmond die operationeel is vanaf +30 cm zeespiegelstijging. Achter de nieuwe sluis zijn geen aanpassingen aan haventerreinen of zeeweringen nodig omwille van zeespiegelstijging.



Figuur 3-16: Het alternatief met de 'Sluis' in de haven van Oostende.

Schepen die de haven van Oostende in of uit willen varen moeten steeds door de sluis passeren. Om de nautische veiligheid te garanderen moeten de havendammen aanzienlijk zeewaarts worden verlengd zodat de zeeschepen voldoende stopafstand hebben tot de sluis. Deze verlenging is veel groter dan noodzakelijk voor de aansluiting op de alternatieven van de strandzones. Onderstaande figuur toont het beschermingslint voor het alternatief met de sluis.

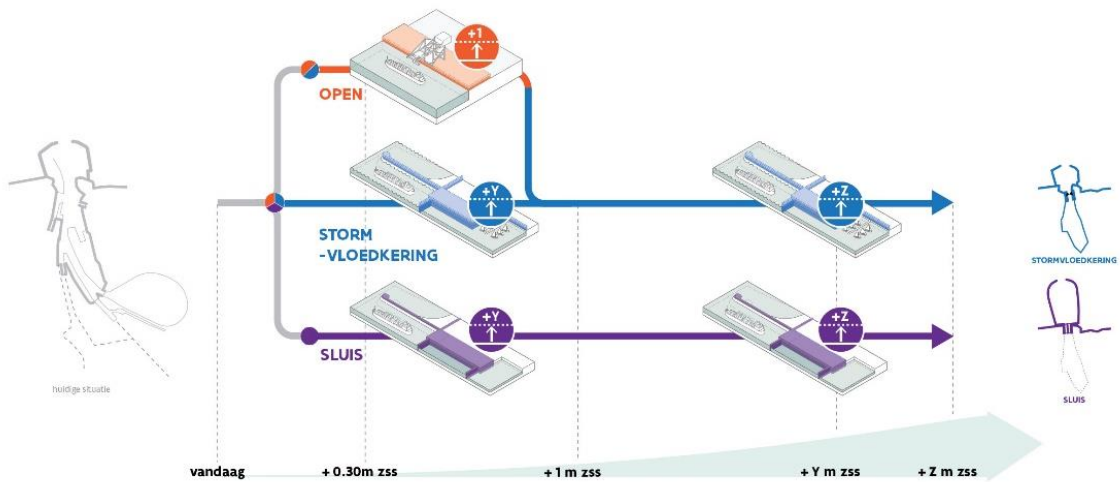




Figuur 3-17: Beschermingslint (paars gearceerde zone) van het alternatief met de 'Sluis' in de haven van Oostende. Hierbij zijn zeer lange nieuwe havendammen nodig.

### 3.3.4 Gecombineerd alternatief met uitgestelde keuze

Het is ook mogelijk de keuze voor één van de vorige drie alternatieven nog beperkt uit te stellen. Het stappenplan in de figuur hieronder toont aan dat de zeekering bij +30 cm zeespiegelstijging (rond 2050) operationeel zijn. Een keuze voor één van de voorgenoemde beschermingsstrategieën moet ten laatste tegen 2030 genomen worden.



Figuur 3-18: Het gecombineerd alternatief met uitgestelde keuze voor de haven van Oostende.

Het beschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur en is de omhullende, ofwel de optelsom, van de eerder gepresenteerde beschermingslinten voor elk van de beschouwde alternatieven.



Figuur 3-19: Beschermingslint (roze gearceerde zone) van het gecombineerde alternatief met uitgestelde keuze voor de haven van Oostende.

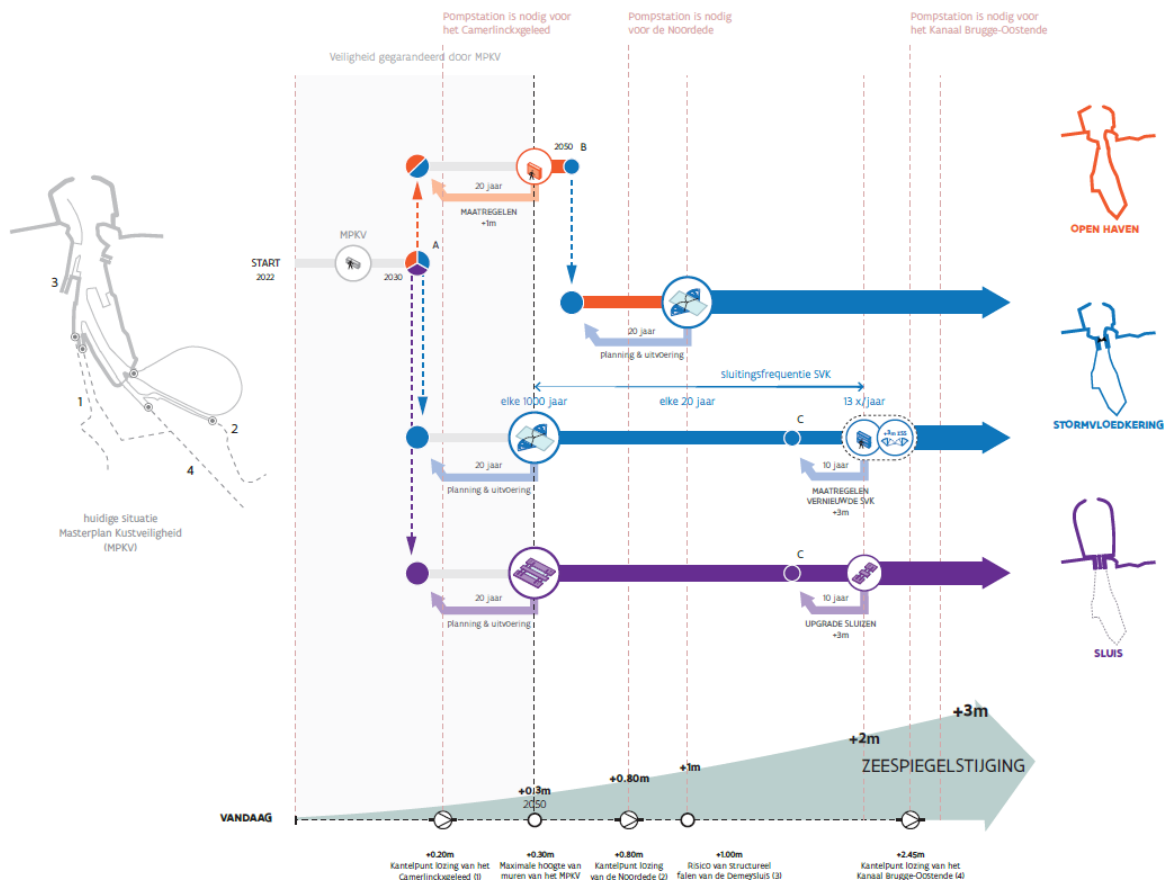
### 3.3.4.1.1 Stappenplannen voor de haven van Oostende

Voor alle redelijke alternatieven werden de **stappenplannen** onderzocht. De figuur hieronder toont de paden die gevolgd kunnen worden in havens om de haven en het achterland blijvend te beschermen tegen de 1000-jarige stormvloed tot en met +3 m zeespiegelstijging. Het alternatief met de open haven tot +1 m zeespiegelstijging (in het oranje) gevolgd door een stormvloedkering (in het blauw) volgt het bovenste pad. De stormvloedkering in de havenmond volgt het blauwe pad (midden) en de sluis in de havenmond volgt het onderste pad (paars).

Voldoende voorafgaand aan het bereiken van de **kantelpunten** zijn **beslissingen** nodig.

De beslispunten worden aangeduid met een letter. In Oostende is een beslissing nodig bij beslispunt A, zodat het studie- ontwerp en uitvoeringsproces tijdig kan opgestart worden. Beslismoment A hangt dan weer af van het bereiken van een **kantelpunt, in dit geval** een bepaalde mate van zeespiegelstijging, getoond op de grijze pijl onderaan de figuur. Rekening houdend met ca. 20 jaar voor planning en uitvoering, en de maatregel gerealiseerd is voordat +0,3 m zeespiegelstijging zich voordoet (in 2050), valt beslispunt A ten laatste in 2030.

Het stappenplan geeft ook aan wanneer afwateringslopen richting de haven (en de zee) niet langer gravitair kunnen lozen (onder de grijze pijl). Deze kantelpunten van afwatering kunnen een trigger zijn om keuzes te maken voor de kustbescherming, daarom zijn ze ook aangeduid op de stappenplannen.



Figuur 3-20: Overzicht van de stappenplannen voor de haven van Oostende.

### 3.4 Alternatieven voor de haven van Blankenberge

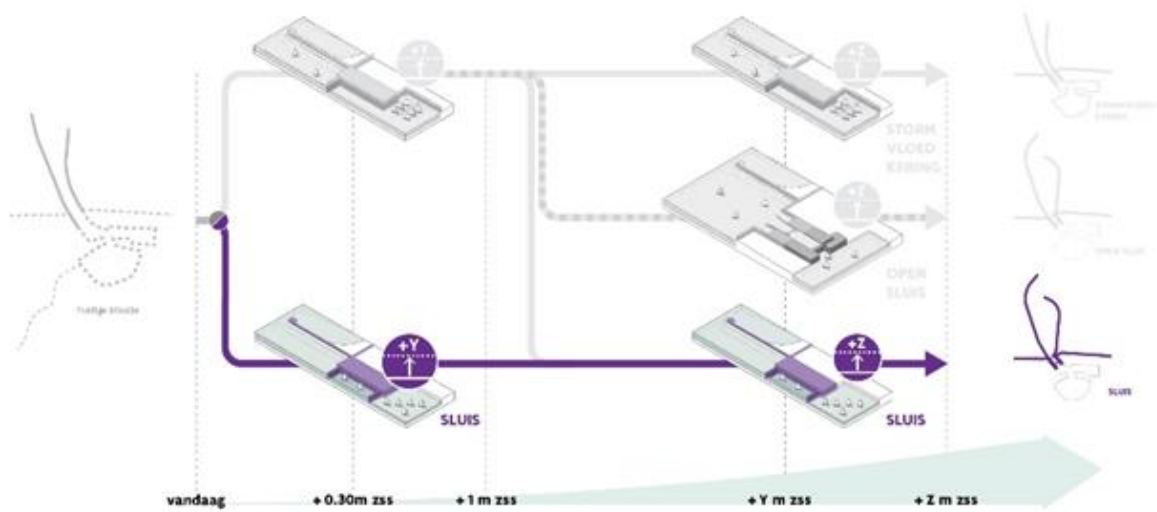
De beschermingsstrategie om de haven van Blankenberge open te houden tot +3 m zeespiegelstijging wordt niet beschouwd als een redelijk alternatief. Dat zou namelijk ook hier betekenen dat dijken en stormmuren rond de haven zodanig verder moeten worden opgehoogd dat de haven volledig wordt afgesloten van de omgeving. Dit is niet gewenst.

Voor de haven van Blankenberge worden vijf redelijke alternatieven voorgesteld:

- Sluis in de havenmond
- Stormvloedkering in de havenmond tot +3 m zeespiegelstijging
- Stormvloedkering in de havenmond met sprong naar sluis na +2 m zeespiegelstijging
- Stormvloedkering in de havenmond met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging en
- Gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering tot +2 m zeespiegelstijging en uitgestelde keuze voor stormvloedkering, sluis of keersluis.

#### 3.4.1 Sluis in de havenmond

In dit alternatief komt in de havenmond een sluis die operationeel is vanaf +30 cm zeespiegelstijging. Landwaarts van deze sluis zijn geen aanpassingen aan het haventerrein of de zeewering rondom de haven nodig. De jachthaven komt in dit alternatief achter een sluis te liggen.



Figuur 3-21: Het alternatief 'Sluis in de havenmond' van Blankenberge.

De vorm en de lengte van de havendammen dienen in dit geval wel aangepast te worden om voor voldoende beschutting en wachtinfrastructuur te voorzien naar de nieuwe sluis. Dit kan bijvoorbeeld via een uitbreiding van de oostelijke havendam naar het oosten zijn in combinatie met het verder uitbouwen van de westelijke havendam die momenteel wordt aangelegd.

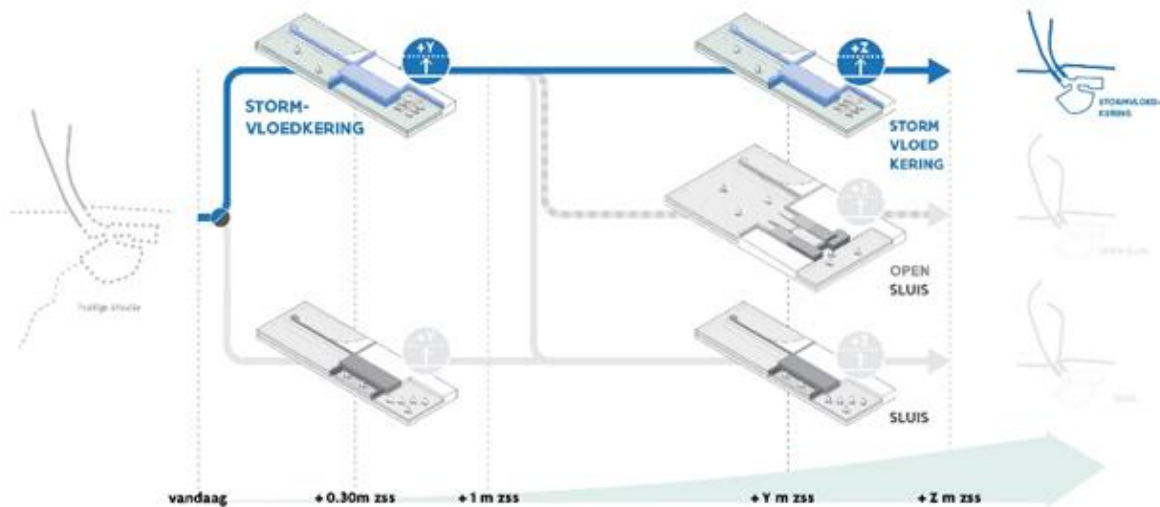
Het beschermingslint dat wordt beschouwd voor dit alternatief is zichtbaar in onderstaande figuur. De nodige verlenging van de havendammen is mee opgenomen in dit lint.



Figuur 3-22: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het alternatief 'Sluis in de havenmond' van Blankenberge.

### 3.4.2 Stormvloedkering in de havenmond

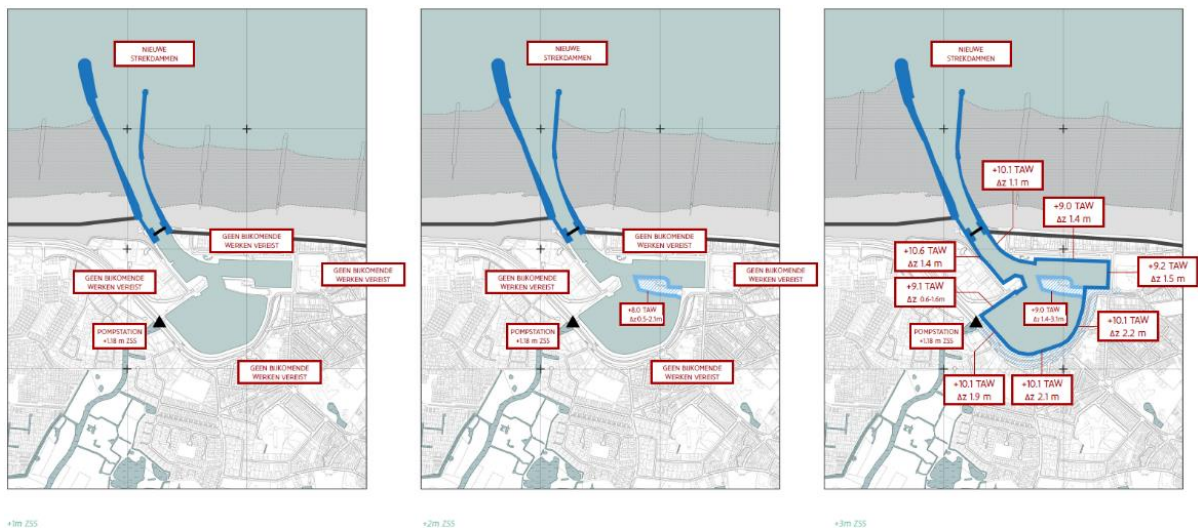
Dit alternatief voorziet een stormvloedkering in de havenmond van Blankenberge die operationeel is vanaf +30 cm zeespiegelstijging.



Figuur 3-23: Het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge.

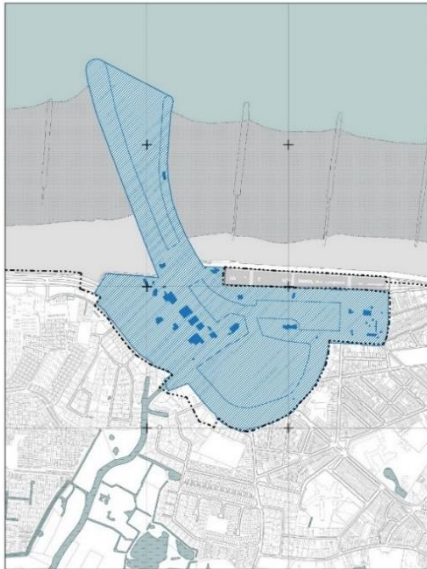
De toegankelijkheid van de haven blijft maximaal behouden, enkel tijdens stormcondities wordt de stormvloedkering gesloten en is de haven niet toegankelijk. De sluitfrequentie neemt toe bij zeespiegelstijging. Bij 1m zeespiegelstijging gaat de kering dicht bij stormen die circa 1x om de 20 jaar voorkomen, bij 2m zeespiegelstijging sluit deze bij extremere springtijden circa 15x per jaar.

Tot +2 m zeespiegelstijging volstaan de reeds uitgevoerde maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid en zijn er geen bijkomende ophogingen in de haven noodzakelijk. Pas bij +2 m zeespiegelstijging wanneer de sluitfrequentie te sterk toeneemt voor de toepassing van een stormvloedkering als werkbare strategie, is er een nieuwe hogere en sterkere stormvloedkering nodig, dit in combinatie met beperkte ophogingen aan de haventerreinen en de zeewering achter de stormvloedkering zodat deze kering minder frequent dient te sluiten. Onderstaande figuur geeft indicatief de ophogingen weer voor +1 m, +2 m en +3 m zeespiegelstijging.



Figuur 3-24: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge. De lichtblauwe zones liggen voor de primaire zeewering en worden verhoogd om niet onder water te lopen bij hoog water springtij. De ingetekende verlenging van de strekdammen toont de aansluiting op het alternatief 'Zeewaarts'.

Het beschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.

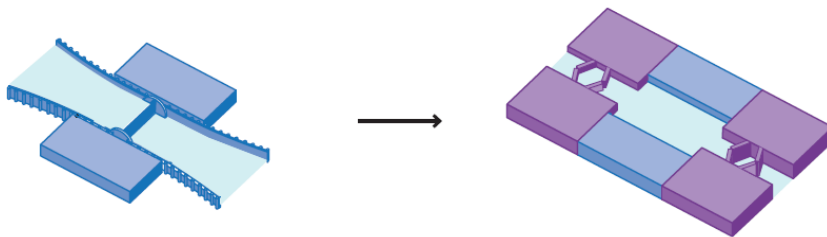


Figuur 3-25: Beschermingslint (blauw gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering in de havenmond' van Blankenberge.

### 3.4.3 Stormvloedkering met sprong naar sluis na +2 m zeespiegelstijging

Om de haven en het achterland te beschermen tot en met +2 m zeespiegelstijging, wordt in dit alternatief eerst een stormvloedkering voorzien die operationeel is vanaf +0,3 m zeespiegelstijging. In combinatie met een toenemende sluitingsfrequentie (tot 15x per jaar bij +2 m zeespiegelstijging) volstaan de reeds uitgevoerde maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid en zijn er geen bijkomende ophogingen in de haven nodig. De toegankelijkheid van de haven blijft dan maximaal behouden, enkel tijdens stormcondities en extreme springtijden zal de haven niet toegankelijk zijn.

Bij nog hogere zeespiegelstijging wordt hier geopteerd voor een sluis; in de achterhaven dienen dan geen bijkomende maatregelen genomen te worden. De vorm en de lengte van de havendammen dienen in dit geval wel aangepast te worden om voor voldoende beschutting en wachtinfrastuctuur te voorzien naar de nieuwe sluis (cfr. alternatief 'Sluis in de havenmond'). Vanaf +2 m zeespiegelstijging zal de stormvloedkering vervangen en omgebouwd worden tot een sluis omdat een stormvloedkering quasi niet adaptief of aanpasbaar is.



Figuur 3-26: Principe aanpassen stormvloedkering (links) naar sluis (rechts).

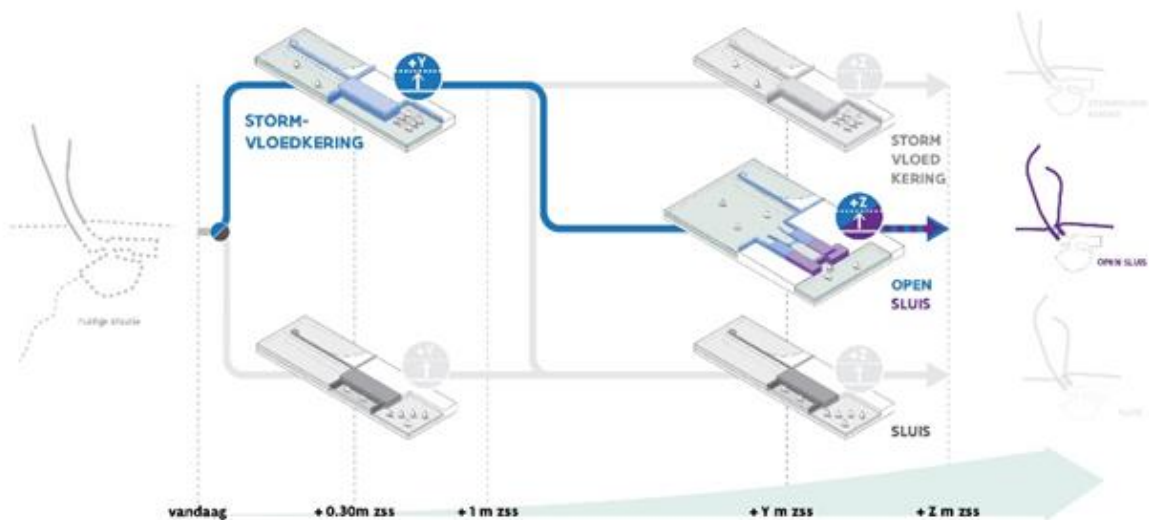
Het beschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.



Figuur 3-27: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar sluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.

### 3.4.4 Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging

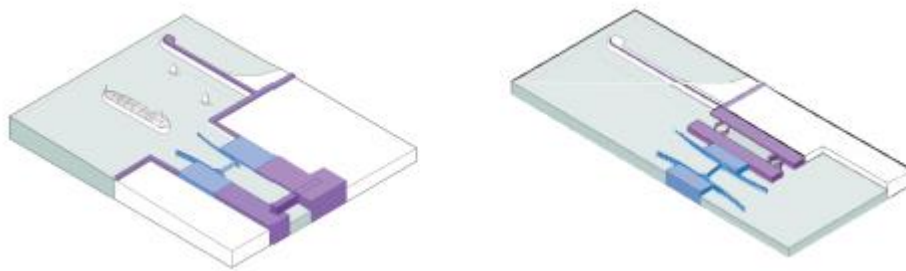
In dit alternatief wordt eerst een stormvloedkering gebouwd die operationeel is vanaf +0,3 m zeespiegelstijging. Na +2 m zeespiegelstijging wordt de stormvloedkering vervangen door een keersluis die bij elk hoogwater (tweemaal per dag ca. 2-4 uren) zal fungeren als een sluis.



Figuur 3-28: Alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.

In een eerste fase werkt de keersluis als een gewone stormvloedkering. Schepen kunnen vrij in en uit de haven varen, de kering sluit wanneer tijdens stormen te hoge waterstanden dat vereisen. Enkel bij hoogwater bij +3 m zeespiegelstijging is de sluiswerking nodig. In andere situaties passeert scheepvaart de structuur net zoals bij een stormvloedkering.

Voor de inplanting van de keersluis zijn er ook hier 2 opties: een stormvloedkering en een sluis in serie of in parallel (zie onderstaande figuur). Het eerste mogelijk concept is de bouw van een stormvloedkering met één enkele segmentdeur die op lange termijn aan havenzijde wordt uitgebreid met een sluiscolk en een tweede sluishoofd. Dit is echter een nieuw concept en verder studiewerk is nodig. De tweede optie (in parallel) is technisch minder complex dan de eerste optie, maar neemt meer ruimte in.

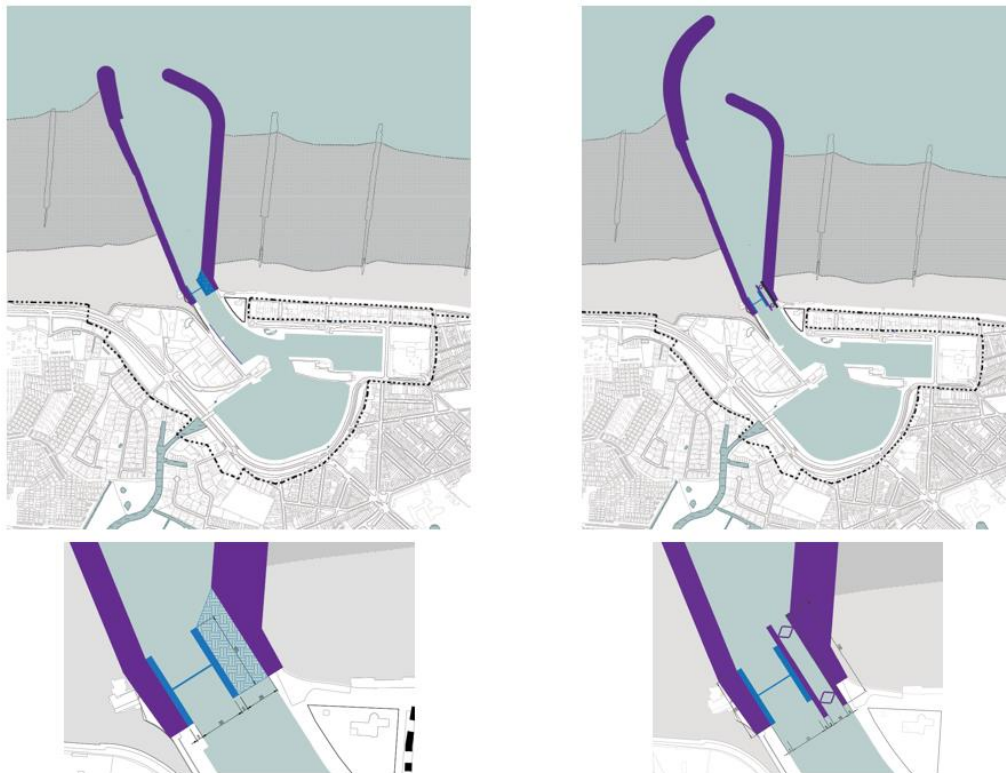


Figuur 3-29: Twee opties voor de keersluis: in serie (links) of sluis en stormvloedkering in parallel (rechts).

In een tweede fase (rechts op onderstaande figuur) wordt een sluis toegevoegd naast de stormvloedkering. Indien de stormvloedkering sluit, kunnen schepen nog steeds de haven in en uit varen door de sluis. Bij een stijgende zeespiegel zal de kering steeds frequenter moeten sluiten, tot het punt waarbij de kering elk hoogwater dicht gaat bij +3 m zeespiegelstijging (2 tot 4u per getij).

Er zijn bij een keersluis geen bijkomende ophogingen van de zeewering in de haven nodig. In dit alternatief blijven de ophogingen in en rond de haven ook beperkt tot de zone van de stormvloedkering en keersluis. In de haven zelf kan het nodig zijn om de haveninfrastructuur en de haventerreinen tussen de waterkant en de zeewering aan te passen aan de hogere waterstanden.

Bij de sprong naar een keersluis moeten de havendammen om nautische redenen opnieuw ontworpen worden. Deze benodigde aanpassingen aan de havendammen kunnen al rekening houden met de later toe te voegen sluis. Onderstaande figuur geeft dit indicatief weer.



Figuur 3-30: Schematische weergave van de inplanting van de stormvloedkering en de keersluis (de paars gearceerde zone) in het alternatief 'Stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.

Het beschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.

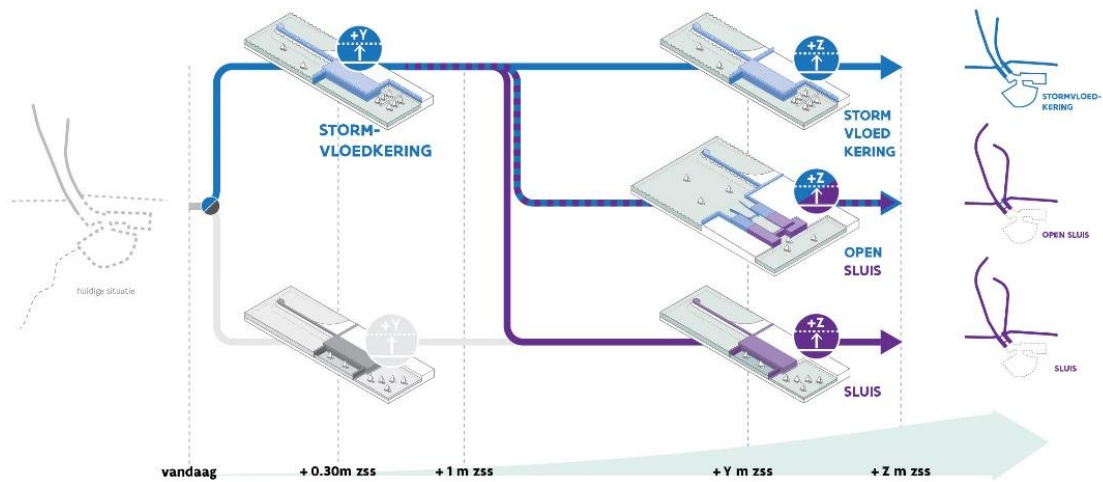




Figuur 3-31: Beschermingslint (de paars gearceerde zone) van het redelijk alternatief in de haven van Blankenberge bij een bescherming met stormvloedkering met sprong naar keersluis na +2 m zeespiegelstijging.

### 3.4.5 Gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering tot +2 m zeespiegelstijging en uitgestelde keuze

Het is ook mogelijk te starten met een stormvloedkering die operationeel is vanaf +0,3 m zeespiegelstijging en de keuze voor de oplossing na +2 m zeespiegelstijging (stormvloedkering, sluis of keersluis) nog uit te stellen.



Figuur 3-32: Gecombineerd alternatief 'Start met stormvloedkering met uitgestelde keuze na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.

Dit betekent dat voor het beschermingslint van dit alternatief de omhullende is, de optelsom, van de eerder gepresenteerde beschermingslinten voor de alternatieven met een stormvloedkering met of zonder sprong naar een sluis of keersluis na +2 m zeespiegelstijging. Het beschermingslint voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.



Figuur 3-33: Beschermingslint (de roze gearceerde zone) van het alternatief 'Stormvloedkering met uitgestelde keuze voor de sprong naar stormvloedkering, sluis of open sluis na +2 m zeespiegelstijging' in de haven van Blankenberge.

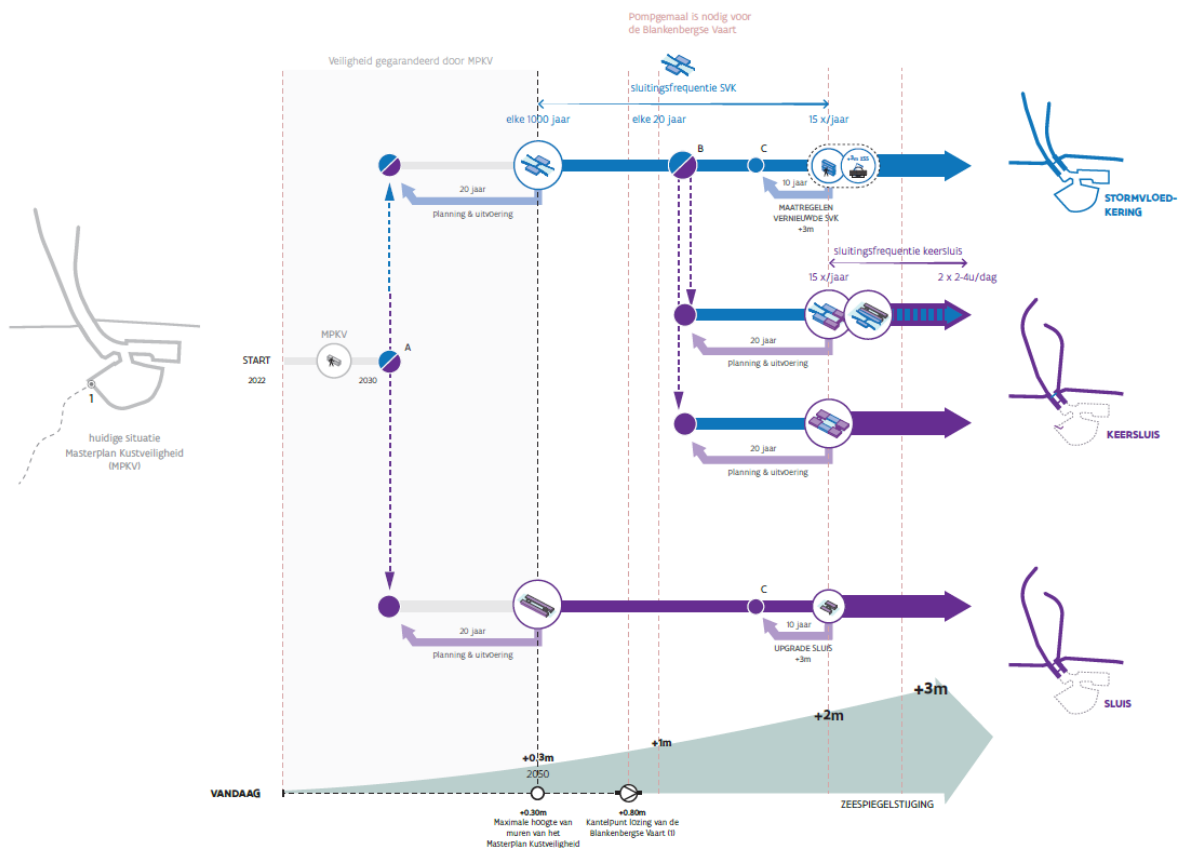
### 3.4.6 Stappenplannen voor de haven van Blankenberge

Voor alle redelijke alternatieven werden de **stappenplannen** onderzocht. De figuur hieronder toont de paden die gevolgd kunnen worden in havens om de haven en het achterland blijvend te beschermen tegen de 1000-jarige stormvloed tot en met +3 m zeespiegelstijging. Het alternatief met de stormvloedkering (in het blauw) volgt het bovenste pad. Varianten van het bovenste pad bevinden zich in het midden: hier wordt gestart met een stormvloedkering, gevolgd door een keersluis of sluis bij hogere zeespiegelstijging. De sluis in de havenmond volgt het onderste pad (paars).

Voldoende voorafgaand aan het bereiken van de **kantelpunten** zijn **beslissingen** nodig.

De beslispunten worden aangeduid met een letter. In Blankenberge is een beslissing nodig bij beslispunt A, zodat het studie- ontwerp en uitvoeringsproces tijdig kan opgestart worden. Beslismoment A hangt dan weer af van het bereiken van een **kantelpunt, in dit geval** een bepaalde mate van zeespiegelstijging, getoond op de grijze pijl onderaan de figuur. Rekening houdend met ca. 20 jaar voor planning en uitvoering, en de maatregel gerealiseerd is voordat +0,3 m zeespiegelstijging zich voordoet (in 2050), valt beslispunt A ten laatste in 2030.

Het stappenplan geeft ook aan wanneer afwateringslopen richting de haven (en de zee) niet langer gravitair kunnen lozen (onder de grijze pijl). Deze kantelpunten van afwatering kunnen een trigger zijn om keuzes te maken voor de kustbescherming, daarom zijn ze ook aangeduid op de stappenplannen.



Figuur 3-34: Overzicht van de stappenplannen van alle alternatieven voor de haven van Blankenberge.

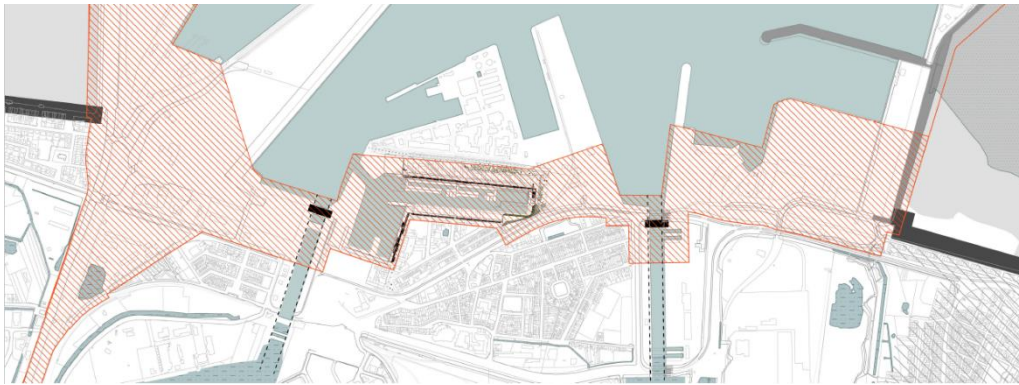
### 3.5 Alternatieven voor de haven van Zeebrugge

Voor de haven van Zeebrugge werden 5 redelijke alternatieven onderzocht. Voor de voorhaven wordt in elk van de 5 alternatieven **altijd een open voorhaven** beschouwd, omwille van nautische redenen.

Gezien het specifiek karakter van de zone rondom de **jachthaven in Zeebrugge** werden er lokaal, in combinatie met de open voorhaven, **vijf redelijke alternatieven voor de jachthaven** onderzocht:

- sluis in de toegang van de jachthaven
- stormvloedkering in de toegang jachthaven
- stormvloedkering in de toegang jachthaven met sprong naar keersluis bij +2 m zeespiegelstijging
- stormvloedkering in de toegang jachthaven met sprong naar sluis bij +2 m zeespiegelstijging en
- een gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering en uitgestelde keuze voor een stormvloedkering, sluis of keersluis na +2 m zeespiegelstijging.

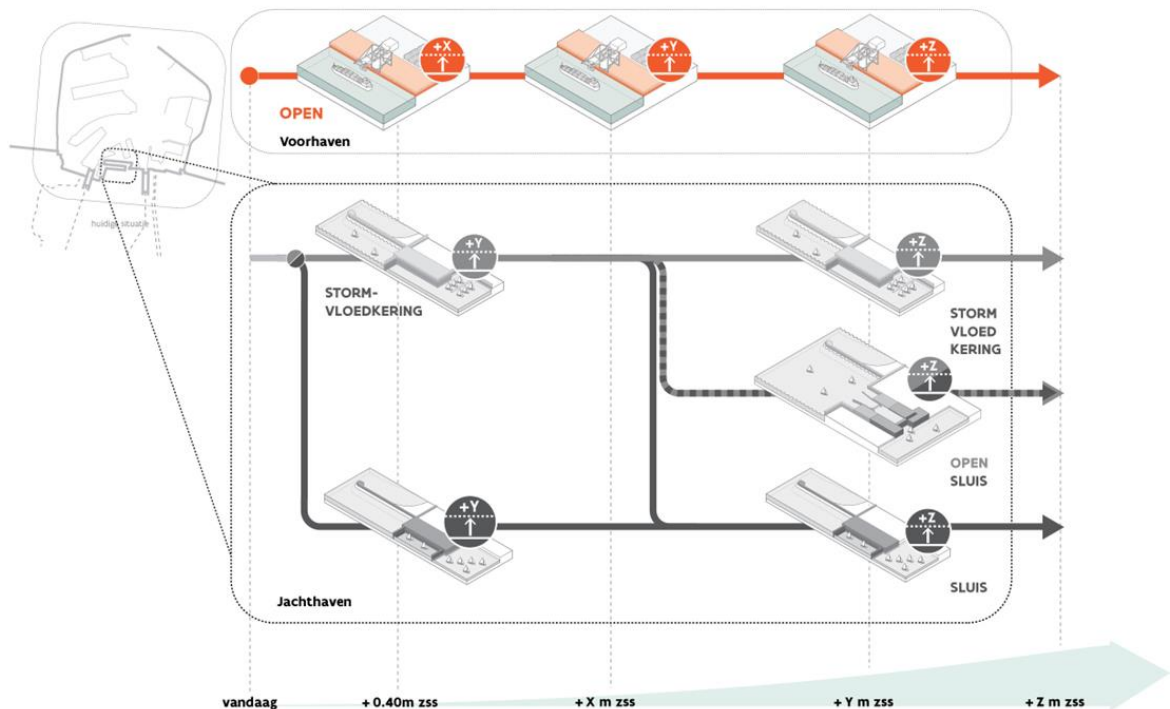
In de jachthaven bieden de maatregelen in kader van Masterplan Kustveiligheid (in aanbouw 2023) bescherming tot en met +0.4m zeespiegelstijging



Figuur 3-35: Zoom op het kustbeschermingslint rondom de jachthaven en ter hoogte van de Kustlaan. De redelijke alternatieven voor de haven van Zeebrugge zijn verschillend in dit deel van het lint.

### 3.5.1 De open voorhaven

Voor de voorhaven wordt in elk van de 5 alternatieven **altijd een open voorhaven** beschouwd.

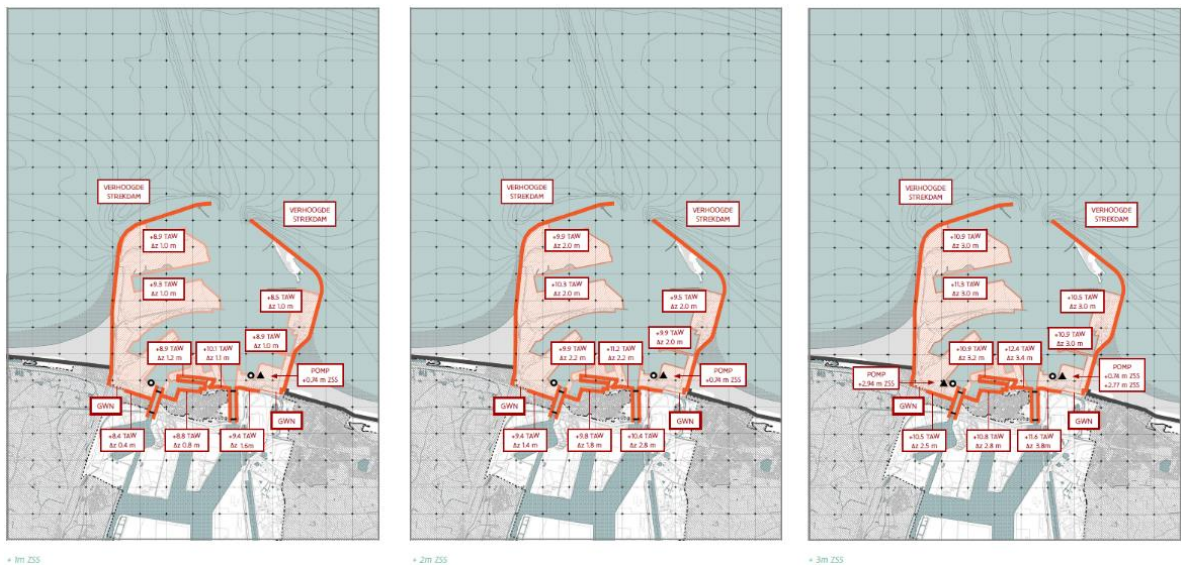


Figuur 3-36: Het alternatief met de open voorhaven van Zeebrugge.

Door het openhouden van de haven blijft deze permanent toegankelijk. Het openhouden van deze havenmond houdt in dat er in de voorhaven forse maatregelen nodig zijn:

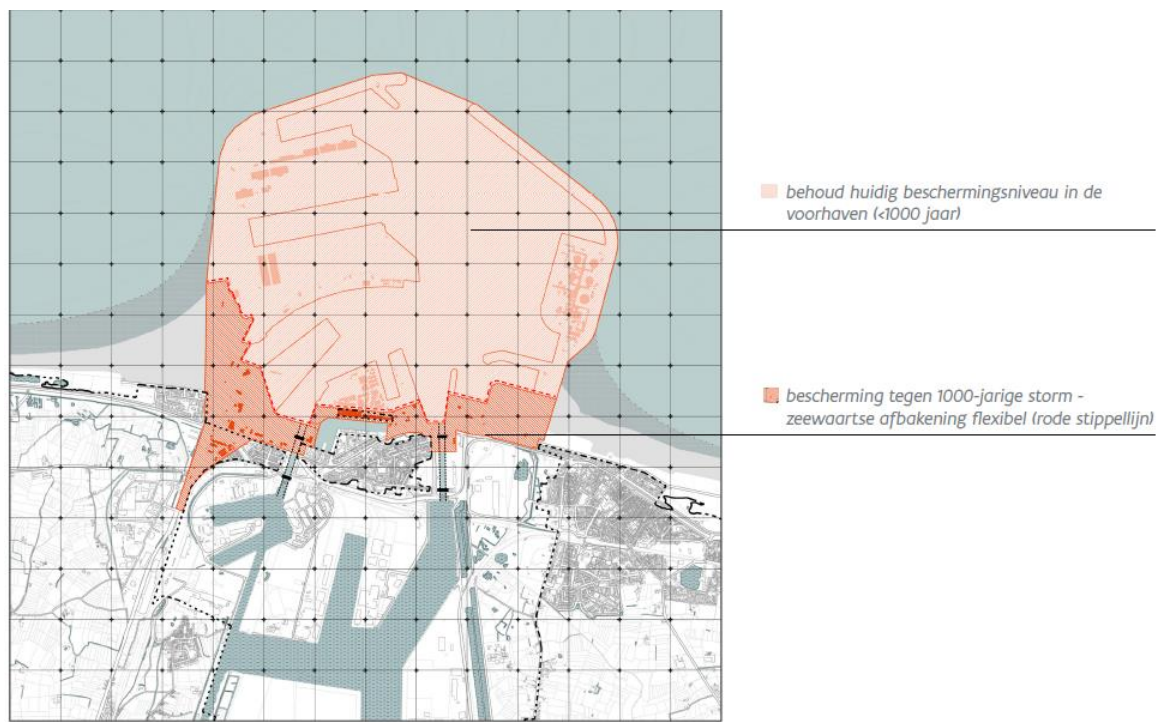
- aan de haventerreinen binnen de voorhaven om hetzelfde beschermingsniveau of overstromingsrisico te behouden als vandaag en
- aan de zeewering die het achterland beschermt tegen overstroming vanuit zee, waaronder de sluisen en de afwateringskanalen.

Onderstaande figuur geeft indicatief de ophogingen weer.



Figuur 3-37: Indicatieve hoogte van de maatregelen t.o.v. het huidige terrein voor het alternatief met de open zeehaven in Zeebrugge. In deze weergave is een open jachthaven verondersteld (niet als redelijk beschouwd alternatief voor jachthaven).

Het beschermingslint voor de openvoorhaven wordt getoond in de figuur hieronder met de licht oranje aanduiding. Het donker oranje zone verschilt per alternatief voor de jachthaven van Zeebrugge.

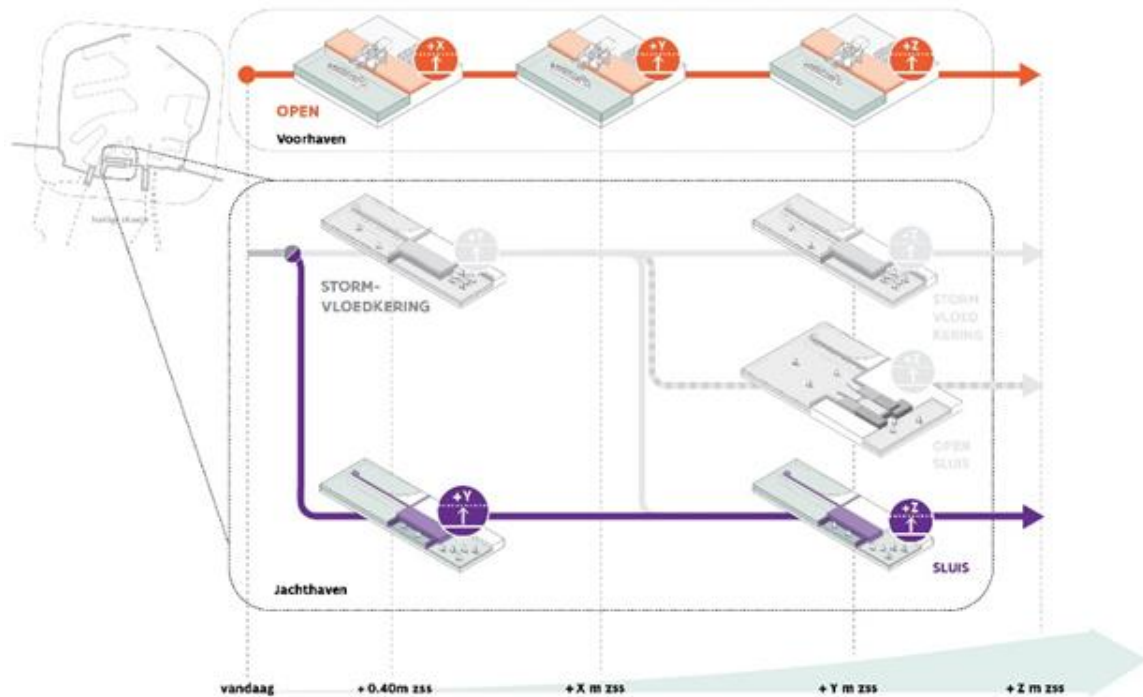


Figuur 3-38: Beschermingslint (de oranje gearceerde zone) voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.

### 3.5.2 Open havenmond + sluis jachthaven

De voorhaven blijft in open verbinding met de zee en vergt gradueel maatregelen aan de haventerreinen en de zeewering tot +3 m zeespiegelstijging.

In dit alternatief wordt onmiddellijk een sluis gebouwd in de toegang van de jachthaven die operationeel is vanaf +0,4 m zeespiegelstijging, in combinatie met een open voorhaven.

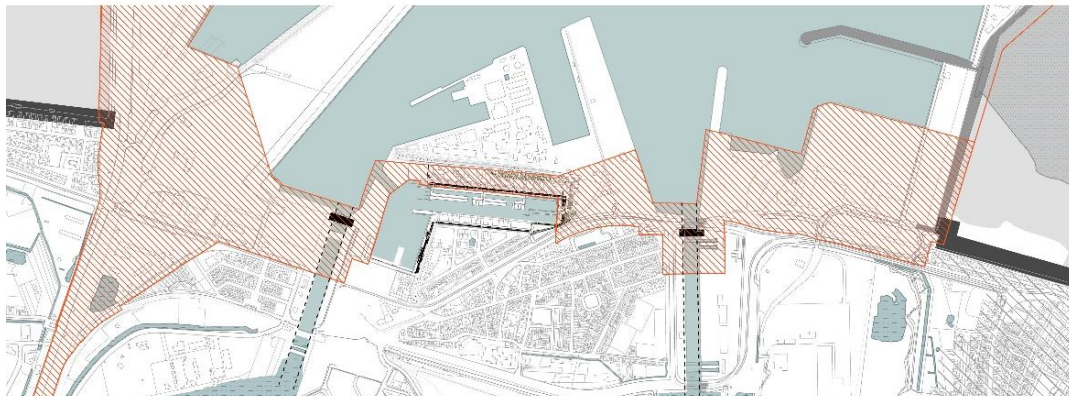


Figuur 3-39: Alternatief Open havenmond + sluis jachthaven in Zeebrugge

Door de bouw van een sluis in de toegang van de jachthaven, zijn er geen ophogingen meer nodig rondom rond de jachthaven. Daartegenover staat dat de toegankelijkheid van de jachthaven wijzigt door de aanwezigheid van een sluis: de jachthaven is enkel toegankelijk via de sluis.

De sluis wordt in eerste instantie gedimensioneerd op een bescherming tot +2 m zeespiegelstijging en laat een verdere verhoging toe voor een bescherming tot +3 m zeespiegelstijging. De uiteindelijke ontwerpcondities zullen worden bepaald op projectniveau.

Het beschermingslint voor de zone rond de jachthaven en de kustlaan voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.

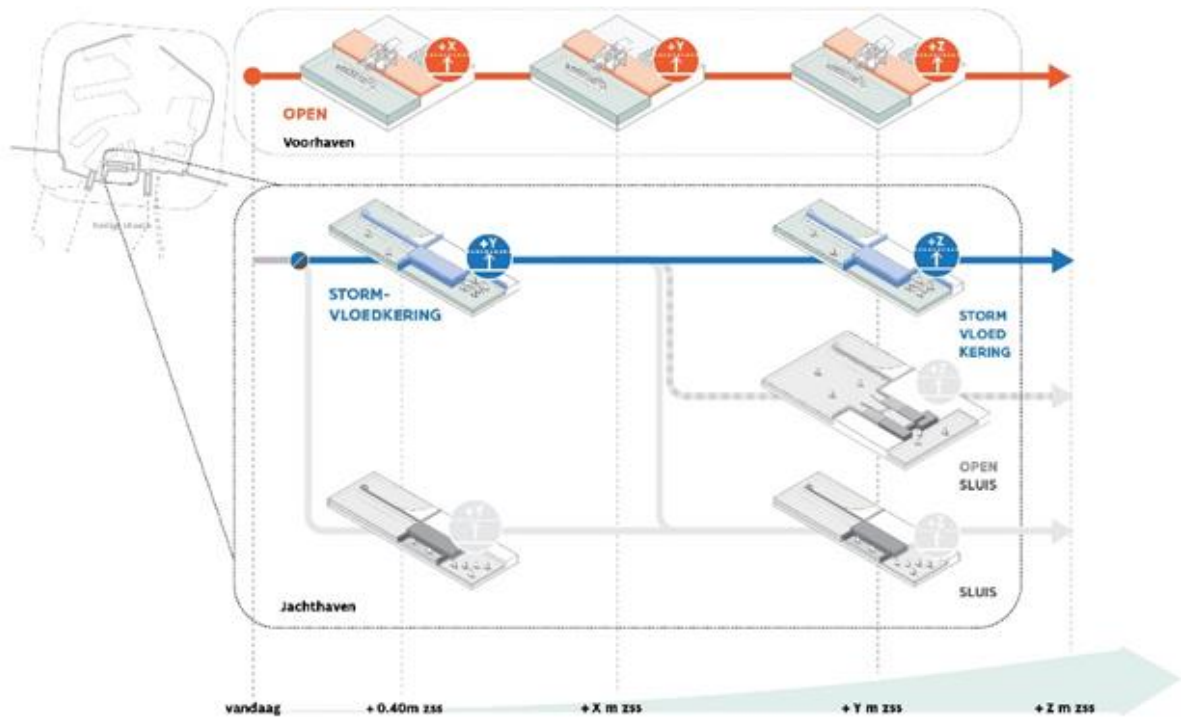


Figuur 3-40: Zoom van het kustbeschermlint ter hoogte van de Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.

### 3.5.3 Open havenmond + stormvloedkering jachthaven

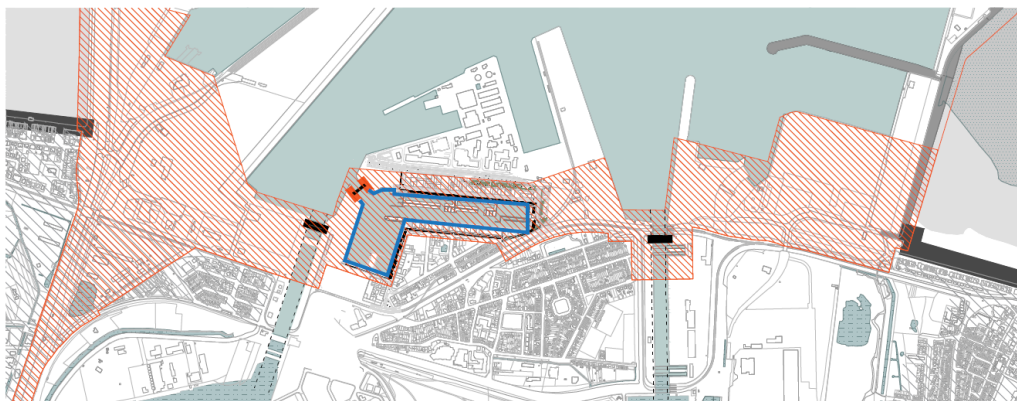
De voorhaven blijft in open verbinding met de zee en vergt gradueel maatregelen aan de haventerreinen en de zeewering tot +3 m zeespiegelstijging.

Bij de jachthaven wordt een stormvloedkering voorzien die operationeel is vanaf +0,4 m zeespiegelstijging en de jachthaven beschermt tot +2 m zeespiegelstijging. Er zijn geen maatregelen in de jachthaven zelf nodig. Met zeespiegelstijging neemt de frequentie van sluiting van de kering wel toe van gemiddeld om de 40 jaar bij +1 m zeespiegelstijging tot circa 7 keer per jaar bij +2 m zeespiegelstijging. Daarna is een nieuwe hogere en sterkere stormvloedkering nodig om te beschermen tegen stormvloed in combinatie met (bepaalde) ophogingen rondom de jachthaven om de normale hoog waters te keren waarna opnieuw een lagere sluitfrequentie van de kering mogelijk is.



Figuur 3-41: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven in Zeebrugge

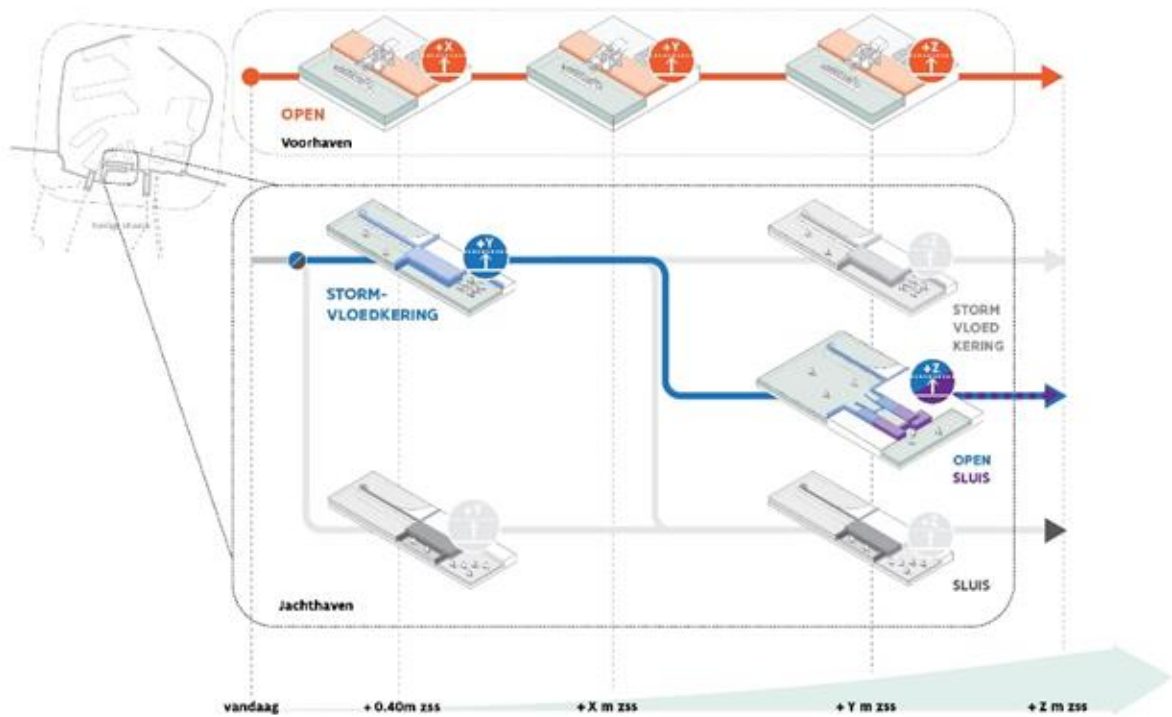
Het beschermingslint voor de zone rond de jachthaven en de kustlaan voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.



Figuur 3-42: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open voorhaven en stormvloedkering bij de jachthaven van Zeebrugge.

### 3.5.4 Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar keersluis

In dit alternatief wordt, net als in voorgaand alternatief, eerst een stormvloedkering gebouwd in de toegang van de jachthaven die operationeel is vanaf +0,4 m zeespiegelstijging en beschermt tot +2 m zeespiegelstijging. Na +2 m zeespiegelstijging wordt de stormvloedkering vervangen door een keersluis die bij elk hoogwater (tweemaal per dag ca. 2-4 uren) zal fungeren als een sluis.



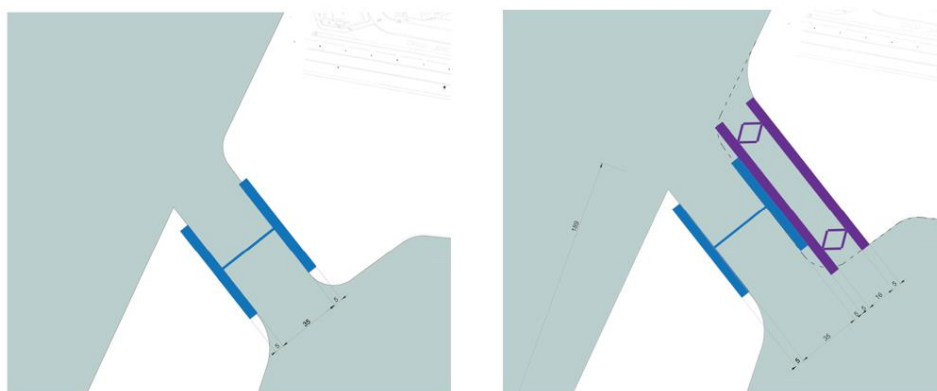
Figuur 3-43: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar keersluis

In dit alternatief zijn er geen bijkomende ophogingen van de zeewering in de haven nodig. Lokaal kan het nodig zijn om de haveninfrastructuur en haventerreinen tussen de waterkant en zeewering aan te passen.

In een eerste fase (links op onderstaande figuur) werkt de keersluis als een gewone stormvloedkering. Schepen kunnen vrij in en uit de haven varen, de kering sluit wanneer te hoge waterstanden dat vereisen.

In een tweede fase (rechts op onderstaande figuur), bij +3 m zeespiegelstijging, wordt een sluis toegevoegd naast de stormvloedkering. Indien de stormvloedkering sluit, kunnen schepen nog steeds de haven in en uit varen middels de sluis. Bij een stijgende zeespiegel zal de kering steeds frequenter moeten sluiten, tot het punt waarbij de kering elk hoogwater dicht gaat.

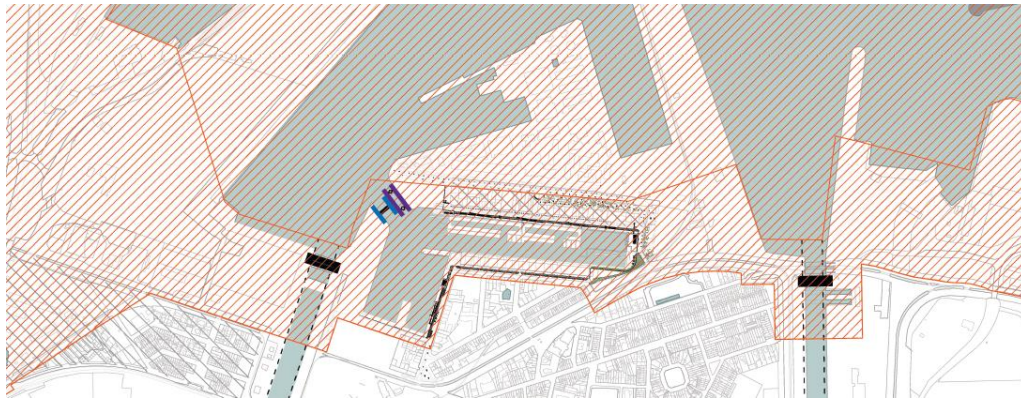
Voor de inplanting van de keersluis zijn er ook hier 2 opties: een stormvloedkering en een sluis in serie of in parallel. Het eerste mogelijk concept is de bouw van een stormvloedkering met één enkele segmentdeur die op lange termijn aan havenzijde wordt uitgebreid met een sluiscolk en een tweede sluishoofd. Dit is echter een nieuw concept en verder studiewerk is nodig. De tweede optie (in parallel) is technisch minder complex dan de eerste optie, maar neemt meer ruimte in.



Figuur 3-44: Concept stormvloedkering (links) en keersluis (rechts) in de toegang naar de jachthaven in Zeebrugge.

Het beschermingslint voor de zone rond de jachthaven en de kustlaan voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.

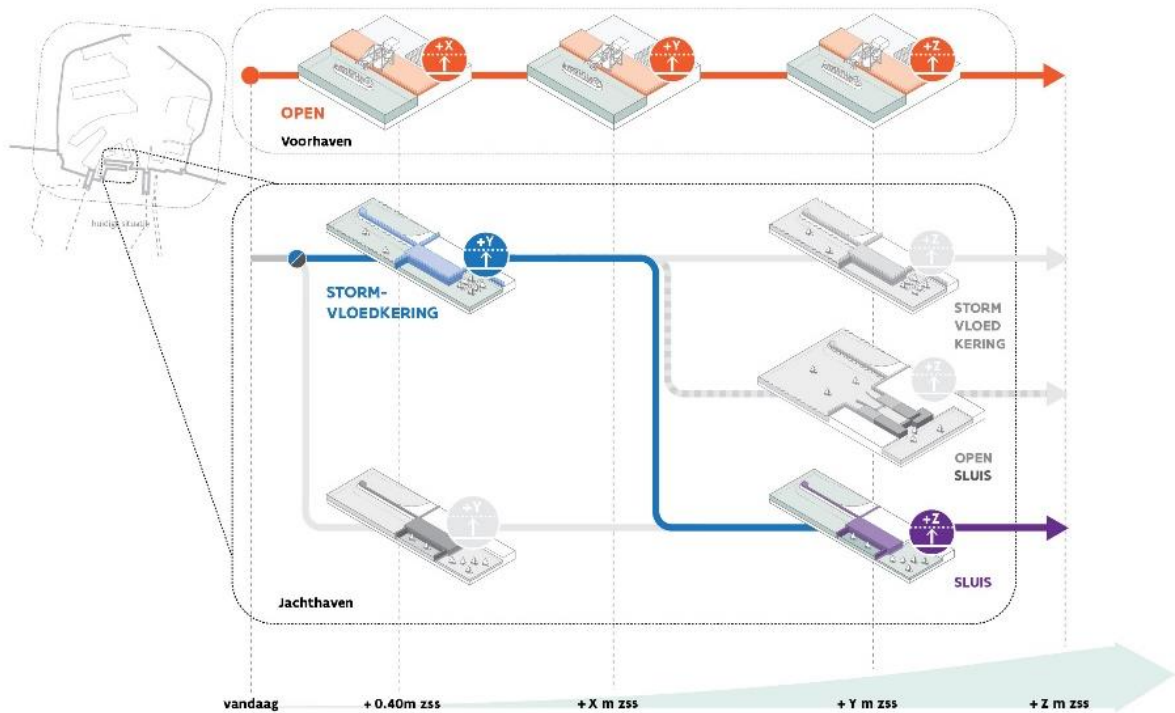




Figuur 3-45: Zoom van het kustbeschermlingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven met keersluis (na +2 m zeespiegelstijging) in de toegang naar de jachthaven in Zeebrugge.

### 3.5.5 Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar sluis

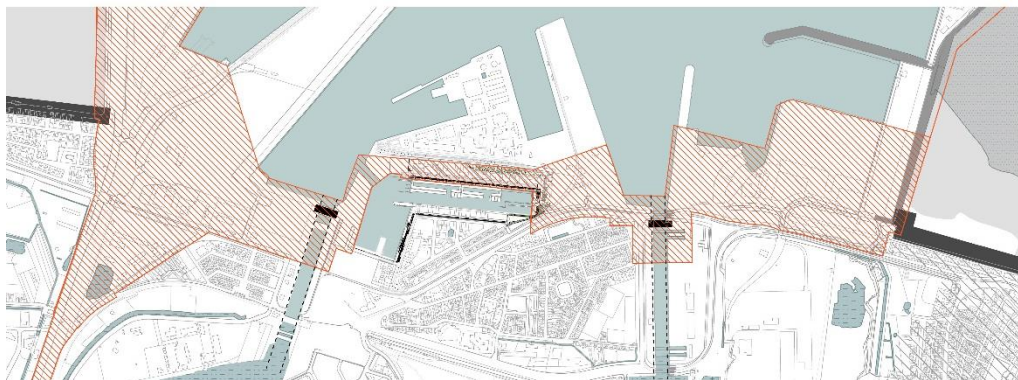
In dit alternatief wordt eerst een stormvloedkering gebouwd in de toegang van de jachthaven die operationeel is vanaf +0,4m zeespiegelstijging en beschermt tot +2 m zeespiegelstijging. Na +2m zeespiegelstijging wordt de stormvloedkering vervangen door een (normale) sluis die toegang biedt tot de jachthaven.



Figuur 3-46: Alternatief Open havenmond + stormvloedkering jachthaven met sprong naar sluis

In dit alternatief zijn er geen verdere ophogingen in en rond de jachthaven nodig na aanleg van de sluis. De jachthaven blijft ook nautische toegankelijk, zij het dan wel doorheen een sluis.

Het kustbeschermlingslint voor de zone rond de jachthaven en de kustlaan voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.

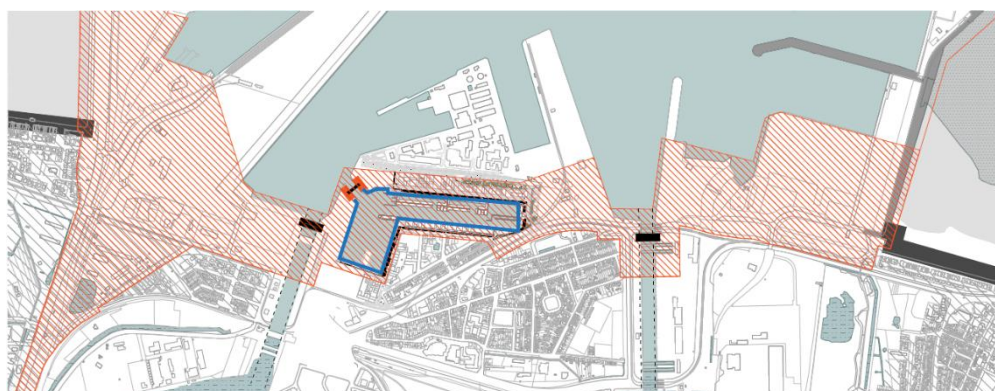


Figuur 3-47: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van de Kustlaan voor het alternatief met open havenmond in de voorhaven en een stormvloedkering met sprong naar sluis in de toegang naar de jachthaven van Zeebrugge.

### 3.5.6 Gecombineerd alternatief: start met stormvloedkering die beschermt tot +2 m zeespiegelstijging en uitgestelde keuze

Het is ook mogelijk te starten met een stormvloedkering die operationeel is vanaf +0,4 m zeespiegelstijging en beschermt tot +2 m zeespiegelstijging en de keuze voor de oplossing nadien (stormvloedkering, sluis of keersluis) nog uit te stellen. Dit betekent dat het kustbeschermingslint van dit alternatief de omhullende, de optelsom van de eerder gepresenteerde kustbeschermingslinten voor de alternatief met stormvloedkering en al dan niet met sprong naar een sluis of keersluis is.

Het kustbeschermingslint voor de zone rond de jachthaven en de kustlaan voor dit alternatief wordt getoond in onderstaande figuur.



Figuur 3-48: Zoom van het kustbeschermingslint ter hoogte van Kustlaan voor het alternatief met open voorhaven en stormvloedkering met uitgestelde keuze voor stormvloedkering, sluis of keersluis na +2 m zeespiegelstijging bij de jachthaven van Zeebrugge.

### 3.5.7 Stappenplan voor de haven van Zeebrugge

Voor alle redelijke alternatieven werden de **stappenplannen** onderzocht. De figuur hieronder toont de paden die gevolgd kunnen worden in havens om de haven en het achterland blijvend te beschermen tegen de 1000-jarige stormvloed tot en met +3 m zeespiegelstijging.

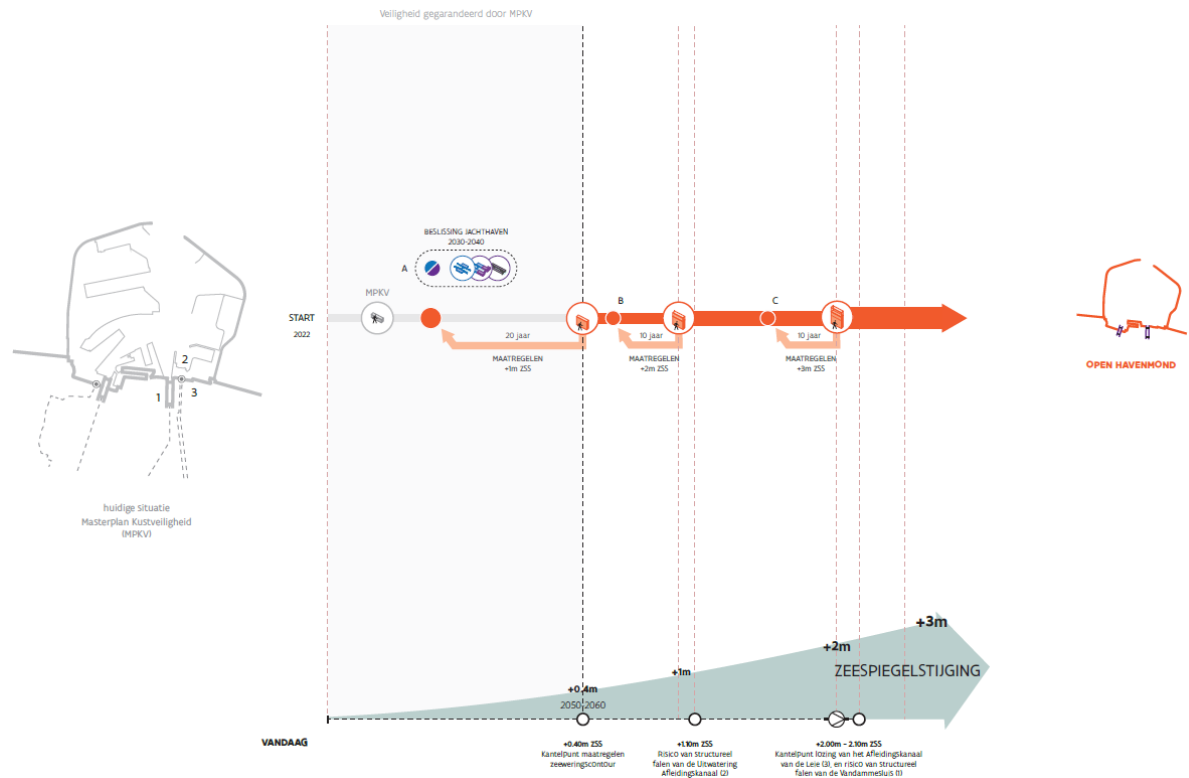
Voor **de voorhaven van Zeebrugge** is er slechts 1 pad: de open voorhaven, met ophogingen rondom rond volgens het tempo van de zeespiegelstijging.

Voor **de jachthaven van Zeebrugge** zijn er verschillende mogelijke paden. Het alternatief met de stormvloedkering (in het blauw) volgt het bovenste pad. Varianten van het bovenste pad bevinden zich in het midden: hier wordt gestart met een stormvloedkering, gevolgd door een keersluis of sluis bij hogere zeespiegelstijging. De sluis in de havenmond volgt het onderste pad (paars).

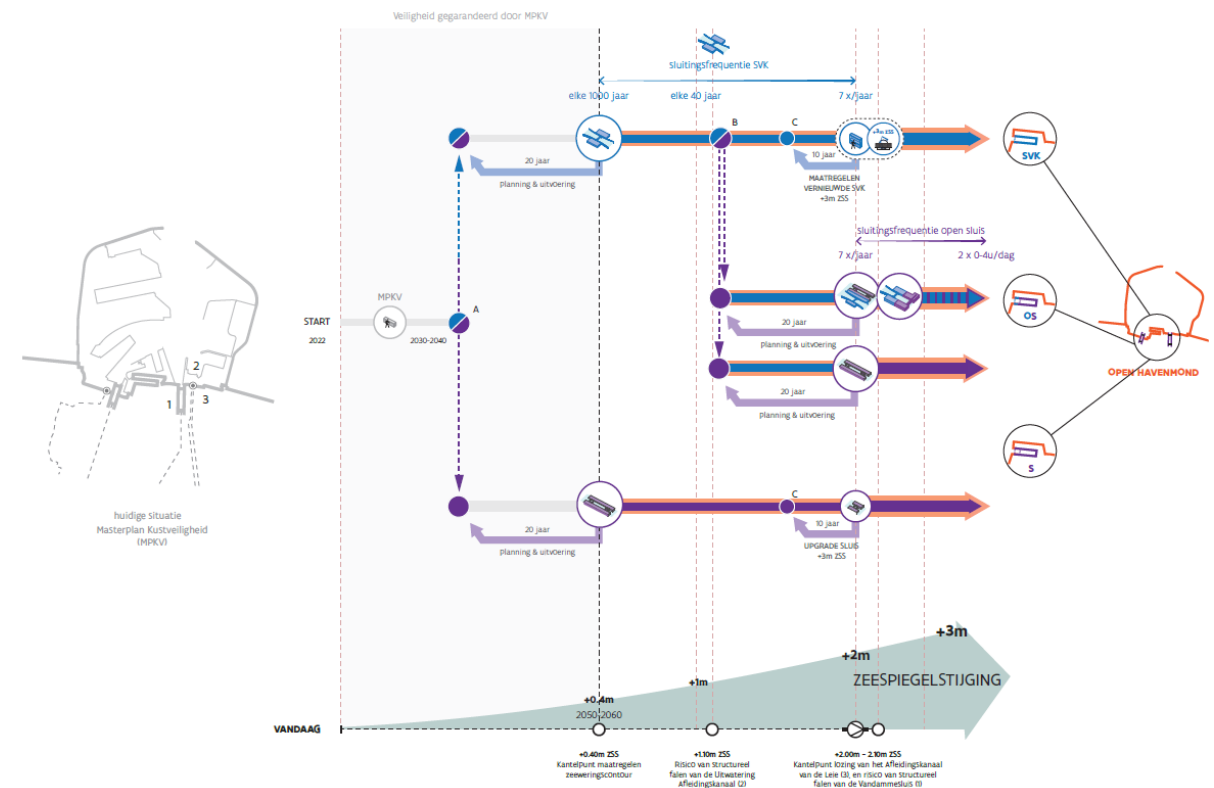
Voldoende voorafgaand aan het bereiken van de **kantelpunten** zijn **beslissingen** nodig.

De beslispunten worden aangeduid met een letter. Voor de jachthaven van Zeebrugge is een beslissing nodig bij beslispunt A, zodat het studie- ontwerp en uitvoeringsproces tijdig kan opgestart worden. Beslismoment A hangt dan weer af van het bereiken van een **kantelpunt, in dit geval** een bepaalde mate van zeespiegelstijging, getoond op de grijze pijl onderaan de figuur. Rekening houdend met ca. 20 jaar voor planning en uitvoering, en de maatregel gerealiseerd is voordat +0,4 m zeespiegelstijging zich voordoet (in 2060), valt beslispunt A ten laatste in 2040.

Het stappenplan geeft ook aan wanneer afwateringslopen richting de haven (en de zee) niet langer gravitair kunnen lozen (onder de grijze pijl). Deze kantelpunten van afwatering kunnen een trigger zijn om keuzes te maken voor de kustbescherming, daarom zijn ze ook aangeduid op de stappenplannen.



Figuur 3-49: Stappenplan voor de open voorhavens van Zeebrugge.



Figuur 3-50: Stappenplan voor de alternatieven voor de jachthavens van Zeebrugge



# Colofon

<b>COPYRIGHT</b>	Copyright © 2023, Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie of delen mogen niet worden gekopieerd, gereproduceerd of verzonden in welke vorm of op welke manier dan ook, digitaal of anderszins zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Verwijzing naar een deel van deze publicatie dat tot verkeerde interpretatie kan leiden, is verboden.
<b>OMSLAG</b>	Hoogtij(d)
<b>PUBLICATIEDATUM</b>	07/12/2023
<b>UITGEVER</b>	ir. Annelies Bolle Senior ingenieur Projectleider Kustvisie – consortium Hoogtij(d) +32 479 92 03 08, Annelies.bolle@imdc.be
<b>OPMAAK</b>	Hoogtij(d)





Kust  
visie