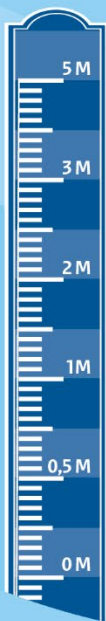


Tijdelijnen voor beslismomenten bij Zeespiegelstijging

Kennisprogramma Zeespiegelstijging



Projectgegevens

Titel: Tijdlijnen voor beslismomenten bij Zeespiegelstijging
Versie: 1.0
Status: Definitief
Datum: 20 oktober 2025
Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Projectnummer: 31207839
Partners: Haskoning, Infram

Auteurs: BE, KH
Getoetst door: LT
Datum \ Paraaf: 20 oktober 2025



Haskoning
Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Tel: +31 88 348 20 00
Haskoning.com



INFRAM B.V.
Amersfoortseweg 9
3951 LA Maarn
Tel: +(0)343 – 745 600
www.infram.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doelen van dit project	5
1.3	Werkwijze en afstemming	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Aanpak voor tijdlijnen met knelpunten en beslismomenten	6
2.1	Wat zijn tijdlijnen?	6
2.2	Afbakening studiegebied: Het Nederlandse hoofdwatersysteem	6
2.3	Uitgangspunten	8
2.4	Afbakening rapportage	8
3	Toelichting tijdlijnen voor beslismomenten zeespiegelstijging	9
4	Uitgewerkte tijdlijnen voor beslismomenten zeespiegelstijging	12
4.1	Keuzes omtrent doorlopende strategieën en maatregelen	13
4.2	Zuidwestelijke Delta	14
4.3	Rijn-Maasmonding	17
4.4	IJsselmeergebied en Centraal Holland	21
4.5	Waddengebied	24
4.6	Samenhang en afhankelijkheid tussen keuzes	24
4.7	Gevoeligheid voor snelheid van zeespiegelstijging	28
5	Impact per systeemkeuze	29
5.1	Impact Open variant	29
5.2	Impact Open – Afsluitbare variant	30
5.3	Impact Afgesloten variant	31
6	Bevindingen uit de tijdlijnen	32
A.	Toelichting op Knelpunten door zeespiegelstijging	36
6.1	Knelpunten waterveiligheid	36
6.1.1	Algemeen	36
6.1.2	IJsselmeergebied en Centraal Holland	36
6.1.3	Rijn-Maasmonding	37
6.1.4	Zuidwestelijke Delta	38
6.2	Knelpunten zoetwater	39
B.	Toelichting op Maatregelen voor zeespiegelstijging	41
C.	Tijdlijnen – vergrote weergave	43

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De zeespiegel stijgt en door klimaatverandering versnelt deze stijging de laatste decennia. Nog onzeker is hoe deze versnelde stijging in de toekomst gaat verlopen. Dit kan op termijn grote gevolgen hebben voor de leefbaarheid en bewoonbaarheid van ons land. In het Kennisprogramma Zeespiegelstijging (KP ZSS) bundelen overheden, bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties hun krachten. Ze onderzoeken wat de mogelijke gevolgen van de zeespiegelstijging zijn voor ons land en ze verkennen maatregelen die ons voorbereiden op de gevolgen. Het programma levert kennis zodat we ons goed voorbereiden op de bescherming en inrichting van Nederland. Het programma is een initiatief van de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en de Deltacommissaris.

In 2023 heeft het KP ZSS de voorlopige resultaten gepresenteerd in de 'Tussenbalans'. Daarnaast is in maart 2024 de eerste concretisering van de lange termijn denkrichtingen gepubliceerd met de overkoepelende rapportage 'Ruimte voor zeespiegelstijging'. In 2025 is door SWECO in opdracht van het ministerie van IenW een rapport ('*Adaptatiepaden Kennisprogramma Zeespiegelstijging*', SWECO, februari 2025) opgesteld waarin de kennis uit de bovenstaande rapporten is verwerkt tot 'adaptatiepaden'. Een adaptatiepad is een visualisatie of een beschrijving van knelpunten die zich in de toekomst kunnen voordoen, inclusief de maatregelen en/ of strategieën die kunnen worden genomen om met de knelpunten om te gaan. Denk daarbij qua knelpunten bijvoorbeeld aan de afname van veiligheid tegen overstromen én aan de toename van verzilting.

Na oplevering van het rapport '*Adaptatiepaden Kennisprogramma Zeespiegelstijging*' is door het Kennisprogramma Zeespiegelstijging nog nieuwe kennis ontwikkeld. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft daarom het consortium van Haskoning en Infram gevraagd om een actualisatie te maken van de adaptatiepaden uit het rapport '*Adaptatiepaden Kennisprogramma Zeespiegelstijging*'. Het onderhavige rapport beschrijft de resultaten van deze opdracht, het gaat in deze opdracht om:

- a) Het toevoegen van **recent opgeleverde kennis en inzichten** van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging, zoals de beschrijving van de oprekmaatregelen, de nieuwe lange termijn denkrichting 'Meegroeien' en de impactanalyses bij de verschillende strategieën;
- b) Het **verifiëren en verbeteren van de adaptatiepaden** in samenwerking met (de deelprogramma's van) het Deltaprogramma en het Kennisprogramma Zeespiegelstijging, en met reflectie van het Expertisenetwerk Waterveiligheid (ENW);
- c) Het **verder doorontwikkelen** van de adaptatiepaden om de adaptatiepaden begrijpelijker te maken én de overstapmogelijkheden tussen de verschillende adaptatiepaden beter in beeld te brengen.

Gedurende het project is gebleken dat de methodologie van de adaptatiepaden niet leidde tot het gewenste resultaat. Dit werd vooral veroorzaakt door het feit dat er sprake is van veel mogelijke 'eindbeelden' en veel mogelijke 'adaptatiepaden', waardoor het totaaloverzicht te complex en onoverzichtelijk werd. Om die reden is ervoor gekozen om de methodologie van de adaptatiepaden te verruilen voor 'tijdlijnen met beslismomenten ten behoeve van het omgaan met zeespiegelstijging'. De gevolgde aanpak en wat 'tijdlijnen' zijn wordt in hoofdstuk 2 nader toegelicht.

1.2 Doelen van dit project

Het doel van dit project is om door middel van tijdlijnen en op basis van de kennis uit het Kennisprogramma Zeespiegelstijging inzicht te bieden in:

1. Het moment van optreden van knelpunten ten aanzien van waterveiligheid en verzilting, inclusief het bijbehorende handelingsperspectief en de beslismomenten. Het handelingsperspectief bestaat daarbij uit (combinaties van) de volgende opties: voortzetten van de huidige strategie, verlengen van de huidige strategie en structureel wijzigen van de strategie (het doorvoeren van systeemwijzigingen).
2. De eventuele samenhang van de handelingsperspectieven (bijvoorbeeld tussen de verschillende deltawateren).
3. De eventuele eindigheid van handelingsperspectieven.
4. De gevoeligheid van 1, 2 en 3 voor het tempo van zeespiegelstijging.
5. De impact van de verschillende keuzes voor de regio's.

1.3 Werkwijze en afstemming

Dit project is uitgevoerd door middel van een bureaustudie, diverse interviews en een aantal workshops. De resultaten in deze rapportage zijn opgesteld in nauwe samenwerking met experts van Rijkswaterstaat, Staf Deltacommissaris en ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aangevuld met expertise op het gebied van adaptatiepaden en het Nederlandse watersysteem. Daarnaast is er grote samenhang tussen het Kennisprogramma Zeespiegelstijging en het Deltaprogramma. Om die reden heeft er via interviews en workshops afstemming plaatsgevonden met de programmamanagers van de verschillende gebiedsprogramma's van het Deltaprogramma.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport begint in hoofdstuk 2 met een beschrijving van de gevolgde aanpak, inclusief afbakening en uitgangspunten. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een toelichting gegeven op de grote lijnen van de resulterende tijdlijnen. Hoofdstuk 4 duikt dieper in de tijdlijnen en geeft een gedetailleerd overzicht per deltawater. De impact van verschillende snelheden van zeespiegelstijging en de invloed daarvan op de tijdlijnen wordt aan het einde van dit hoofdstuk beschreven. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de impactanalyse kort samengevat, hierin worden de gevolgen van de systeemkeuzes op verschillende sectoren beschreven. In hoofdstuk 6 worden vervolgens samenvattend de hoofdboodschappen van deze studie herhaald. In de bijlage is een overzicht van alle knelpunten en maatregelen opgenomen.

2 Aanpak voor tijdlijnen met knelpunten en beslismomenten

In dit hoofdstuk worden de tijdlijnen uitgelegd, uitgangspunten benoemd en de afbakening van deze rapportage gepresenteerd. De tijdlijnen en keuzemomenten (Hoofdstuk 3 en 4) zijn gevormd binnen de hier gepresenteerde afbakening.

2.1 Wat zijn tijdlijnen?

In dit rapport zijn tijdlijnen uitgewerkt. Deze kunnen als volgt worden beschreven:

- De tijdlijnen geven inzicht in het moment van optreden van knelpunten als gevolg van zeespiegelstijging, en laten zien wanneer er een afweging nodig is om te blijven voldoen aan het doelbereik m.b.t. waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid. In de tijdlijn zijn mogelijke keuzeopties opgenomen.
- De tijdlijnen laten zien hoe vanuit de huidige situatie de huidige strategie met de mogelijke maatregelen verder 'op te rekken' is (oprekmaatregelen) en wanneer de grotere systeemkeuzes (zoals uitgewerkt in de lange termijn denkrichtingen van het KP ZSS) aan de orde zijn.
- Een tijdlijn zet type maatregelen t.b.v. systeemkeuzes in de tijd op een rij, met als doel inzichtelijk te maken welke besluiten wanneer nodig zijn om Nederland op lange termijn leefbaar en veilig te houden bij zeespiegelstijging. Hiermee brengen we de hoofdkeuzes in beeld voor het hoofdwatersysteem en verkennen we de onderlinge verbanden tussen de oprekmogelijkheden van de huidige strategie en de grotere systeemkeuzes.
- De tijdlijnen laten zien wanneer een knelpunt zich voordoet en wat er nodig is om te komen tot specifieke oplossingen. Dit vormt het een startpunt om te bepalen wat nodig is om op termijn deze keuzes te kunnen maken en de bijbehorende maatregelen te realiseren. Dit kan bestaan uit onderzoek, pilots en korte termijn acties (zoals wetgeving) om deze lange termijn opties te creëren of open te houden als dit wenselijk wordt geacht. Maar het kan ook bestaan uit het realiseren van fysieke maatregelen zoals het aanpassen van haveninfrastructuur voordat een maatregel (bijvoorbeeld het afsluiten van de delta) doorgevoerd kan worden.

2.2 Afbakening studiegebied: Het Nederlandse hoofdwatersysteem

Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging en daarmee ook deze rapportage omtrent tijdlijnen richten zich op dat deel van het Nederlandse hoofdwatersysteem dat door zeespiegelstijging beïnvloed wordt. Het huidige Nederlandse hoofdwatersysteem (*Figuur 2-1*) bestaat uit rivieren, kanalen, meren, estuaria en zeearmen inclusief alle (kunst)werken zoals sluizen, gemalen, dammen, dijken, stormvloedkeringen, duinen en fysieke elementen zoals kwelders en vooroevers. Omdat het studiegebied zich beperkt tot het landelijke watersysteem, gaat deze rapportage dus niet in op alle regionale keuzes. Voor de tijdlijnen worden de keuzes in het hoofdwatersysteem en effecten in de (Deltaprogramma) deelgebieden van de grote rivieren, Centraal Holland, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke Delta, de Rijn-Maasmonding en de Wadden beschouwd. Waterbouwkundige kunstwerken met een primaire waterveiligheidsfunctie en een regio-overstijgende invloed worden expliciet betrokken en gezien als systeemknoppen. Hiertoe behoren de Maeslantkering (als onderdeel van de Europoort kering), de Oosterscheldekering, het sluisencomplex IJmuiden en Peilbeheer IJsselmeergebied.



Figuur 2-1: Overzicht Nederlandse hoofdwatersysteem inclusief belangrijkste sturingsknoppen.

2.3 Uitgangspunten

Binnen de studie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De studie kijkt naar de **aspecten waterveiligheid en verzilting (in relatie tot zoetwaterbeschikbaarheid)** en is gebaseerd op de resultaten uit het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.
- De studie onderzoekt de knelpunten als gevolg van **zeespiegelstijging in combinatie met veranderingen in de rivierafvoeren (in hoge en lage rivierafvoeren)**. Andere klimaatfactoren zoals veranderende neerslagpatronen of droogte zijn niet meegenomen in deze studie, behalve voor zover ze ook zijn gebruikt in de berekeningen bij het Kennisprogramma . Deze factoren kunnen wel van invloed zijn op de te maken keuzes.
- Binnen deze studie wordt **onderscheid gemaakt tussen knelpunten en impact**, knelpunten zijn het moment waarop er een probleem ontstaat met betrekking tot het halen van het doelbereik en de geldende normen. Impact is de consequentie van een knelpunt waarbij is gekeken naar de impact zonder en met maatregelen.
- De studie hanteert voor **zeespiegelstijging de KNMI-scenario's 2023** zoals gedefinieerd in het kennisprogramma, de gepresenteerde tijdlijnen en bijhorende narratieven gaan uit van een gemiddelde zeespiegelstijging van 1,0m in 2115, zie hiervoor ook hoofdstuk 4.7.
- De gepresenteerde maatregelen, knelpunten en tijdlijnen zijn een greep uit de totale mogelijkheden en worden gezien als realistische opties. Voor de uiteindelijke te maken keuzes dient er rekening gehouden te worden met **verschillende aspecten die meewegen**, het gaat dan bijvoorbeeld ook om maatschappelijke impact, ruimtelijke inrichting en het behoud van functies. De keuzes voor beleid zijn dus breder dan enkel kosten en baten.
- Deze studie gaat uit van de **huidige situatie én alle maatregelen die zeker uitgevoerd gaan worden** als startpunt. Er wordt bijvoorbeeld uitgegaan van realisatie van alle dijkversterkingen volgens de programmering in het HWBP, voor 2050 en uitbreiding pomp capaciteit IJmuiden.
- In het rapport wordt gesproken over verschillende termijnen, we hanteren hier door het hele rapport de volgende opdeling. Korte termijn ligt tussen nu en 2040, middellange termijn tussen 2040 en 2080 en de lange termijn na 2080.
- Binnen het kennisprogramma zeespiegelstijging zijn meer maatregelen en mogelijkheden onderzocht dan welke hier in de rapportage genoemd zijn. De maatregelen die in deze rapportage zijn opgenomen staan in de bijlage.

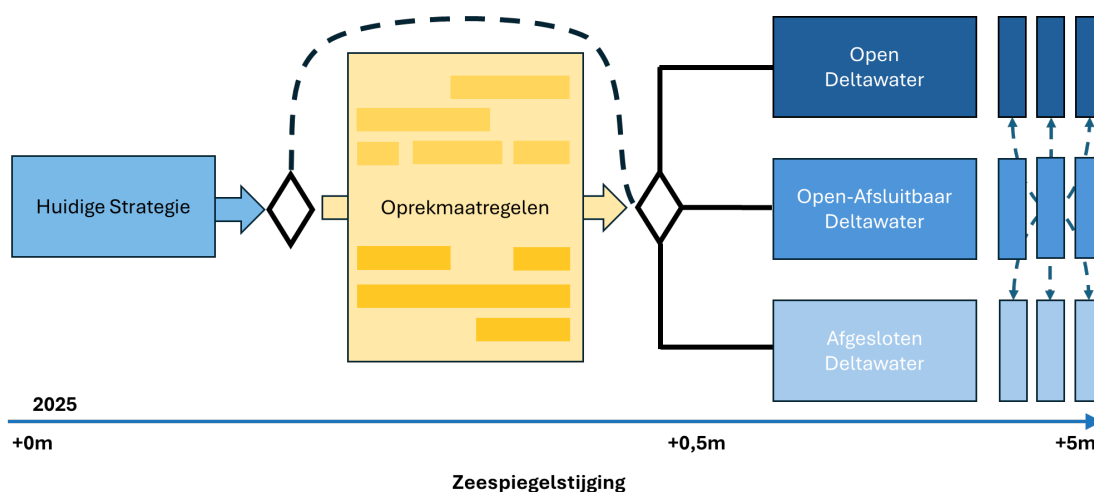
2.4 Afbakening rapportage

- Deze studie is gebaseerd op de **informatie uit het Kennisprogramma Zeespiegelstijging** en enkele aanvullende rapporten (zie bijlage). Algehele kwaliteitscontrole van die informatie is geborgd binnen het programma.
- Deze rapportage bevat **de inhoudelijke onderbouwing voor tijdlijnen** en is daarmee een verdiepend rapport dat een bijdrage levert aan de totstandkoming van het uiteindelijke eindrapport van het KP ZSS.

3 Toelichting tijdlijnen voor beslismomenten zeespiegelstijging

Redenerend vanuit de knelpunten is er gekeken naar aannemelijke handelingsperspectieven voor de toekomst van de Nederlandse Delta. De handelingsperspectieven (*Figuur 3-1*) bestaan uit (combinaties van):

- het voortzetten van de huidige strategie,
- het inzetten van oprekmaatregelen voor de huidige strategie en
- het wijzigen van de strategie door middel van systeemkeuzes.



Figuur 3-1: Schematische weergave handelingsperspectieven en daarmee tijdlijnen, op hoog niveau.

Op de korte termijn dienen er zich vooral keuzes aan rondom het voortzetten van de huidige strategie en de inzet van oprekmaatregelen, die ervoor zorgen dat we langer met het huidige systeem doorkunnen. Er komt echter een moment dat de grote kunstwerken aan vervanging toe zijn of dat er om andere redenen een belang is de vigerende strategie te wijzigen. Dat kan zich bijvoorbeeld voordoen als gevolg van (combinaties van) opgaven en transities in het fysieke domein zoals de woningbouw, natuur, scheepvaart, industrie en landbouw. Op basis van een samenspel van dergelijke ruimtelijke opgaven, de impact van zeespiegelstijging én de kosten en baten van de huidige strategie en de alternatieve opties, kan het wenselijk zijn om de vigerende strategie te wijzigen. We spreken dan over systeemkeuzes en deze onderscheiden zich van elkaar door de mate waarin deze gericht zijn op het buitenhouden van dan wel openhouden (of weer openstellen) voor de invloeden vanuit zee. In de loop van dit project is geconstateerd dat het mogelijk is om per deltawater een andere keuze te maken. De keuzes in de deltawateren zijn wel met elkaar verbonden. De verbinding is niet alleen waterstaatkundig van aard, maar ook vanuit het landgebruik.

De handelingsperspectieven zijn vertaald naar tijdlijnen. Iedere tijdlijn bestaat uit een set aan keuzes met maatregelen die op een min of meer logische wijze met elkaar samenhangen. Dit betreffen niet alleen technische maatregelen zoals het vervangen van een kunstwerk of een dijkversterking, maar ook ruimtelijke maatregelen zoals aanpassen van landgebruik of ontwikkeling van het havengebied. Voor alle tijdlijnen geldt dat het doelbereik gehaald wordt maar dat de wijze waarop verschillend is, daarmee is ook

de impact onderscheidend. Voor alle tijdlijnen dient daarom in de breedte gekeken te worden naar zowel de kosten als baten om te bepalen of iets een zinvolle keuze is.

Oprekmaatregelen

Op korte termijn lopen we binnen het huidige systeem tegen knelpunten aan die opgelost moeten worden. Deze knelpunten zijn verschillend van aard en bestaan uit een combinatie van waterveiligheid en verzilting. We kunnen ervoor kiezen om de houdbaarheid van het huidige systeem en de huidige strategie te verlengen met oprekmaatregelen. Deze maatregelen zijn grofweg op te delen in drie verschillende categorieën:

- **Constructieve maatregelen grote kunstwerken:** Alle maatregelen die nodig zijn om zo lang mogelijk gebruik maken van bestaande constructies en de levensduur te rekken tot deze aan vervanging toe zijn. Dit gaat om het vervangen of versterken van onderdelen of het aanpassen van operationele criteria.
- **Pomp, Spui en Bergingscapaciteit:** Alle maatregelen die nodig zijn om de afname van spuicapaciteit op te vangen. Veelal is dit een combinatie van toename of nieuw aanbrengen van pomp- en bergingscapaciteit of het opzetten van peilen zodat er langer gespuid kan worden.
- **Zoetwater en verziltingsbestrijding:** Alle maatregelen die nodig zijn om verzilting te bestrijden om de afname van zoetwater tegen te gaan.

Binnen deze oprekmaatregelen zijn er nog veel keuzes te maken en zijn er vaak meerdere maatregelen nodig, soms parallel. Ongeacht welke keuzes er gemaakt worden zal uiteindelijk dezelfde systeemkeuze voorliggen; namelijk hoe aan zeezijde wordt omgegaan met het buitenhouden of het toelaten van het zeewater. Wel kan het zo zijn dat sommige oprekmaatregelen al enigszins voorsorteren in een bepaalde richting.

Systeemkeuzes per Deltawater

De systeemkeuzes per deltawater zijn grafisch weergegeven in *Figuur 3-1*, we onderscheiden drie richtingen:

- **Afgesloten Deltawater;** hierbij sluiten we het deltawater af van de zee en houden we zo het water tegen.
- **Open-Afsluitbaar Deltawater;** hierbij staat het deltawater onder normale condities in open connectie tot zee en sluiten we het af tijdens extreme (storm) condities.
- **Open Deltawater:** hierbij staat het deltawater altijd in open verbinding met zee.

De drie systeemkeuzes omvatten samen de totale set aan mogelijke en aannemelijke maatregelen om met zeespiegelstijging om te gaan. Het is daarbij mogelijk om – als daar aanleiding toe is – na verloop van tijd van systeemkeuze te wisselen, waardoor het totale handelingsperspectief dus veel groter en flexibeler is dan puur de drie systeemkeuzes. Dit is ook weergegeven in de bovenstaande figuur. Daarbij dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat overstappen tussen systeemkeuzes een proces is dat veel geld en tijd kost. Het gaat hier namelijk om een systeemverandering waarbij er ook een (verander)opgave in de achterliggende en aan elkaar grenzende systemen en alle daaraan rakende functies ligt, dit is verder uitgewerkt in het volgende hoofdstuk.

De deltawateren zijn in een zekere mate los van elkaar te beschouwen. Dat betekent dat er niet voor alle deltawateren dezelfde keuze hoeft te worden gemaakt: openhouden, afsluitbaar-open maken, of afsluiten. Zoals nu feitelijk ook het geval is: de Westerschelde is open, de Oosterschelde en Nieuwe Waterweg zijn open-afsluitbaar, het Haringvliet, de Grevelingen, het Amsterdam-Rijnkanaal en het IJsselmeer zijn afgesloten. De keuze voor open, dicht of afsluitbaar-open is per deltawater los af te wegen, maar moet uiteindelijk ook in samenhang worden beschouwd. Zo moeten de belangrijke netwerkfuncties van onze deltawateren wel geborgd blijven. Denk aan het veilig afvoeren van hoogwater (voldoende berging en afvoercapaciteit) of de ontsluiting van de scheepvaart. De keuze in het ene deltawater kan de andere wateren beïnvloeden en problemen daar groter of juist kleiner maken. Bij de afweging van keuzes zal er ook rekening gehouden moeten worden met de verschillende functies van het achterland, met voldoende ruimte voor natuur, landbouw en economische functies. In de tijd komen de systeemkeuzes steeds periodiek terug o.a. vanwege het feit dat de zeespiegelstijging door blijft gaan en eventueel waterbouwkundige infrastructuur voor een bepaalde levensduur ontworpen wordt, waardoor er periodiek telkens opnieuw de afweging voor een open, afsluitbaar of gesloten systeem gemaakt zou kunnen worden.

Continueren dijkversterking en kustbeheer

Naast oprekmaatregelen en systeemkeuzes zijn er reguliere maatregelen nodig, die niet onderscheidend zijn als systeemkeuze. Dit zijn maatregelen die altijd nodig zijn zoals het kustbeheer of de dijkversterkingen. De omvang hiervan kan wel veranderen door zeespiegelstijging (bijv. meer of omvangrijkere zandsuppleties) en kan worden beïnvloed door een systeemkeuze (bijvoorbeeld meer of minder dijkversterking). Wanneer we een dijkversterking als voorbeeld nemen dan wordt de mate waarin deze nodig is beïnvloed door de systeemkeuze die gemaakt wordt. Bij een open deltawater zullen de primaire keringen een grotere versterkingsopgave hebben dan bij een gesloten deltawater. Daarnaast ligt er keuzevrijheid over de wijze van invulling, een traditionele of nature based (meer natuurlijke) manier wordt versterkt maakt voor de hoofdlijn wellicht niet uit, maar kan lokaal wel een verschil maken. We onderkennen dat er een legio aan mogelijkheden en maatregelen is, maar hebben in deze paden bewust ons beperkt tot de primaire keuzes in het hoofdsysteem.

4 Uitgewerkte tijdlijnen voor beslismomenten zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging heeft vooral invloed op waterveiligheid en beschikbaarheid van zoetwater (in relatie tot verzilting). Om aan de veiligheidsnormen te voldoen en om te gaan met de toenemende verzilting zijn maatregelen en keuzes nodig. Dit kan op verschillende manieren. Dit hoofdstuk geeft een grafische weergave van de tijdlijnen en beschrijft de redenering achter de tijdlijnen. Een vergrote weergave van de tijdlijnen zijn als bijlage opgenomen.

De keuzes zijn onderverdeeld in 1. Keuzes die voor alle gebieden aan de orde zijn, en 2. Keuzes in regio specifieke deelgebieden. Voor keuzes in regio specifieke deelgebieden geldt dat deze soms eigenstandig te maken lijken omdat er geen waterstaatkundige afhankelijkheid is met andere deelgebieden, en soms juist in samenhang genomen moeten worden. Ook als er geen dwingende waterstaatkundige samenhang is, is er meestal echter noodzaak voor het maken van samenhangende keuzes, bezien vanuit waarden en landgebruik/functies.

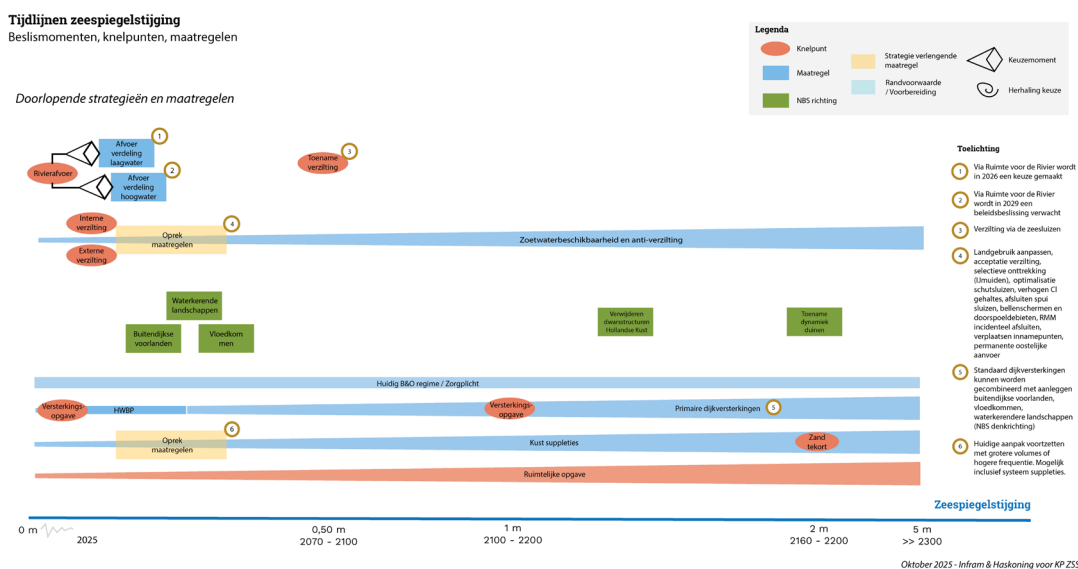
De keuzes die voor alle gebieden voorliggen zijn in hoofdstuk 4.1 beschreven. In hoofdstuk 4.2 t/m 4.5 zijn de regio specifieke keuzes beschreven. De regio specifieke keuzes zijn onderverdeeld in vier deelgebieden: 1) De Zuidwestelijke Delta, 2) De Rijn-Maasmonding, 3) het IJsselmeergebied & Centraal Holland en 4) Het Waddengebied. De keuzes zijn eerst regio specifiek beschreven, en vervolgens is ook de samenhang benoemd. De belangrijkste samenhangende keuzes en afhankelijkheden tussen de regio's zijn benoemd in hoofdstuk 4.6. Uiteindelijk worden keuzes gemaakt in een veel bredere context dan de invloed van zeespiegelstijging. Hierbij kan gedacht worden aan andere maatschappelijke opgaven, zoals de toekomst van de Nederlandse haven, ruimtelijke-economische ontwikkelingen, energietransitie, landbouw & natuur.

In de tijdlijnen worden knelpunten, keuzemomenten, maatregelen en bijhorende voorbereidingstijd weergegeven. Een nadere toelichting van de knelpunten en maatregelen is opgenomen in de bijlagen. Om op tijd de juiste keuze te kunnen maken is een goed inzicht nodig in de benodigde aanlooptijd, hierin dient rekening gehouden te worden met de volgende onderdelen:

- 1) **Varianten afweging:** Voor de systeemkeuze is een afweging van verschillende opties nodig met aandacht voor wat elke optie betekent voor het systeem en gebruikers, waarden en functies. Binnen deze stap dienen de verschillende sectoren en stakeholders meegenomen te worden. Hieruit volgt een principebesluit over de te nemen richting.
- 2) **Uitwerking voorkeursvariant:** De gekozen oplossing en het ontwerp worden verder uitgewerkt tot een uitvoeringsontwerp, inclusief alle overige noodzakelijke studies en vergunningverleningen.
- 3) **Uitvoering voorbereidende aanpassingen watersysteem:** uitvoering noodzakelijke aanpassingen aan watersysteem en functies, dit kan soms parallel met (onderdelen) van stap 4.
- 4) **Uitvoering werkzaamheden voorkeursvariant:** Aanbesteding van de uitvoering inclusief de daadwerkelijke constructie tijd.

4.1 Keuzes omtrent doorlopende strategieën en maatregelen

Meerdere doorlopende strategieën en maatregelen worden beïnvloed door zeespiegelstijging. Deze zijn weergegeven in onderstaand Figuur 4-1 (en in vergrote versie in Bijlage C).



Figuur 4-1: Tijdslijnen doorlopende strategieën en maatregelen. In de bijlage staat een vergrote weergave van dit figuur.

Hieronder wordt een aantal keuzes beschreven die in alle gebieden als gevolg van zeespiegelstijging genomen moeten worden: omschrijving van de keuze met maatregel, doelbereik van de maatregel en eventuele impact van de maatregel.

Dijkversterkingen

Versterking van de primaire keringen zal altijd nodig zijn om waterveiligheid te behouden en geldt conform het huidige waterveiligheidsbeleid als een basismaatregel voor heel Nederland. Dijkversterkingen zijn in de tijdslijnen als niet onderscheidende maatregel opgenomen. De mate van versterking die nodig is hangt onder andere af van de omvang van de klimaatverandering én van de waterstaatkundige systeemkeuzes die gemaakt worden. Ophoging en versterking van dijken kan volgens een cyclisch proces stapsgewijs tot waarschijnlijk 5m zeespiegelstijging uitgevoerd worden. Het is mogelijk om de manier van dijkversterking (lokaal) anders uit te voeren dan op de traditionele manier. Daarin zijn veel keuzes te maken, per locatie van de dijkversterking en passend bij de situatie. Dijkversterkingen kunnen bijvoorbeeld worden gecombineerd met het aanleggen of verbeteren van buitendijkse kwelders.

Kustsuppleties

De zandige kust wordt met kustsuppleties beheerd en onderhouden, en zijn net als dijkversterkingen een maatregel voor Nederland die doorlopend nodig is. De belangrijkste randvoorwaarde voor het kunnen blijven uitvoeren van kustsuppleties is de beschikbaarheid van suppletiezand, en daaraan gekoppeld de gebieden voorzandwinning. Ruimtereservering en het aanwijzen van extra zandwingsgebieden is daarom van belang om waterveiligheid te blijven garanderen. Wanneer deze randvoorwaarden vastgelegd worden kunnen suppleties waarschijnlijk tot 5m zeespiegelstijging uitgevoerd blijven worden. De wijze van

suppleren kan op de huidige manier doorgaan, met toenemende omvang en frequentie van de suppleties of op meer locaties langs de kust. Vanaf 3m zeespiegelstijging zijn boven de Waddeneilanden en bij de deltakust grootschalige suppleties nodig die vragen om andere manieren van suppleren, zoals op de buitendelta's.

Algemene zoetwater en anti-verzilting maatregelen

Om de verzilting in het hoofdwatersysteem te beperken en om te gaan met een vermindering van het zoetwateraanbod zijn er verschillende regio-specifieke en technische maatregelen bedacht. Daarnaast is het noodzakelijk om door het gehele land een aantal generieke maatregelen te treffen die op lokaal niveau geïmplementeerd moeten worden. Het gaat hierbij om de volgende maatregelen:

- De verzilting zo efficiënt mogelijk bestrijden
- Zoetwater efficiënter vasthouden, bergen en beter verdelen
- Op sommige plaatsen verzilting en hogere chloride-gehalten accepteren

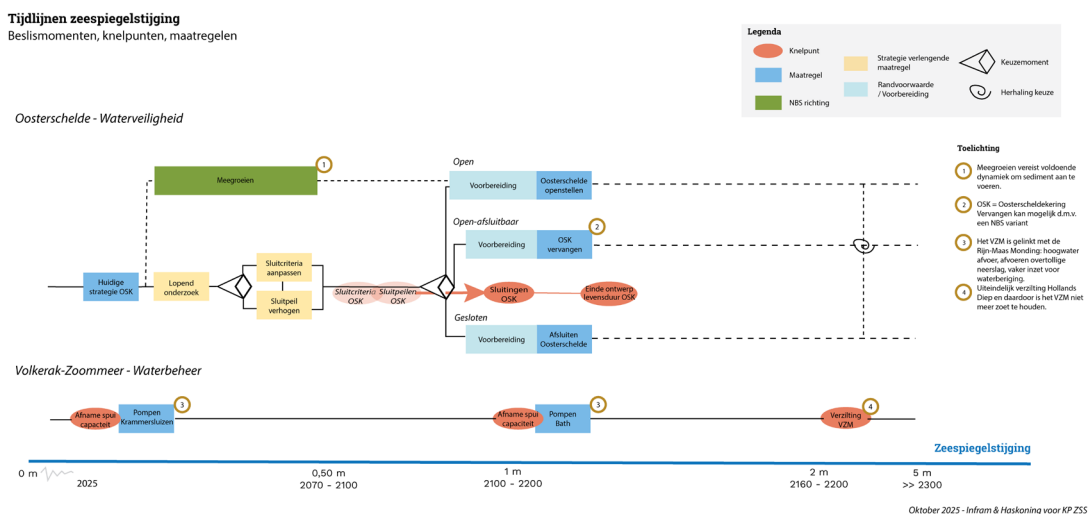
Uit onderzoek in de eerste fase van het KP ZSS blijkt dat op de lange termijn de doorspoelbehoefte vanuit de regio's als gevolg van interne verzilting zo groot wordt dat er onvoldoende zoetwater beschikbaar is om alle regio's te bedienen. Uiteindelijk vraagt dit om keuzes en aanpassingen, aanpassingen aan landgebruik en bedrijfsvoering zullen hierbij zeker noodzakelijk zijn.

4.2 Zuidwestelijke Delta

De dynamiek is in grote delen van de Zuidwestelijke Delta (ZWD) beperkt door de aanwezigheid van waterkeringen en kunstwerken. De Westerschelde is in de huidige situatie open en zal, met het oog op het Scheldeverdrag (scheepvaartverdrag tussen Nederland en België), open blijven. De Oosterschelde is op dit moment open afsluitbaar door de Oosterscheldekering (OSK) waardoor hier nog sprake is van dagelijks getij. Het Grevelingenmeer en het Volkerak-Zoommeer (VZM) zijn ingericht als peilgestuurde meren. Het Grevelingenmeer is een brak water meer dat is afgesloten van de Noordzee door de Brouwersdam (met spuisluis) en door de Grevelingendam van de Oosterschelde en het Volkerak-Zoommeer. Om het waterpeil te handhaven en om het Chloride gehalte in de bovenste waterlaag van het Volkerak-Zoommeer op een aanvaardbaar niveau te houden voor gebruik door de landbouw, wordt het Volkerak-Zoommeer doorgespoeld met zoet water uit het Hollands Diep. Dit water wordt samen met de afvoer van overtollig neerslag vanuit Noordwest Brabant via de Bathse Spuisluizen geloosd op de Westerschelde. Via het Krammersluizencomplex is het VZM verbonden met de Oosterschelde.

In de toekomst blijven de primaire waterkeringen in de ZWD onderhouden en worden wanneer nodig versterkt. Daarbij is het mogelijk om de manier van dijk versterken (lokaal) anders aan te pakken dan op de traditionele manier. Dijkversterkingen kunnen worden gecombineerd met: het meenemen van buitendijkse voorlanden en meegroeierende landschappen en het aanleggen van vloedkommen in open systemen. Deze meer op de natuur gebaseerde oplossingen dragen bij aan zowel waterveiligheid als ecologie. Deze aanvullende oplossingen vergen wel afstemming over ruimtegebruik (meer dan een traditionele dijkversterking).

Voor de ZWD zijn twee tijdlijnen illustratief uitgewerkt: de Oosterschelde en Volkerak-Zoommeer knelpunten en keuzes (Figuur 4-2).



Figuur 4-2: Tijdlijnen illustratief voor de Zuidwestelijke Delta, met beslismomenten, knelpunten en maatregelen voor de Oosterschelde en het Volkerak-Zoommeer. In de bijlage staat een vergrote weergave van dit figuur.

Een toekomstig knelpunt treedt op bij de Oosterscheldekering, bij 0,60 m ZSS, de kering zal dan vaker dan 10 keer per jaar moeten sluiten. Met oprekmaatregelen kan de constructie tot 1,0 m ZSS gebruikt worden, hiervoor zijn een of meerdere van de volgende maatregelen nodig:

- Accepteren dat de OSK vaker dan 10 keer per jaar sluit.
- Sluitcriteria¹ van OSK aanpassen bij 0,45 m ZSS en uiteindelijk het sluitpeil verhogen bij 1,0 m ZSS naar 3,25 m + NAP.
- Sluitpeil verhogen bij 0,60 m ZSS naar 3,25 m + NAP en nogmaals verhogen bij 1,0 m ZSS naar 3,75 m + NAP.

Voor het Grevelingenmeer zijn er verschillende opties en dient er gekozen te worden in samenhang met andere deltawateren: Een gesloten systeem zoals in de huidige situatie is gewenst vanuit de verbinding met het Volkerak-Zoommeer en daarmee samenhangende zoetwatervoorziening vanuit Volkerak-Zoommeer. Wanneer men de denkrichting meegroeien volgt zal het Grevelingenmeer opengemaakt moeten worden om getijdendynamiek en sedimentaanvoer terug te brengen. Bij afsluiten van de Rijn-Maasmonding kan het Grevelingen zelfs dienen als alternatieve afvoerroute voor hoogwater vanuit de rivieren.

In de periode voorafgaand aan het bereiken van de einde levensduur van de Oosterscheldekering (tussen 2075 en 2100) staat het gebied voor de keuze hoe deze vervangen moet worden. Daarbij dient een keuze gemaakt te worden voor de Oosterschelde als deltawater, hieronder zijn de drie systeemkeuzes en de daarmee samenhangende opgaves voor de overheid en de verschillende sectoren nader toegelicht. Voor de Westerschelde blijft een open verbinding met zee nodig voor de haven van Antwerpen.

¹ Sluitcriteria omvatten de verschillende criteria op basis waarvan de kering gesloten wordt, dit is een combinatie van het sluitpeil (waterstand) en andere factoren zoals wind, beheerruimte, voorspelfouten, sluitmoment etc.

Afgesloten deltawater; hierbij wordt de Oosterschelde volledig afgesloten, het achterland wordt hierdoor volledig afgeschermd voor hogere waterstanden en stormopzet vanuit zee.

- **Waterveiligheid:** De achterliggende primaire waterkeringen hoeven niet extra versterkt te worden als gevolg van de effecten van zeespiegelstijging.
- **Afvoeren van te veel water:** Er zal een oplossing gerealiseerd moeten worden voor afvoer overtollige neerslag van aangrenzende eilanden, hiervoor zal pompcapaciteit nodig zijn.
- **Opgave scheepvaart doorgang:** Bestaande schutsluiscomplexen kunnen worden gebruikt voor doorgang scheepvaart.
- **Opgave verzilting:** Ook bij afsluiting blijft er een opgave rondom verzilting bestaan als gevolg van schutten van zeeschepen en externe verzilting. Op de korte termijn wordt de toename van verzilting rondom de Oosterschelde minder, op zeer lange termijn bij 5m zss zal interne verzilting niet tegen te houden zijn met enkel afsluiten. Voor deze situatie zal daardoor ook bij volledige afsluiting aanpassing van bedrijfsvoering en landgebruik nodig zijn.
- **Impact op natuur:** Getijdendynamiek inclusief alle daarmee samenhangende natuur verdwijnt in het achterliggende gebied.

Open-afsluitbaar deltawater; hierbij wordt de huidige kering vervangen door een nieuwe kering, we zetten de huidige strategie voort.

- **Waterveiligheid:** De achterliggende primaire waterkeringen hoeven niet extra versterkt te worden als gevolg van de effecten van zeespiegelstijging.
- **Afvoeren van te veel water:** Tijdens dagelijkse situaties zal neerslag via een open verbinding richting zee stromen. Er is voldoende berging aanwezig.
- **Opgave scheepvaart doorgang:** Bestaande sluiscomplexen kunnen worden gebruikt voor doorgang scheepvaart.
- **Opgave verzilting:** Door de open verbinding in dagelijkse condities kan de zouttong vrij de delta binnendringen met als gevolg verzilting van de regio. Hierdoor zal op termijn aanpassing van bedrijfsvoering en landgebruik nodig zijn omdat door zeespiegelstijging de verzilting verder toeneemt.
- **Impact op natuur:** Getijdendynamiek blijft behouden, de mate hangt af van het sluitingsregime.

Open deltawater; hierbij wordt de verbinding volledig open gemaakt, waterpeilen en dynamiek in het achterland volgen het natuurlijk regime.

- **Waterveiligheid:** Voor het achterland betekent dit een opgave voor het op sterkte houden van de primaire keringen omdat deze bestand moeten zijn tegen veel hogere waterstanden als gevolg van binnendringende stormopzet. Er ligt zowel een financiële als ruimtelijke opgave om de keringen op sterkte te houden.
- **Afvoeren van te veel water:** Tijdens dagelijkse en extreme situaties zal neerslag via een open verbinding richting zee stromen. Er is geen berging- of pomp opgave, wel een beschermingsopgave.
- **Opgave scheepvaart doorgang:** Bestaande sluiscomplexen kunnen worden gebruikt voor doorgang scheepvaart. .
- **Opgave verzilting:** Door de open verbinding zal de zouttong vrij de delta binnendringen met als gevolg verzilting van de regio. Hierdoor zal op termijn aanpassing van bedrijfsvoering en landgebruik nodig zijn omdat door zeespiegelstijging de verzilting verder toeneemt.

-
- **Impact op natuur:** Er ontstaat meer getijdendynamiek en daarmee samenhangende natuur.

Knelpunten voor verzilting komen eerder in de tijd dan voor waterveiligheid. Dit speelt vooral in de gebieden zonder aanvoer van water via het oppervlaktewater (deze zijn afhankelijk van neerslag)² en wanneer het Volkerak-Zoommeer niet meer zoet genoeg gehouden kan worden door langdurige verzilting van het Hollands Diep. Bij het Volkerak-Zoommeer ontstaat bij 1,5 m ZSS een knelpunt omdat spuien onder vrij verval op de Westerschelde niet meer mogelijk is. De oplossing is het (stapsgewijs) toevoegen van pompen bij Bath. Eerder zijn er pompen bij de Krammersluizen noodzakelijk om het zoet-zout scheiding systeem in werking te houden.

Samenhang

De belangrijkste samenhang tussen de ZWD en de rest van Nederland ligt op het gebied van verdeling van water bij hoog/laag water en de buffering van zoetwater. Qua ruimtegebruik is er een belangrijke samenhang met de Rijn-Maasmonding. Wanneer in beide gebieden voor dezelfde (open of gesloten) variant wordt gekozen kan het zijn dat er vanuit nationaal perspectief voldoende of juist onvoldoende geschikte ruimte overblijft voor bijvoorbeeld landbouw of natuur. Daarom is het belangrijk om de beslissingen rondom de verschillende deltawateren met elkaar af te stemmen en een afweging te maken tussen functies en waarden.

4.3 Rijn-Maasmonding

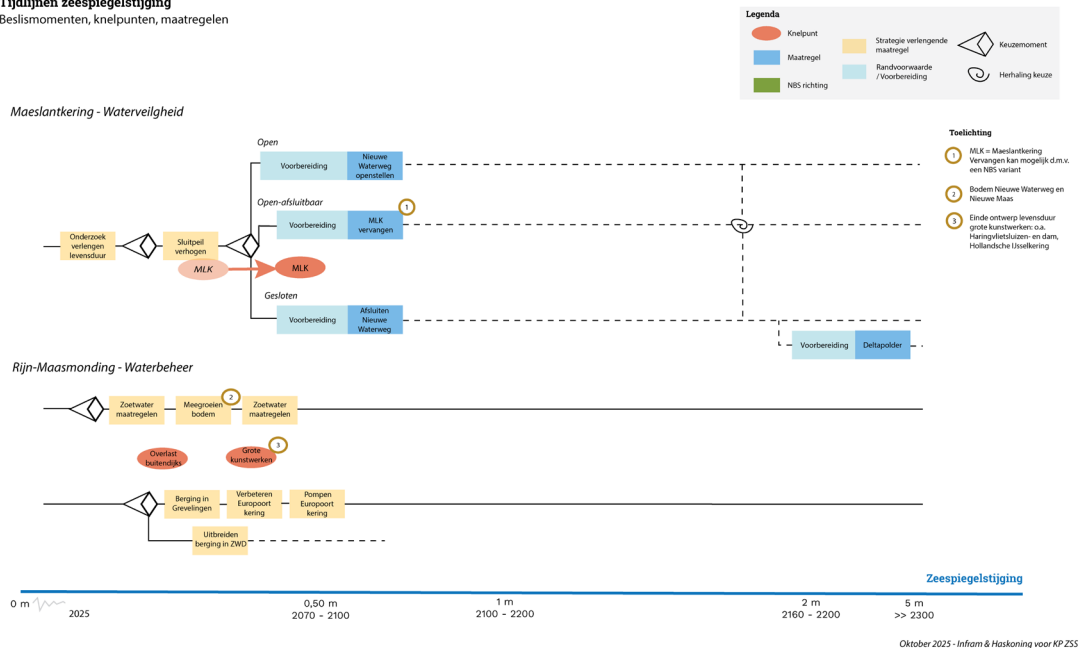
De Rijn-Maasmonding (RMM) wordt op dit moment beschermd door een aantal belangrijke keringen: de Europoortkering (Maeslantkering en Hartelkering), de Haringvlietsluizen en de Hollandse IJsselkering. Zij beschermen tegen stormopzet op zee. Onder normale omstandigheden staat de Europoortkering open, en de Haringvlietsluizen op een kier. Hierdoor kan de rivierafvoer naar zee worden afgevoerd. Onder normale – niet afgesloten omstandigheden – kan de scheepvaart het gebied zonder belemmeringen in- en uitvaren. Het gebied wordt daarnaast grotendeels beschermd door primaire keringen, en kent een aantal buitendijkse gebieden waar nu al meer dan 25.000 woningen en belangrijke industrie staan. In de komende jaren komen daar naar verwachting nog 15.000 woningen bij.

Omtrent zeespiegelstijging zijn er meerdere beslismomenten, knelpunten en maatregelen voorzien in de RMM. De tijdlijnen hiervoor zijn weergegeven in onderstaand Figuur 4-3.

² Informatie afkomstig uit gespreksverslag deelprogramma zuidwestelijke Delta

Tijdelijnen zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen



Figuur 4-3: Tijdelijnen voor de Rijn-Maasmondung, met beslismomenten, knelpunten en maatregelen. In de bijlage staat een vergrote weergave van dit figuur.

Vanuit waterveiligheid ontstaat er op termijn een knelpunt bij de Maeslantkering als gevolg van vermoeiing van de constructie door het aantal sluitingen. De kering is ontworpen op een totaal van 15 sluitingen onder stormcondities. Wanneer dit aantal overschreden wordt kan de constructie mogelijk niet meer voldoen aan de veiligheidseisen. Op middellange termijn ligt hier een belangrijke keuze rondom het sluitpeil:

- Het gelijk houden van het sluitpeil leidt tot meer sluitingen als gevolg van zeespiegelstijging, hierdoor ontstaat naar verwachting een knelpunt door vermoeiing van vakwerkarmen (knelpunt verwacht rond 2075³)
- Het verhogen van het sluitpeil, leidt tot minder sluitingen en daardoor langere levensduur

Afhankelijk van de beheerkosten en uitvoering van ofwel verhogen sluitpeil ofwel versterken vakwerkarmen kan de huidige constructie tot maximaal einde beoogde technische levensduur (2097⁴) gerekt worden. Het verhogen van het sluitpeil zorgt voor minder hinder voor scheepvaart en minder vermoeiing van de constructie. Het heeft wel gevolgen voor het achterland;

- Primaire keringen moeten bestand zijn tegen de hogere belasting, de waterveiligheidssituatie binnendijks verandert dan niet.
- Buitendijks gebied wordt niet beschermd door primaire keringen. Hoogwaterstanden zullen vaker voorkomen. Hierdoor zullen kans op en de mate van wateroverlast dus toenemen. Het grootste deel van de woningbouw en industrie ligt boven de 3,5m+NAP en het uitgiftepeil voor nieuwe ontwikkelingen ligt al op 3,6m+NAP. Er zijn echter ook veel gebieden die tussen de 2,5 en 3,5m+NAP liggen, zowel woningen als industrie. In deze situatie ontstaat een toename van het overstromingsrisico.

³ Inzichten in einde levensduur van de Maeslantkering, Deltares, 2025

⁴ Inzichten in einde levensduur van de Maeslantkering, Deltares, 2025

De kosten voor instandhouding buitendijkse gebieden kunnen hoog zijn, de exacte hoogte van deze kosten is echter binnen de huidige beschikbare informatie niet bekend. Aangezien de buitendijkse gebieden waardevol zijn als leef- en industriegebied, kan de weging van effecten mogelijk de keuze bij vervanging van de stormvloedkering beïnvloeden.

In de periode voorafgaand aan het bereiken van de einde levensduur van de Maeslantkering (tussen 2075 en 2100 bij scenario KNMI'23 Hoog⁵) staat het gebied voor de keuze hoe deze vervangen moet worden. Daarbij dient een keuze gemaakt te worden voor de Rijn-Maasmonding als deltawater. Tot die tijd zijn er naast de oprekmaatregelen voor de Maeslantkering ook waterveiligheid oprekmaatregelen voor de Rijn-Maasmonding. Deze omvatten waterberging en verbeteringen aan de Europoortkering.

Hieronder zijn de drie systeemkeuzes voor de Rijn-Maasmonding en de daarmee samenhangende opgaves voor de overheid en de verschillende sectoren nader toegelicht.

Afgesloten Deltawater; hierbij wordt de Rijn-Maasmonding volledig afgesloten, het achterland wordt hierdoor volledig afgeschermd voor hogere waterstanden en stormopzet vanuit zee.

- **Waterveiligheid:** De achterliggende primaire waterkeringen hoeven niet verder versterkt te worden als gevolg van de effecten van zeespiegelstijging. In verband met bodemdaling in combinatie met hogere rivierafvoeren en daaruit volgende hogere hoogwaterstanden zal periodieke dijkversterking ook bij een afsluiting nodig blijven. Dijkversterkingen zijn lastig en complex in dit dichtbevolkte en intensief ontwikkelde gebied.
- **Afvoeren van water:** Er zal een oplossing gerealiseerd moeten worden voor de afvoer van rivierafvoer tijdens dagelijkse en extreme condities. Hiervoor is een combinatie van voldoende bufferruimte en pompcapaciteit nodig. Eventueel kan er een alternatieve afwateringsroute gerealiseerd worden via het IJsselmeer systeem of via de Zuidwestelijke Delta.
- **Opgave functies haven en industriegebied:** Het afsluiten zorgt voor substantiële hinder voor de scheepvaart. Hierdoor ligt er een opgave voor het havengebied waarbij herinrichting, verplaatsing overslagfaciliteiten en/of (binnenvaart)sluizen nodig zijn om doorgang van scheepvaart mogelijk te houden.
- **Opgave verzilting:** Ook bij afsluiting blijft er een opgave rondom verzilting bestaan als gevolg van schutten en externe verzilting. Uitgaande van binnenvaartsluizen wordt op de korte termijn verzilting rondom de NWW minder, uitgaande van zeesluizen neemt verzilting zelfs toe. Op lange termijn zal externe verzilting hoe dan ook niet tegen te houden zijn met enkel afsluiten.
- **Impact op natuur:** Getijdendynamiek inclusief alle daarmee samenhangende natuur verdwijnt in het achterliggende gebied.

Open-afsluitbare Deltawater; hierbij wordt de huidige kering vervangen door een nieuwe kering, we zetten de huidige strategie voort.

- **Waterveiligheid:** Door sluitpeilverhoging bij zeespiegelstijging en in verband met hogere rivierafvoeren of waterstanden zal dijkversterking wel nodig blijven, maar minder dan bij de open variant.

⁵ Inzichten in einde levensduur van de Maeslantkering, Deltares, 2025

- **Afvoeren van water:** Tijdens dagelijkse situaties en situaties met enkel een verhoogde rivierafvoer zal rivierafvoer via een open verbinding richting zee stromen. Tijdens storm condities zal deze afvoer tijdelijk gestremd zijn. Voor deze situaties zal in het achterliggende systeem voldoende buffer ruimte en/of pomp capaciteit gerealiseerd moeten worden. De opgave is afhankelijk van het aantal sluitingen en de daarmee samenhangende kans op gelijktijdig hoge rivierafvoer en stormopzet.
- **Opgave functies haven en industriegebied:** Bij een gelijk sluitpeil zal door zeespiegelstijging het aantal sluitingen toenemen wat leidt tot een toename van de hinder op scheepvaart. Bij een hoger sluitpeil gekozen zal de hinder op scheepvaart minder zijn maar neemt het overstromingsrisico in het buitendijkse gebied toe wanneer er geen aanvullende maatregelen worden genomen. Er is een ruimtelijke ontwikkelingsopgave voor het gehele buitendijkse gebied.
- **Opgave verzilting:** Door de open verbinding i.c.m. een diepe vaargeul in dagelijkse condities kan de zouttong vrij de delta binnendringen met als gevolg verzilting van de regio. Hierdoor zal op termijn aanpassing van bedrijfsvoering en landgebruik nodig zijn.
- **Impact op natuur:** Getijdendynamiek blijft behouden, de mate hangt af van het sluitingsregime.

Open Deltawater; hierbij wordt de verbinding volledig open gemaakt, waterpeilen en dynamiek in het achterland volgen het natuurlijk regime.

- **Waterveiligheid:** Voor het achterland betekent dit een zeer grote opgave voor het op sterkte houden van de primaire keringen omdat deze bestand moeten zijn tegen veel hogere waterstanden als gevolg van zowel verhoogde rivierafvoer als stormopzet. Er ligt zowel een financiële als ruimtelijke opgave om de keringen op sterkte te houden.
- **Afvoeren van water:** Tijdens dagelijkse en extreme situaties zal rivierafvoer via een open verbinding richting zee stromen. Er is geen berging- of pomp opgave, wel een beschermingsopgave.
- **Opgave functies haven en industriegebied:** De scheepvaart ondervindt geen hinder, een open doorgang voor scheepvaart blijft bestaan. De overstromingsrisico's in het buitendijkse gebied nemen toe en het is de vraag hoe houdbaar deze gebieden blijven in de huidige vorm. Er is een ruimtelijke ontwikkelingsopgave voor het gehele buitendijkse gebied.
- **Opgave verzilting:** Door de open verbinding in dagelijkse condities (i.c.m. een diepe vaargeul) kan de zouttong vrij de delta binnendringen met als gevolg verzilting van de regio. Hierdoor zal op termijn aanpassing van bedrijfsvoering en landgebruik nodig zijn.
- **Impact op natuur:** Er ontstaat meer getijdendynamiek en daarmee samenhangende natuur.

Bij elk van de varianten horen eigen voor- en nadelen en zullen er aanpassingen en maatregelen nodig zijn in het achterland om een leefbare en veilige situatie te handhaven. Er zal een goede afweging tussen waterveiligheid binnendijs, buitendijs, scheepvaart, natuur, kosten en andere belangen gemaakt moeten worden.

Samenhang

Er is een belangrijke samenhang met de Zuidwestelijke Delta. Er geldt een belangrijke afhankelijkheid omtrent de afvoercapaciteit, wanneer de RMM gesloten wordt zal de rivierafvoer via een alternatieve weg door de delta afgevoerd moeten worden. Wanneer in beide gebieden voor dezelfde (open of gesloten) variant wordt gekozen kan het zijn dat er op nationale schaal voldoende of onvoldoende geschikte ruimte

overblijft voor bijvoorbeeld specifieke vormen van landbouw of natuur (achteruitgang doelbereik ten opzichte van referentie situatie). Daarom is het belangrijk om de beslissingen over de beide delta wateren op elkaar af te stemmen en een afweging te maken tussen functies en waarden.

Zoetwater en verzilting

Als de zeespiegel stijgt, neemt de zoutindringing in de Rijn-Maasmonding (RMM) toe. In de afgelopen periode is verkend of en welke maatregelen mogelijk zijn om die zoutindringing te beperken. Een van de verkende maatregelen bestaat uit het afsluiten van de Rijn-Maasmonding (RMM). Vanuit het perspectief van zoetwaterbeschikbaarheid blijkt dit geen efficiënte maatregel: de kosten zijn hoger dan de baten. Ter toelichting: een volledige afdamming is weliswaar effectief, maar niet realistisch vanwege de enorme impact op scheepvaart en economie. Het in stand houden van de scheepvaartverbinding door middel van een zeesluis zorgt tijdens het schutten voor zoveel zoutindringing dat afsluiten met een zeesluis niet meer effectief is voor de zoetwaterbalans. Binnenvaartsluizen i.c.m. zoutvang zijn wel effectief tegen zoutindringing maar vergen een grote wijziging van het havengebied. Daarnaast geldt dat interne verzilting op termijn ook in een gesloten systeem niet te voorkomen is.

Op korte termijn kunnen er RMM-opreksmaatregelen getroffen worden, deze zijn veelal niet onderscheidend en hebben geen (grote) invloed op de tijdlijnen. Binnen het deelprogramma Zoetwater zijn een breed scala aan maatregelen beschouwd waarvan er hieronder enkelen genoemd worden:

- Acceptatie van verzilting, kortere zoetwater zones en hogere chloride gehalten met alle gevolgen van dien
- Het verondiepen van de gehele RMM zorgt voor vermindering zoutindringing

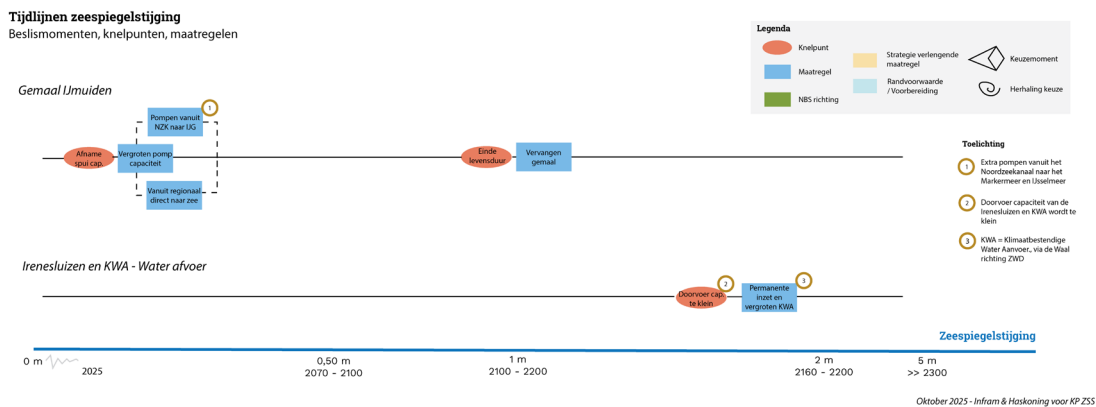
Daarnaast kan de verzilting worden beperkt door het incidenteel (bij langdurig lage rivierafvoeren) afsluiten van riviertakken zoals de Oude Maas, Beerkanaal, Hollandsche IJssel en Lek. Hiervoor dienen nieuwe kunstwerken gebouwd te worden in betreffende riviertakken.

4.4 IJsselmeergebied en Centraal Holland

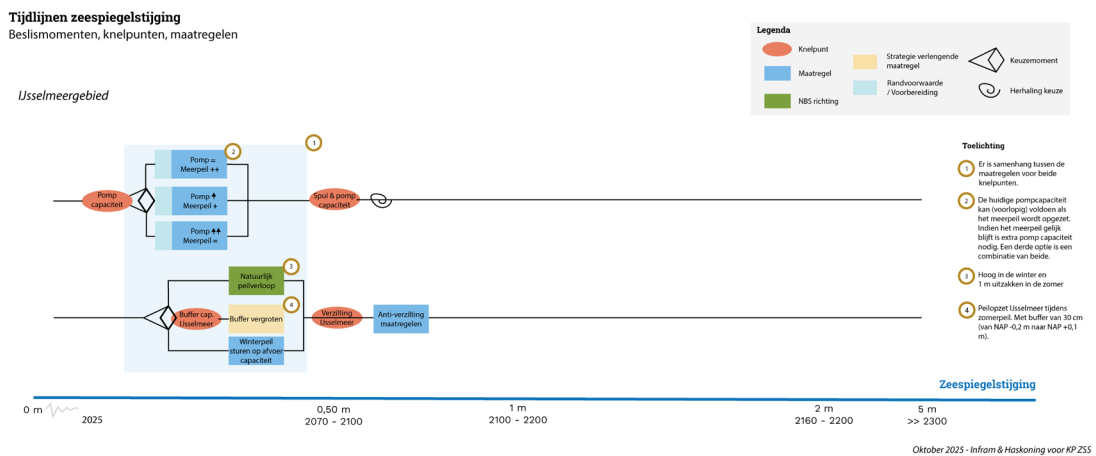
In het IJsselmeergebied en Centraal Holland spelen bij zeespiegelstijging drie duidelijke knelpunten:

- het behouden van voldoende afvoercapaciteit,
- het bufferen van voldoende water en
- het doorspoelen van regio's tegen verzilting.

Voor beide gebieden zijn tijdlijnen uitgewerkt met beslismomenten rondom deze knelpunten (Figuur 4-4 en Figuur 4-5). Deze knelpunten en de mogelijkheden worden beschreven in deze paragraaf.



Figuur 4-4: Tijdelijnen illustratief voor Centraal Holland, met beslismomenten, knelpunten en maatregelen voor Gemaal IJmuiden en Irenesluizen plus KWA. In de bijlage staat een vergrote weergave van dit figuur.



Figuur 4-5: Tijdelijnen voor het IJsselmeergebied, met beslismomenten, knelpunten en maatregelen. In de bijlage staat een vergrote weergave van dit figuur.

Afvoercapaciteit

Op dit moment wordt afvoercapaciteit in dit deelgebied voornamelijk gerealiseerd door middel van spuien, dit gebeurt vanuit het hoofwatersysteem op twee plaatsen: bij IJmuiden en de Afsluitdijk. In de toekomst zal dit steeds minder mogelijk zijn door hogere waterstanden aan de zeevaartse zijde als gevolg van zeespiegelstijging. Vanaf 40cm zeespiegelstijging is de resterende spuicapaciteit verwaarloosbaar. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig. Dit kan gerealiseerd worden door meer te pompen of door het peil aan de binnenkant op te zetten en nog gedeeltelijk te blijven spuien (enkel mogelijk voor het IJsselmeer), of door een combinatie van beiden.

Voor afwatering van het Amsterdam-Rijnkanaal/ Noordzeekanaal (**ARK/NZK**) wordt gebruik gemaakt van spuisluizen en pompen. Door zeespiegelstijging wordt spuien steeds minder vaak en lang mogelijk en vervalt deze optie in de toekomst. Daarom is uitbreiding nodig van de pompcapaciteit, deze uitbreiding moet de wegvallende spuicapaciteit vervangen. Er wordt op dit moment al nagedacht over vervanging van het gemaal bij IJmuiden. Verdere uitbreiding in de toekomst kan stapsgewijs worden gerealiseerd, om de resterende spuicapaciteit optimaal te benutten. Alternatief kan er gekozen om in een grote stap de

pompcapaciteit te vergroten waarbij er volledig wordt geleund op pompen en eventuele rest-spuicapaciteit onbenut wordt gelaten. De uitbreiding van capaciteit kan op twee verschillende locaties gerealiseerd worden:

- Als uitbreiding van huidige capaciteit bij IJmuiden
- of door extra afwatering richting het Markermeer en IJsselmeer

Door op de huidige locatie de capaciteit uit te breiden zijn er beperkte aanvullende maatregelen nodig, het systeem en achterland wordt hierdoor wel extra kwetsbaar voor falen van deze locatie. Door een extra afwateringspunt vanuit het ARK/NZK naar het IJsselmeer-Markermeer te maken wordt de gevoeligheid voor falen (bij IJmuiden/ op één locatie) verkleind en wordt het systeem minder kwetsbaar. Er ontstaat hierdoor wel een extra verbinding met het IJsselmeer die mogelijk het peilbeheer op het Markermeer en IJsselmeer zal beïnvloeden.

Voor afwatering van het **IJsselmeer** is peilopzet wel een mogelijkheid, door het piekpeil te verhogen kan er langer gespuid worden waardoor er minder snel extra pompcapaciteit nodig is. Op termijn zal overgestapt moeten worden op volledig pompen, doordat spuien onmogelijk wordt als gevolg van te hoge zeewaterstand. Daarbij zijn op dit moment drie mogelijkheden uitgewerkt, het peil en de capaciteit worden in alle mogelijkheden stapsgewijs aangepast⁶:

1. Meestijden: Peil significant opzetten (tot 1,7m+NAP) en pompcapaciteit gelijk houden (275m³/s)
2. Beperkt meestijden: Peil beperkt opzetten (tot 1,2m+NAP) en pompcapaciteit beperkt laten toenemen (1800 m³/s)
3. Huidig beleid: Peil zeer beperkt opzetten (tot 1,0m+NAP) en pompcapaciteit veel laten toenemen (2100m³/s)

Door het peil op te zetten kan er langer gespuid worden, hierdoor neemt de belasting van de primaire keringen rondom het IJsselmeergebied toe wat kan leiden tot extra opgaves aan verhogingen en versterkingen. Daarnaast dienen de spuiokers aangepast te worden aan de nieuwe peilen. Pomp capaciteit zal hierdoor minder nodig zijn en het systeem zal langer op vrij verval kunnen afwateren. Ook zullen keermiddelen vaker ingezet moeten worden en kan er mogelijk een negatief effect op natuur zijn.

Verzilting en zoetwater

Het vergroten van de bufferschijf in het IJsselmeer en Markermeer zorgt voor een toename van het zoetwatervolume wat ingezet kan worden voor verziltingsbestrijding in het IJsselmeer en in de regio. Door het peil verder op te zetten en verder uit te laten zakken kan er een zeer groot volume water geborgen worden op het IJsselmeer en Markermeer. Dit betekent dat er meer flexibiliteit gevraagd wordt van zowel de minimale als maximale reguliere peilen. De grens van het uitzakken en opzetten van het peil wordt bepaald door de huidige keringen.

Het peil op het IJsselmeer volgt op dit moment een kunstmatige cyclus die tegennatuurlijk is, het peil is laag in de winter en hoog in de zomer. Een natuurlijker peilverloop met hogere waterstanden in de winter en lagere waterstanden in de zomer heeft voordelen voor de natuur, maar heeft nadelen voor zoetwater en verzilting. Er is in de zomer dan minder tegendruk waardoor verzilting toeneemt, daarnaast is

⁶ Afkomstig uit waterveiligheidsperspectief fase 2

doorspoeling op basis van vrij verval moeilijker en zal dit doormiddel van pompen gerealiseerd moeten worden.

Het zoetwaterverlies kan beperkt worden door de schutsluizen in de regio uit te rusten met bellenschermen, en spoeldebieten, en het afsluiten van de spuisluizen en op termijn mogelijk zelfs het afsluiten van de schutsluizen.

Deze maatregelen moeten gecombineerd worden met de algemene maatregelen beschreven in hoofdstuk 4.1. Het is duidelijk dat er vanuit zoetwater niet één oplossing is voor de regio maar dat een combinatie van verschillende grote en kleine maatregelen nodig zal zijn en dat op termijn ook acceptatie van verzilting onontkoombaar is.

Samenhang

Er is een belangrijke samenhang tussen het IJsselmeergebied en de overige Deltawateren. Het IJsselmeergebied wordt gezien als een van de belangrijkste zoetwater buffers voor Nederland. Sturing van water, zowel tijds hoog- als laagwater situaties heeft invloed op zowel benodigde spui- en pompcapaciteit als waterbeschikbaarheid tegen verzilting. Zoetwater dat nodig is voor doorspoeling in de zuidwestelijke Delta kan niet tegelijkertijd in het IJsselmeer worden opgeslagen. Daarom is het belangrijk om de beslissingen over de verschillende delta wateren op elkaar af te stemmen en een afweging te maken tussen functies en waarden.

4.5 Waddengebied

Het Waddengebied kan worden gezien als een eigenstandig te beschouwen regio, waar keuzes ten aanzien van waterveiligheid, verzilting en zoetwater los te maken zijn en geen invloed hebben op de andere regio's in Nederland. Wel is het zo, dat keuzes in het IJsselmeergebied, invloed hebben op het Waddengebied. Denk daarbij aan de meer of minder bufferende werking van IJsselmeer en de impact die dat heeft op de zoetwaterbeschikbaarheid in de noordelijke provincies Friesland, Groningen en Drenthe.

In het Waddengebied ligt het voor de hand dat de waterveiligheid ook in de toekomst wordt gerealiseerd door middel van dijkversterkingen en kustsuppleties. Daarbij is het ook mogelijk om meer nature based uitvoeringsvarianten toe te passen. Als de zeespiegelstijging onder de 20-25mm/jaar (Westelijk deel) of de 30mm/jaar (Oostelijk deel) blijft, verdrinkt de Waddenzee niet, ook al stijgt de zeespiegel met 1,5-2 m. Met andere woorden, indien de aanslib/mee groei-snelheid van de Waddenzee groter is dan de snelheid van zeespiegelstijging is van verdrinking geen sprake.

4.6 Samenhang en afhankelijkheid tussen keuzes

De deltawateren zijn in een zekere mate los van elkaar te beschouwen. Dat betekent dat er niet voor alle deltawateren dezelfde keuze hoeft te worden gemaakt: openhouden, afsluitbaar-open maken, of afsluiten. Uiteindelijk zijn alle systemen wel onderling verbonden door waterwegen, kanalen en rivieren. Dit zijn echter niet allemaal open verbindingen en de beschreven deelgebieden zijn grotendeels technisch losgekoppeld. Een belangrijke overkoepelende sturingsknop die alle regio's wel beïnvloedt is de afvoerverdeling, zowel bij hoog- als laagwater zoals hieronder nader toegelicht. Daarnaast zijn belangrijke

afhankelijkheden en verbanden, deze zitten primair op het realiseren van een goede balans tussen functies en waarden voor heel Nederland. Wanneer alle deltawateren opengesteld worden zal verzilting in een groot deel van het land zeer sterk toenemen. Dit heeft zijn invloed op de landbouwsector en bepaalde natuurtypes en waarden.

Voor laagwater geldt dat water dat bovenstrooms het land binnenkomt zoveel mogelijk geborgen moet worden om vervolgens afgevoerd te worden richting zee. De route die hierin gekozen wordt is van enorme invloed op de maatregelen die lokaal getroffen moeten worden. De belangrijkste no-regret maatregel die hierin getroffen moeten worden is het terugbrengen en verbeteren van de sturingsmogelijkheden voor de afvoerdeling. Voor laagwater vereist dit aanpassingen aan het zomerbed van de rivier in combinatie met aanpassingen aan het stuwbeheer bij stuw Hagestein. Dit onderdeel wordt uitgewerkt in Ruimte voor de Rivier, waarbij zoetwaterfunctie van het IJsselmeer en scheepvaart beiden worden meegewogen.

Voor hoogwater hangt de richting waarin het water gestuurd moet worden af van de systeemkeuzes (open, open-afsluitbaar of afgesloten) en inrichting per gebied (o.a. rivierverruiming, berging, binnenpeilen en pompcapaciteit). Het afsluiten van rivierarmen in de monding (aan de zeezijde) zorgt er altijd voor dat er een alternatieve oplossing nodig is voor de afvoercapaciteit. Rivierwater kan in zeker mate van de ene naar de andere riviertak worden gestuurd. Wanneer alle riviertakken worden afgesloten zal er echter een oplossing gevonden moeten worden die volledig leunt op berging en pompcapaciteit. Wanneer ervoor gekozen wordt om waterpeilen van het hoofdwatersysteem niet te laten meestijgen met de zeespiegel neemt de benodigde pompcapaciteit sterk toe want er zal steeds minder onder vrij verval geloosd kunnen worden door spuien.

Voor alle beschreven tijdlijnen en richtingen geldt dat het technisch gezien altijd mogelijk is om over te stappen tussen de verschillende varianten; open, open-afsluitbaar, afgesloten varianten. Het kost echter veel meer moeite om van gesloten naar open varianten of vice-versa over te stappen. Het terugdraaien van verzilting, versterken van primaire keringen of verplaatsen van gebruiksfuncties zijn zulke grote ingrepen dat een overstap tussen deze varianten kostbaar is en veel tijd zal kosten. Wanneer wordt vastgehouden aan een open-afsluitbaar variant is het gemakkelijker overstappen naar andere varianten in de toekomst. Daarnaast dient er altijd rekening gehouden te worden met de afhankelijkheden tussen delta wateren onderling. Ter illustratie is hiervoor een voorbeeld van de RMM in onderstaande box en figuur 4-6 weergegeven.

Illustratie van de complexiteit van systeemkeuzes: realisatie Deltapolder

Een van de lange termijnstrategieën voor zeespiegelstijging bestaat uit het afsluiten van de Rijn-Maasmonding en het ontwikkelen van een Deltapolder (strategie Beschermen-B2 van het consortium Beschermen). In deze strategie wordt hoogwaterveiligheid voor o.a. Rotterdam en Dordrecht gerealiseerd door een stelsel van vaste dammen die passeerbaar zijn door binnenvaartsluizen. Om deze langetermijnstrategie mogelijk te maken is er **veel voorbereidend werk** nodig om de netwerkfuncties van het hoofdwatersysteem in stand te houden. Ten eerste moet er een andere oplossing worden gerealiseerd voor het afvoeren van hoogwater van de Maas en Rijn. Indien ook nog besloten wordt om de Waal als hoogwatercorridor te gebruiken (en dus al het extra hoogwater via de Waal en niet via de andere takken IJssel en Neder-Rijn en Lek af te voeren), dan is er nog meer afvoercapaciteit nodig. Dit betekent dat er voorafgaand aan deze systeemkeuze verschillende bestaande primaire keringen versterkt moeten worden.

Daarnaast zijn er verschillende nieuwe keringen, waterbergingsgebieden, grote gemalen en/of sluiscomplexen nodig. Het gaat daarbij niet alleen om de uitvoering van de werken en daarmee samenhangende ontwerp- en vergunningsprocessen. Maar ook om de besluitvormingsprocedures en daarbij horende verkennende studies, onderzoeken en mogelijke inspraakprocedures. Er is immers niet alleen sprake van waterstaatkundige uitdagingen, er is ook sprake van **substantiële impact** op functies en waarden zoals bijvoorbeeld de scheepvaart, natuur en de industrie. Voor scheepvaart en industrie geldt bijvoorbeeld dat de huidige vrije doorgang tussen zee en rivieren in de nieuwe situatie wordt belemmerd door sluisen, met wachttijden tot gevolg. Voor natuur speelt het feit dat in de Deltapolder de huidige dynamiek en de invloed van zee vermindert, met andere habitattypen en soorten tot gevolg. In het geval van het afsluiten van de Rijn-Maasmonding en de realisatie van de Deltapolder ontstaat er ook een vorm van **afwenteling naar andere deltawateren**. Rivierwater dat nu nog via de Nieuwe Waterweg in Rotterdam naar buiten stroomt zal via een alternatieve route afgevoerd moeten worden. De meest voor de hand liggende route is om het water via de Waal richting het Haringvliet (of via de Grevelingen) af te voeren. Hierdoor ontstaat er voor het Haringvliet (of Grevelingen) en eventueel de rest van de Zuidwestelijke Delta een aanvullende opgave, al dit extra water moet afgevoerd, gebufferd en/of verpompt worden. Dit is een technische en ruimtelijke opgave die verschuift van de Nieuwe Waterweg naar het Haringvliet en de Zuidwestelijke Delta. Hier ligt dus een belangrijke technische/waterstaatkundige afhankelijkheid tussen de systeemkeuze in de Rijn-Maasmonding en de zuidelijker Deltawateren.

Bovenstaande is een greep uit de **benodigde voorbereidende maatregelen en de mogelijke impact en doorwerking**, ter illustratie van de benodigde voorbereidingstijd en de mogelijke impact van een dergelijke systeemkeuze.

Samen maakt dit de complexiteit en voorbereidingstijd van deze systeemkeuze groot. Dit is op de kaart met de tijdlijn inzichtelijk gemaakt door een grotere lengte van het voorbereidende (lichtblauwe) blok.

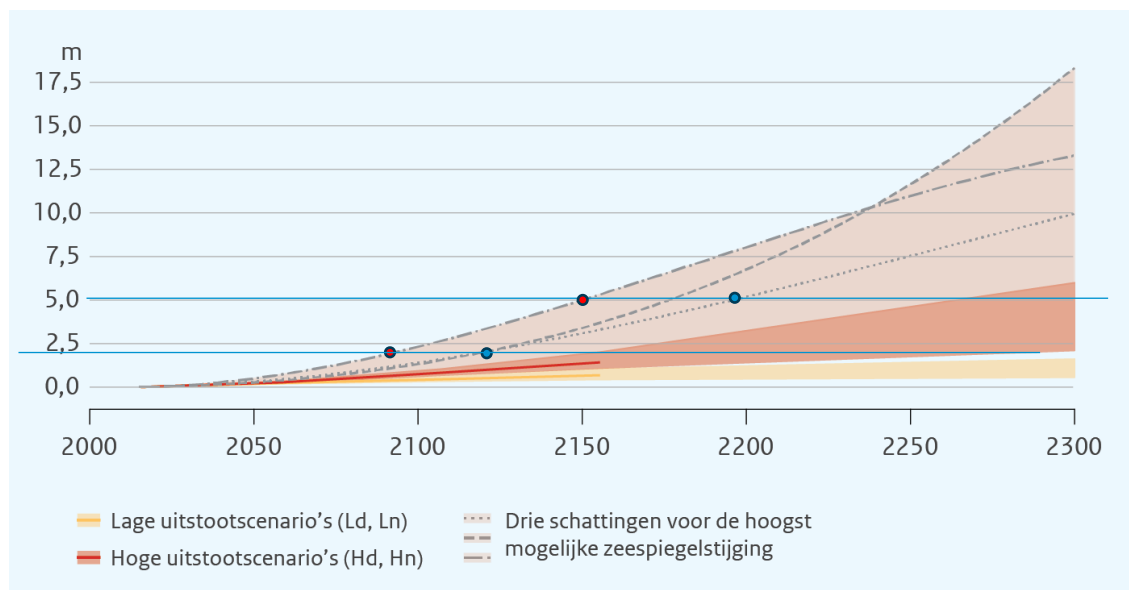
Een belangrijke notie daarbij is de volgende: er is slechts **beperkt inzicht in de daadwerkelijk benodigde voorbereidingstijd** van nieuwe grote systeemkeuzes. Ter vergelijking wordt wel gerefereerd aan de doorlooptijd van de Deltawerken en Ruimte voor de rivier, respectievelijk 80 jaar en 30 jaar inclusief gedachtevorming en planontwikkeling (bron: 'Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden (2022, Deltares)). Specifiek voor de Maeslantkering kan worden opgemerkt dat de doorlooptijd tussen start (1953) en realisatie zo'n 50 jaar is geweest. Het is belangrijk om ook voor de nieuwe grote systeemkeuzes meer zicht te krijgen op de bijbehorende doorlooptijden, om te zorgen dat de besluitvorming hierover tijdig start. Daarnaast is er **beperkt inzicht in de snelheid van toekomstige zeespiegelstijging**. Deze onzekerheden maken het samen **ingewikkeld om te definiëren wanneer de keuze voor een systeemwijziging uiterlijk moet worden genomen**.



Figuur 4-6: Strategie Deltapolder grafisch weergegeven, laat zien hoe rivierafvoer 'afgewenteld' wordt op een ander deltawater door creatie Deltapolder. Bron: Consortium Beschermen

4.7 Gevoeligheid voor snelheid van zeespiegelstijging

Verschillende klimaatscenario's resulteren in verschillende snelheden van zeespiegelstijging. De gepresenteerde tijdlijnen en bijhorende narratieven gaan uit van een gemiddelde zeespiegelstijging van 1,0m in 2115, in het meest snelle scenario kan dit al in 2051 bereikt worden, in het meest langzame scenario wordt dit pas na 2300 bereikt. In de tijdlijnen is daarom op de x-as weergegeven welke bandbreedte qua jaartallen hoort bij de betreffende zeespiegelstijging. Bij een snellere zeespiegelstijging komen knelpunten sneller dichterbij en is er minder tijd voor uitvoering van maatregelen. Dit beïnvloedt mogelijk de tijdlijnen en keuzes die gemaakt moeten worden.



Figuur 4-7: Verschillende snelheden zeespiegelstijging volgens KNMI'23. Verschil tussen brede band ● en zeer brede band ● voor 2 en 5 meter van de bovenkant van de band (wordt case KNMI'23). 2 meter wordt bereikt voor 2100, of rond 2125, 5 meter rond 2150 of rond 2200.

Op korte termijn is de onzekerheid klein en liggen de zeespiegelstijging scenario's relatief dicht bij elkaar. De invloed van verschillende scenario's op de te maken keuzes en paden is daardoor gering en zorgt voor verschuiving van maximaal enkele jaren. Hierdoor is er voor de korte termijn geen grote beïnvloeding van de tijdlijnen te verwachten.

Op lange termijn wordt de onzekerheid groter en liggen de snelheden veel verder uit elkaar. Hierdoor ontstaan er grote verschillen in absolute zeespiegelstijging tussen de verschillende scenario's. Ontwerpen van kunstwerken, keringen en andere maatregelen worden echter niet voor de komende 200 jaar gemaakt, maar houden rekening met een veel kortere ontwerp levensduur van 50 tot 100 jaar. De ontwerpen houden rekening met de onzekerheid van de voorspellingen die op dat moment gelden. Naar verwachting ontstaat er in de loop van de tijd meer duidelijkheid over klimaatverandering en de snelheid van zeespiegelstijging en neemt daarmee de onzekerheid af. Een regelmatige herijking van de opgaves en programma's is daarom van essentieel belang om grip te houden op een onzekere toekomst. Keuzes op korte termijn zijn vaak goed te overzien en keuzes op de lange termijn gaan gepaard met meer onzekerheid. Daarnaast zijn onzekerheden over andere invloeden zoals het gebruik van ruimte en de gewenste balans tussen functies en waarden typisch gezien vele malen groter en invloedrijker voor de ruimtelijke indeling.

5 Impact per systeemkeuze

Om meer inzicht te geven in de impact van de systeemkeuzes is gebruik gemaakt van de impactanalyse van het KP ZSS. Hierin wordt de impact op de peilen, dynamiek en zoet/zout beschouwd welke uiteindelijk doorwerken op de verschillende sectoren. De impact in dit hoofdstuk is beschreven per systeemkeuze op nationale schaal.

5.1 Impact Open variant

Voor het weergeven van de impact is uitgegaan van een ZSS van 2.0m (dit is conform de uitgangspunten van de lange termijn denkrichtingen). Wanneer de bestaande infrastructuur niet meer voldoet worden de zeearmen getransformeerd naar een open systeem. Dit betekent het verwijderen van de Maeslantkering en Oosterscheldekering.



Qua impact wordt t.o.v. de huidige situatie een zeer negatief effect verwacht op de peilen, een zeer positief effect op de dynamiek en een zeer negatief effect op de zout/zoet interactie.

- Het aanpassen van peilen vergt investeringen in alle infrastructuur rondom de wateren (havens, oevers, dijken etc.).
- Beschikbaarheid van zoetwater kan in de regio niet meer gegarandeerd worden. Voor land- en tuinbouw wordt vanwege de verzilting het grondgebruik aangepast en de zouttong zal verder stroomopwaarts dringen. Verder hebben de zoetwaterinlaatpunten op het IJsselmeer een groter risico om te verzilten vanwege de grotere waterdruk van zee. De waterveiligheidsopgave neemt toe, met name de waterveiligheid voor buitendijkse gebieden zal onder druk komen te staan en gaat tot grote aanpassingen leiden. Met het toenemen van de dynamiek zijn dijkversterkingen voor het binnendijkse gebied van belang. Ook afwatering van regionale rivier- en beeksystemen wordt beïnvloed door verdere indringing van het getij.
- De intergetijde-natuur kan zich verder ontwikkelen en zal zich waarschijnlijk verspreiden. Aandachtspunt is de verhoogde verzilting waardoor huidige natuurdoelen onder druk komen te staan. Doordat het systeem open wordt gezet en de sluitingen niet meer plaatsvinden zal de scheepvaart niet gestremd worden.

Tabel 1: Inschatting impact op sectoren bij gesloten variant

Impact	Kwalitatieve score
Land- en tuinbouw	--
Haven en scheepvaart	+
Natuur	+
Bebouwing	--

5.2 Impact Open – Afsluitbare variant

Voor het weergeven van de impact wordt uitgegaan van een ZSS van 2,0m. Bij de open - afsluitbare variant worden oprekmaatregelen (o.a. verhogen sluitpeil) benut om de levensduur van de Stormvloedkeringen te verlengen en blijven de Rijn-Maasmonding en Oosterscheldekering open afsluitbaar.



Qua impact wordt t.o.v. de huidige situatie een negatief effect verwacht op de peilen en dynamiek en een zeer negatief effect op de zout/zoet interactie.

- Voor land- en tuinbouw wordt vanwege de verzilting het grondgebruik aangepast om de zoetwater vraag te verminderen. De intergetijde-natuur blijft in stand en regionaal kan door herverkaveling de natuur toenemen. Door de gesloten component van deze variatie kan de bodem niet meegroeien met de ZSS; dit leidt ertoe dat op termijn de intergetijde-natuur geleidelijk af zal nemen.
- Het verhogen van het sluitpeil van de Maeslantkering leidt tot minder stremmingen van de scheepvaart. De waterveiligheidsopgave vraagt om meer ruimte en dijkversterkingen van het achterland.
- Buitendijks neemt het risico toe en zijn maatregelen nodig, voor de meeste bebouwing wordt hetzelfde overstromingsrisico gehandhaafd.
- De buffercapaciteit van het IJsselmeer zal een belangrijke rol spelen bij het mitigeren van de verschillende negatieve impacts.

Tabel 2: Inschatting impact op sectoren bij open-afsluitbare variant

Impact	Kwalitatieve score
Land- en tuinbouw	-
Haven en scheepvaart	+
Natuur	-
Bebouwing	-

5.3 Impact Afgesloten variant

Voor het weergeven van de impact wordt uitgegaan van een ZSS van 2,0m (dit is conform de uitgangspunten van de lange termijn denkrichtingen). Bij de afgesloten variant wordt bij 1,0m ZSS de Rijn-Maasmonding afgesloten en bij 2,0m ZSS wordt de Oosterschelde afgesloten. Hierdoor ontstaat de zogeheten "Deltapolder" en wordt het water vanuit de rivieren over een alternatieve route vervoerd.



Qua impact wordt t.o.v. de huidige situatie een negatief effect verwacht op de peilen, een zeer negatief effect op de dynamiek en een negatief effect op de Zout/Zoet interactie (afhankelijk van toegepaste maatregel).

- De land- en tuinbouw en bebouwing profiteren van de afgesloten variant. De waterveiligheidsopgave neemt significant af en door de maatregelen kan de zoetwatervraag vanuit de agrariĒrs in ieder geval tijdelijk beter worden voorzien. Wanneer zeevaartsluizen worden toegepast neemt de verzilting toe, als binnenvaartsluizen toe worden gepast neemt de verzilting af.
- De intergetijde-natuur verdwijnt in het afgesloten scenario. Verder kan de bodem niet meegroeien met de ZSS.
- Het afsluiten van de Nieuwe Waterweg heeft een zeer grote impact op de scheepvaart. Deels kan dit verholpen worden met een zeesluis of door scheepvaartroutes om te leggen. Een andere (reeds bestaande) ontwikkeling is het verplaatsen van de havenactiviteiten naar de zeewaartse zijde van de afsluiting.

Tabel 3: Inschatting impact op sectoren bij afgesloten variant

Impact	Kwalitatieve score
Land- en tuinbouw	+
Haven en scheepvaart	--
Natuur	--
Bebouwing	+

6 Bevindingen uit de tijdlijnen

De tijdlijnen zijn opgesteld om inzicht te bieden in het moment van optreden van knelpunten, de beslismomenten en de bijbehorende handelingsperspectieven. Bij het opstellen van de tijdlijnen en bij de gesprekken hierover met alle betrokken partijen, is een aantal inzichten en bevindingen naar voren gekomen. Deze zijn in de voorgaande hoofdstukken hier en daar al genoemd. In dit hoofdstuk zetten we de – vanuit dit project- meest prominente inzichten en bevindingen op een rijtje. De inzichten zijn samengevat voor de thema's 'opgave', 'oplossingsruimte', 'samenhang tussen keuzes' en 'benodigde besluitvorming en urgentie'.

Opgave en knelpunten

In Nederland heeft zeespiegelstijging in eerste instantie vooral gevolgen voor de waterveiligheid en zoetwater, waaronder verzilting. Zoetwaterbeschikbaarheid is nu al een knelpunt en met elke mm zeespiegelstijging, neemt deze opgave als gevolg van verzilting verder toe. Waterveiligheid kan nog goed worden gegarandeerd met de huidige strategie, maar op korte termijn ontstaan er wel knelpunten met de spui- en pompcapaciteit bij IJmuiden. Op de middellange termijn ontstaan ook knelpunten met de spui- en pompcapaciteit van het IJsselmeer, de waterveiligheid van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding en de levensduur van diverse grote kunstwerken, zoals de stormvloedkeringen.

Oplossingsruimte

De **beschikbare oplossingsruimte** (het handelingsperspectief) bestaat uit drie typen maatregelen opeenvolgend in de tijd: 1) voortzetten en 2) inzetten van oprekmaatregelen en 3) op lange termijn volgen de systeemkeuzes.

Zowel bij het voortzetten van de huidige strategie, als de oprekmaatregelen, als de systeemkeuzes, **zijn er grote investeringen nodig van de overheid én dienen sectoren rekening te houden met veranderende condities**. Afhankelijk van de keuze die wordt gemaakt is er in meer of mindere mate impact te voorzien in de verschillende economische sectoren zoals scheepvaart, landbouw en industrie. Dit betekent dat er naast de investeringen vanuit de overheid ook door sectoren rekening moet worden gehouden met ofwel schade ofwel investeringen om schade te beperken.

Ten aanzien van de oplossingsruimte is het belangrijk om op te merken dat **als het tempo van zeespiegelstijging hoog is, dit leidt tot een afname van het handelingsperspectief**; sommige keuzes zijn dan niet meer op tijd te realiseren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de keuze om met natuurlijke oplossingen bij te dragen aan waterveiligheid, zoetwaterbeschikbaarheid en behoud van het kustecosysteem. Een dergelijke keuze kan alleen tot de gewenste resultaten leiden als op korte termijn wordt gestart met het invangen van slib; en op de langere termijn de zeespiegelstijging niet te snel gaat om dit met slibvangst te kunnen bijhouden. De totale beschikbare oplossingsruimte om met zeespiegelstijging om te gaan is dus afhankelijk van het tempo van zeespiegelstijging.

Ten aanzien van de oplossingsruimte kan uit de tijdlijnen worden afgeleid dat er geen tijdlijnen zijn die vanuit waterstaatkundig oogpunt 'doodlopen of eindig zijn'. In principe kunnen steeds opnieuw weer keuzes worden gemaakt voor strategieverlenging en/ of systeemwijziging. Wel is het zo dat wanneer er een bepaalde keuze wordt gemaakt (voor ofwel een oprekmaatregel, ofwel een systeemwijziging), dit

consequenties heeft voor de efficiency van latere keuzes. Met andere woorden; de keuzes die we nu maken hebben impact op de keuzes die later worden gemaakt.

Samenhang tussen de keuzes in de afzonderlijke Deltawateren

Ten aanzien van de samenhang staan er in dit project twee inzichten centraal:

1. **Het is mogelijk om per Deltawater een ‘afzonderlijke’ keuze te maken qua type strategie** om met zeespiegelstijging om te gaan. Dit betekent dat als er voor het ene Deltawater wordt gekozen voor de systeemkeuze ‘gesloten’, dit vanuit waterstaatkundig oogpunt niet hoeft te betekenen dat andere Deltawateren ook moeten sluiten. Met andere woorden; de systeemkeuzes ‘open’, ‘open-afsluitbaar’, en ‘gesloten’ kunnen per Deltawater verschillend zijn.
2. **De keuze voor een type strategie in één van de Deltawateren heeft vaak wel impact op/ samenhang met de andere Deltawateren.** Deze impact en samenhang kent meerdere verschijningsvormen:
 - a. Waterstaatkundig: De keuze in het ene Deltawater kan leiden tot waterstaatkundige doorwerking of afwenteling op andere Deltawateren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het feit dat wanneer er bij de Rijn-maasmonding een Deltapolder wordt gerealiseerd; de rivierafvoer tijdens hoogwater op een andere manier moet worden gefaciliteerd. Dit heeft grote waterstaatkundig aanpassingen tot gevolg langs bijvoorbeeld de Waal (hoogwatercorridor) en in het Haringvliet/ de Zuidwestelijke Delta (realisatie van extra berging en gemaalcapaciteit).
 - b. Ruimtelijk/ functioneel: De keuze om een Deltawater open te houden of open te maken heeft impact op de **waterstaatkundige condities** in en rondom dat Deltawater. Denk daarbij aan de hoogte van de waterstanden, de kwaliteit van het water, het zoutgehalte van het water, de kwel en de dynamiek. Deze verandering van waterstaatkundige condities kan ertoe leiden dat het gebied niet meer geschikt is voor bepaalde typen gebruik zoals landbouw, visserij of natuur en dat er noodzaak ontstaat voor sectoren en functies om aan te passen of te verplaatsen. Het verplaatsen van sectoren en functies kan indirect ook impact hebben op de keuzes in andere Deltawateren, als er voor wordt gekozen om de functies een nieuwe plek te geven.

Gegeven deze interactie tussen de systeemkeuzes in de afzonderlijke Deltawateren is het belangrijk om de keuzes voor de Deltawateren in samenhang met elkaar te maken en daarbij ook andere opgaven in het fysieke domein te betrekken. Opdat er kan worden besloten vanuit een brede en expliciete afweging van kansen, risico's en impact op functies en waarden.

Welke besluitvorming is nodig en met welke urgentie?

In de gesprekken over zeespiegelstijging gaat veel aandacht uit naar de benodigde besluitvorming over de grote systeemkeuzes. Uit de tijdlijnen blijkt dat het op de korte termijn vanuit zeespiegelstijging niet noodzakelijk is om de grote systeemkeuzes te realiseren. Tegelijkertijd blijkt uit ook dat het wel belangrijk is om tijdig de besluitvorming over die systeemkeuzes voor te bereiden, onder meer omdat:

- er veel voorbereidend werk – en doorlooptijd - nodig is voordat de grote systeemkeuzes kunnen worden gerealiseerd. Het gaat dan om onderzoek, planstudies en realisatie van allerlei voorbereidende werkzaamheden zodat de netwerkfuncties van het hoofdwatersysteem intact blijven. Daarnaast gaat het om communicatie richting sectoren en (natuur-) terreinbeheerders dat

waterstaatkundige condities zullen veranderen, zodat zij voldoende tijd hebben om zich daarop voor te bereiden.

- sommige systeemkeuzes, zoals het toepassen van natuurlijke oplossingen (Nature Based Solutions), alleen tijdig tot doelbereik kunnen komen als er op korte termijn met de uitvoering wordt gestart.
- Sommige oprekmaatregelen een goede voorbereiding zijn op bepaalde systeemkeuzes, terwijl andere oprekmaatregelen juist leiden tot 'regret' als er later een bepaald systeemkeuze wordt doorgevoerd. Besluitvorming over de oprekmaatregelen is op korte en middellange termijn nodig om hoogwaterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid te blijven realiseren.
- het ook vanuit andere drijvers dan zeespiegelstijging, interessant kan zijn om systeemkeuzes te maken. Denk daarbij aan het realiseren van andere waterstaatkundige condities ten behoeve van specifieke vormen van landgebruik.

Los van de benodigde (voorbereiding van) besluitvorming op de korte termijn, zoals hierboven beschreven, zijn er over de timing van besluitvorming nog enkele opmerkingen te maken:

- a) uit de tijdlijnen blijkt dat er sprake is van een **repetierend karakter van keuzes**. Met andere woorden: er kan voor een Deltawater worden gekozen om bij eerste vervanging stormvloedkering in verband met einde levensduur door te gaan met de huidige strategie. Vervolgens doet de keuze zich opnieuw voor na einde levensduur van het een nieuwe kering. Dat kan over 100 jaar zijn, maar ook over 50 jaar indien bij eerste vervanging tot korte levensduur wordt besloten in verband met de onzekerheid over de snelheid van zeespiegelstijging. Bij tweede vervanging kan opnieuw worden bepaald wat wenselijk of noodzakelijk is (open, open-afsluitbaar of afsluiten). Ook in een open systeem kan een nieuwe keuze gemaakt worden, maar hier ontbreekt het eindelevensduurritme van een voorliggende kering.
- b) **Vanuit economisch perspectief kan het voordelen hebben om systeemwijzigingen uit te stellen**, zo lang de infrastructuur nog functioneert. Dit heeft immers tot gevolg dat eerdere investeringen zo lang mogelijk renderen, en dat nieuwe investeringen later in de tijd plaatsvinden. Daarnaast wordt er zo tijd 'gekocht' waarin a) onzekerheden rondom het tempo van zeespiegelstijging afnemen én b) nieuwe kennis en innovaties kunnen worden ontwikkeld.
- c) **Vanuit breder maatschappelijk perspectief en solidariteit met volgende generaties, kan het voordelen hebben om systeemwijzigingen eerder door te voeren**, zodat het risico op 'te laat' wordt verminderd en functies en waarden eerder kunnen profiteren van een voor de lange termijn toekomstbestendig watersysteem. Het uitzetten van een duidelijke koers levert een voorzienbare situatie op voor iedereen die woont, werkt en onderneemt in Nederland. Eerder besluiten kan maatschappelijke voordelen hebben.

A. Toelichting op Knelpunten door zeespiegelstijging

In Nederland zal zeespiegelstijging vooral gevolgen hebben voor de waterveiligheid en zoetwater, waaronder verzilting. In het Kennisprogramma Zeespiegelstijging is onderzocht wat deze gevolgen zijn: wanneer het doelbereik niet langer gehaald wordt is er sprake van een knelpunt. De knelpunten zijn bepaald voor het hoofwatersysteem, gerelateerd aan een absolute zeespiegelstijging.

6.1 Knelpunten waterveiligheid

De zeespiegelstijging heeft gevolgen voor de waterveiligheid omdat de waterstanden verhogen en golven relatief groter worden. Hierdoor ontstaan verschillende knelpunten rondom het hoofwatersysteem. In deze paragraaf worden zowel algemene als deelgebied specifieke knelpunten beschreven.

6.1.1 Algemeen

Bestaande primaire waterkeringen

Vanaf 1,0 m ZSS speelt een nieuwe versterkingsopgave voor de bestaande primaire waterkeringen.

Beschikbaarheid zand voor kustsuppleties

Om de zandige kust te onderhouden zijn suppleties nodig. Hiervoor is in de Noordzee voldoende zand aanwezig. Door ruimtelijke ontwikkelingen op zee wordt deze zandvoorraad echter steeds moeilijker bereikbaar. Dit leidt bij de huidige snelheid van zeespiegelstijging regionaal al ruim voor 2100 tot tekort aan winbaar zand. Het beschikbaar en bereikbaar houden van de zandvoorraad en tijdig reserveren van (nieuwe) zandwingebieden zijn essentiële randvoorwaarden voor het continueren van de kustsuppleties.

Waterveiligheid buitendijkse gebieden

De impact op waterveiligheid in buitendijkse gebieden neemt substantieel toe vanaf 0,5m ZSS voor woningen en vanaf 1,0m ook voor industrie. Hierdoor ontstaat een dusdanig groot risico dat aanvullende maatregelen nodig zijn om veiligheid van deze gebieden te waarborgen.

6.1.2 IJsselmeergebied en Centraal Holland

Spuicapaciteit IJmuiden onvoldoende

Het spui- en maalcomplex IJmuiden voert water af vanaf het Amsterdam-Rijnkanaal – Noordzeekanaal (ARK-NZK) naar de Noordzee. Het peil op de boezem ARK-NZK wordt onder normale omstandigheden rond NAP-0,40m gehouden. Door hevige regenval kan het peil op de boezem stijgen tot NAP+0,00m, waarna een maalstop voor aangrenzende polders afgekondigd wordt. Een overschot aan water wordt voornamelijk via IJmuiden afgevoerd. Het spui- en maalcomplex beschikt over een spuicapaciteit van maximaal 700 m³/s en pompcapaciteit van ca. 260 m³/s. Door zeespiegelstijging zal het spuivenster verkleinen, waardoor er een tekort aan afvoercapaciteit ontstaat. Een gebrek aan spuicapaciteit ontstaat op korte termijn en neemt gradueel toe. Daarnaast is het huidige gemaal bij IJmuiden aan vervanging toe. Daarom worden op dit moment al maatregelen getroffen. Het knelpunt is opgenomen bij 0,10 m zeespiegelstijging. Bij een stijging van 0,40 m zal de aanwezige spuicapaciteit verwaarloosbaar zijn (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023c) en zal de huidige spui capaciteit vervangen moeten zijn door pomp capaciteit.

Spui- en pompcapaciteit IJsselmeergebied onvoldoende

Voor het IJsselmeer wordt in de huidige situatie een peil gehanteerd dat varieert binnen een bandbreedte van NAP-0,30m tot -0,10m in de zomer en NAP-0,40m tot -0,05m in de winter. Door regenval en instromend water vanuit o.a. de IJssel fluctueert het waterpeil. Overtollig water wordt via de spui- en pompcomplexen bij de Stevin sluizen en Lorentzsluizen afgevoerd naar de Waddenzee. Gezamenlijk beschikken de beide complexen over ca. 4.000 m³/s spuicapaciteit en 300 m³/s pompcapaciteit. Bij hoogwater op de Waddenzee (boven het waterpeil in het IJsselmeer) kunnen de spuisluizen niet worden gebruikt. Door zeespiegelstijging wordt de mogelijkheid om het IJsselmeerwater naar de Waddenzee te spuien beperkt. Vanaf 0,50m zeespiegelstijging moeten de pompen steeds vaker worden ingezet en vanaf 1,00m moet er altijd gepompt worden (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023e, p. 27).

In de tijdlijnkaart wordt 0,50 m zeespiegelstijging aangenomen als knelpunt omdat op dat moment aanvullende maatregelen nodig zijn om voldoende afvoercapaciteit te kunnen garanderen. Ook hiervoor wordt opgemerkt dat naarmate de zeespiegelstijging stijgt naar 0,50m, de spuicapaciteit gradueel zal verminderen maar nog steeds een bijdrage zal leveren aan de afwateringscapaciteit (Deltares, 2025d). In de Memo “Knipunten IJsselmeer” en Bijlage C wordt dit nader toegelicht.

6.1.3 Rijn-Maasmonding

Maeslantkering

De Maeslantkering kent twee functies: enerzijds doorlaten rivierafvoer en scheepvaart en anders het keren van stormvloed. Vanuit deze functies kunnen er meerdere knelpunten ontstaan:

- Uitvoerbaarheid van Beheer en Onderhoud bij een stijgende zeespiegelstijging komt onder druk te staan doordat onderbrekingen tijdens het onderhoudsseizoen toenemen. Hier ontstaat volgens de huidige methodiek vanaf 2030 een knelpunt. Wanneer onderhoud op een andere manier uitgevoerd kan worden of wanneer meer onderbrekingen geaccepteerd worden verschuift dit knelpunt.
- De technische levensduur van de combiwanden onder de vigerende veiligheidsnormen voor de kans op plooi vormen een probleem vanaf 2040. Er is echter meer onderzoek nodig om te bepalen hoeveel reststerkte er nog in de constructie zit en op welke manier deze versterkt en verlengd kan worden. Dit is dus een (zeer) conservatieve inschatting.
- De economische levensduur is deels afhankelijk van kosten van beheer en onderhoud, indien deze gelijk blijven ligt deze naar verwachting op 2096. Wanneer de beheer en onderhoudskosten jaarlijks met 1% toenemen ligt deze op 2084.
- De technische levensduur van de vakwerkarmen zijn eindig en hangen af van het aantal sluitingen onder stormcondities (ontworpen voor 15x). Bij zeespiegelstijging en het gelijk houden van het sluitpeil wordt deze 15x behaald in 2075 en treedt er vermoeiing van de stalen onderdelen op waardoor de constructie aan zijn theoretisch einde van de levensduur zit.

Let op, deze knelpunten ontstaan wanneer er geen aanvullende (oprek) maatregelen worden getroffen en zijn deels afhankelijk van lopende onderzoeken en nieuwe inzichten.

Daarnaast speelt het functioneel falen door te vaak sluiten voor scheepvaart een rol, tot 10 sluitingen per jaar is volgens het Havenbedrijf acceptabel. Dit treedt echter in alle zeespiegelstijging scenario's pas na

2100 op. Omdat vervanging van de huidige constructie eerder aan de orde is wordt dit niet als leidend gezien en wordt deze sluitfrequentie vooral als relevant gezien voor een evt. nieuwe stormvloedkering.

Einde ontwerplevensduur andere grote kunstwerken

Dijken en dammen kunnen vaak (maar niet altijd) versterkt worden voortbouwend op de huidige kering. Voor waterstaatkundige kunstwerken en ook voor bijvoorbeeld dijken met constructies zoals damwanden, is er sprake van een 'einde levensduur' waarbij (onderdelen van) de constructie zelf onbetrouwbaar worden en vervangen dienen te worden. Alle grote kunstwerken naderen in de komende eeuw het einde van hun ontwerplevensduur (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023f). Hieronder vallen naast de OSK en MSK onder andere:

- Haringvlietluizen (100 jaar ontwerplevensduur): einde levensduur in 2071
- Hollandsche IJsselkering (100 jaar ontwerplevensduur): einde levensduur in 2067

6.1.4 Zuidwestelijke Delta

Oosterscheldekering: overschrijding ondergrens

Zonder aanpassingen aan de beoordelingsmethodiek of constructie komt de faalkans van de OSK volgens een eerste conservatieve inschatting bij 0,05 tot 0,10 m ZSS onder ondergrens van 1/10.000 per jaar (Vuik et al., 2024). Dit is een tussenresultaat dat de komende jaren nog zal wijzigen door nader onderzoek, kennisontwikkeling en nieuwe inzichten. Er lopen momenteel diverse onderzoeken om de constructieve faalkans beter te onderbouwen: proeven met een schaalmodel van de OSK, onderzoek naar de krachten die golven uitoefenen op de civiele onderdelen van de OSK en onderzoek naar de aanwezige staalsoorten en bijbehorende staalkwaliteit. De berekende faalkans wordt gedomineerd door enkele componenten van de Oosterscheldekering met een hoge faalkans: met name de vakwerkliggers van enkele schuiven in de Schaar en Hammen. Constructief bezwijken van enkele componenten leidt nog niet direct tot een grote invloed op de lokale waterstanden bij de dijktrajecten rond de Oosterschelde. Dit gebeurt pas als een groot aantal componenten bezwijkt (bijvoorbeeld meer dan vijf schuiven tegelijk).

Dit knelpunt is niet expliciet opgenomen in de tijdlijnen, omdat de benodigde acties al lopen en het onderdeel is van het beheer en onderhoud van de OSK.

Oosterscheldekering: sluitingen

Het aantal sluitingen van de Oosterscheldekering vormt een knelpunt. Om het beheer en onderhoud aan de kering te kunnen blijven uitvoeren is het praktisch om het aantal sluitingen per jaar te beperken tot een maximum van 10. Dat aantal wordt, bij gelijkblijvend sluitpeil, bereikt bij 0,60 m ZSS (met het gemiddelde ZSS tempo is dat rond 2100). Het aantal 10 is onderwerp van onderzoek de komende jaren. Wellicht kan dit aantal verhoogd worden

Oosterscheldekering⁷: prestatiepeilen > beoordelingspeilen

Vanaf 0,7 m ZSS komen de prestatiepeilen (waterpeil op de Oosterschelde) boven de beoordelingspeilen van de waterkeringen langs de Oosterschelde uit. Aanpassing van de beoordelingspeilen is dan een mogelijkheid in relatie tot de dijkversterkingsopgave langs de Oosterschelde. Bij 0,70 m ZSS voldoet de

⁷ Voor meer informatie over de Oosterscheldekering, zie 'Constructieve houdbaarheid en oprekbaarheid Oosterscheldekering' (Rijkswaterstaat, 2024).

dijk op Tholen niet meer. Daarna volgt vanaf 0,75 m ZSS een hoogtetekort bij andere dijktrajecten, Krammersluizen en Bergse Diepsluis. De andere kunstwerken volgen pas bij > 1,0 m ZSS. Een belangrijke disclaimer daarbij: door onderzoek dat nu al loopt (waarmee zeer waarschijnlijk de faalkans behoorlijk kan worden verkleind en daarmee ook de beoordelingspeilen) kan dit knelpunt wellicht enkele decimeters opschuiven (en dus later in de tijd optreden).

Oosterscheldekering: dijkversterkingen

Uiteraard is er aandacht voor het blijven voldoen aan de waterveiligheidsnormen van de dijktrajecten langs de Oosterschelde. Bij een besluit met effect op de waterstanden achter de Oosterscheldekering kan dit leiden tot een extra versterkingsopgave. Knelpunten gerelateerd aan de waterveiligheid van de achterliggende waterkeringen vormen daarom onderdeel van de algemene dijkversterkingen.

6.2 Knelpunten zoetwater

In het Kennisprogramma Zeespiegelstijging spoor II zijn de effecten verkend van zeespiegelstijging op verzilting en doorvertaald naar het effect op de zoetwaterbeschikbaarheid (gebruik en aanvoer van zoetwater) (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023d). Uit deze verkenning volgt dat de zeespiegelstijging bestaande problemen rondom de zoetwaterbeschikbaarheid vergroot. Door klimaatverandering zal vaker droogte voorkomen: in het zomerhalfjaar nemen de laagste rivierafvoeren en neerslag af, terwijl de verdamping toeneemt. Doordat er dan minder zoetwater beschikbaar is voor doorspoeling, zal er meer verzilting optreden in de open riviermondingen en bij sluisen. Ook de verzilting via grondwater kwel zal toenemen met zeespiegelstijging. Oppervlaktewateren verzilten verder en de doorspoelbehoefte van polders en boezems neemt verder toe vanwege een groeiende hoeveelheid zoute kwel. Tegelijkertijd zal de zoetwateraanvoer vanuit de grote rivieren in droge perioden afnemen. In de tijdlijnen zijn de verziltingsknelpunten opgenomen die effect hebben op het functioneren van het hoofdwatersysteem.

Zoetwaterbeschikbaarheid voor doorspoeling tegen verzilting

De zoetwatersystemen nabij de kust krijgen meer last van verzilting met een stijgende zeespiegel. Om de verzilting tegen te gaan is er steeds meer zoetwater nodig voor doorspoeling. Momenteel is hiervoor voldoende (rivier)water beschikbaar met uitzondering van langdurig droge perioden. Ondanks dat er meestal voldoende zoetwater beschikbaar is, is het niet altijd mogelijk om het zoete water op de juiste locatie te krijgen. Aanpassingen in het hoofdwatersysteem en in het verbruik van zoetwater kunnen nodig zijn om het beschikbare water efficiënt en beter te verdelen. Bij een zeespiegelstijging van 2,0 à 3,0 meter zal er steeds vaker onvoldoende rivierwater beschikbaar zijn om alle grote zoetwatersystemen zoet te houden (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023d), maar dit is ook afhankelijk van factoren als rivierafvoer en watervraag. Echter, door andere klimaateffecten zoals lagere rivierafvoeren en een grotere watervraag als gevolg van sociaaleconomische ontwikkelingen, zullen de grenzen van de zoetwatervoorziening (veel) eerder bereikt worden. Ook in het Waddengebied zullen eilanden met een eigen zoetwaterbel mogelijk eerder in de knel raken. Het zoetwaterbeschikbaarheidsvraagstuk speelt daarom al op korte termijn (de komende decennia).

Buffer capaciteit IJsselmeergebied

Als we alleen naar zeespiegelstijging kijken, is met name het IJsselmeer (onze grootste zoetwaterbuffer) kwetsbaar: tussen de 1 en 2 meter zeespiegelstijging zal het IJsselmeerwater vaker en langduriger te zout zijn voor drinkwaterbereiding. Er is dan ook meer water nodig om verzilting in de Hollandsche IJssel tegen te gaan. Deze situaties doen zich voor bij langdurige droogte en lage rivierafvoer en die omstandigheden gaan zich vaker voordoen door klimaatverandering. Ook andere zoetwatersystemen worden vervolgens kwetsbaarder.

Verzilting van het IJsselmeergebied

Het IJsselmeer is kwetsbaar voor verzilting, o.a. door de schut- en spuisluizen in de Afsluitdijk (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023h). Met een stijgende zeespiegel neemt de kwetsbaarheid verder toe. Bij 0,5 meter zeespiegelstijging zal tijdens een droge zomer vrijwel de gehele IJsselafoer benodigd zijn om verzilting in het IJsselmeer en omliggende polders tegen te gaan (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023d). Bij 1,0 meter zeespiegelstijging zal het IJsselmeer vaker en te langdurig te zout zijn voor drinkwaterproductie (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023e).

Verzilting Hollandsche IJssel

Onder normale omstandigheden staat de Hollandsche IJssel in open verbinding met de Rijn-Maasmonding. Zout zeewater dringt via de Nieuwe Waterweg landinwaarts richting de Hollandsche IJssel en de Lek (zouttongindringing). Bij lage rivierafvoeren wordt de mate van zoutindringing in de Rijn-Maasmonding groter; zeespiegelstijging versterkt dit effect. Op de Hollandsche IJssel bevinden zich verschillende zoetwaterinnamepunten; daarmee is het een belangrijke bron voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland. Om de zoutindringing tegen te gaan is een groter debiet op de Hollandsche IJssel nodig. Daartoe kunnen onttrekkingen langs de Hollandsche IJssel beperkt worden of kan het debiet aangevuld worden met de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorziening (KWA) vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal (Rijkswaterstaat, KZH/deltaprogramma zoetwater, 2023). Dit gebeurt nu al in noodsituaties, wanneer achterwaartse verzilting op de Hollandsche IJssel dreigt. Bij een zeespiegelstijging van 1,0 meter zal de KWA regulier ingezet moeten worden om de Hollandsche IJssel zoet te houden (Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023d).

Verzilting Volkerak-Zoommeer (VZM)

Het Volkerak-Zoommeer(VZM) functioneert als belangrijke regionale zoetwaterbuffer en als waterbergingsgebied in tijden van hoge rivierafvoeren. De inlaatsluis bij de Volkeraksluizen maakt onderdeel uit van de stuurknoppen om op het Volkerak-Zoommeer verzilting te bestrijden. Het gebruik van de Krammersluizen, kwel via de waterbodem en de afwatering van brak water uit de regionale wateren zorgen voor de grootste zoutpost voor verzilting op het VZM. Wateraanvoer vanuit het Hollands Diep richting het VZM kan bij lage afvoeren worden verminderd. Vanaf ca. 2 m ZSS is er sprake van langdurige verzilting van het Hollands Diep waardoor er veel waardoor minder doorspoeling van zoutwater in het VZM zal plaats vinden (Rijkswaterstaat, KZH/deltaprogramma zoetwater, 2023). Om de zoutindringing bij de Krammersluizen te blijven beperken is het noodzakelijk om eerder dan 1,25 m ZSS over te stappen op pompen voor het nieuwe Innovatieve Zoet Zout Scheiding systeem. Bij een zeespiegelstijging van 1,5 meter kan er niet meer voldoende water bij de Batse Spuisluizen gespuid worden, dus is een aanvullende maatregel nodig.

B. Toelichting op Maatregelen voor zeespiegelstijging

De verschillende maatregelen die zijn opgenomen in de tijdlijnen zijn hieronder benoemd en eventueel nader toegelicht.

Thema / regio	Maatregel	Toelichting
Zoetwaterbeschikbaarheid en verzilting	Aanleggen pomp capaciteit Bathse Spuisluis	
	Aanleggen pomp capaciteit Krammersluizen	
	Aanpassen landgebruik	Zodat hogere chloride gehalten kunnen worden toegestaan
	Acceptatie van verzilting	
	Afsluiten spui sluisen	
	Afvoerverdeling hoog water	
	Afvoerverdeling laag water	
	Doorspoeling tegen interne verzilting	
	Meegroeien bodem Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas	
	Optimalisatie schutsluizen	
	Permanente inzet en vergroten KWA (Klimaatbestendige Water Aanvoer)	
	Permanente oostelijke aanvoer	
	Plaatsen bellenschermen	Alleen bij schutsluizen
	Rijn-Maasmonding incidenteel afsluiten	
	Selectieve onttrekking (IJmuiden)	Selectieve onttrekking is er al, maatregel is toevoegen van verdieping
	Verhogen chloride gehalten	
Verplaatsen inname punten zoetwater		
Kust suppleties	Huidige aanpak voortzetten met grotere volumes (pakket 1)	Optie 1 binnen strategieverlenging van de huidige kustsuppletie aanpak
	Huidige aanpak voortzetten met hogere frequenties (pakket 1)	Optie 2 binnen strategieverlenging van de huidige kustsuppletie aanpak
	Pakket 1 + systeem suppleties	
	Verruiming zandwinstrategie	
Primaire dijkversterkingen	Huidige Beheer en Onderhoud	
	Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)	De huidige versterkingsronde
	Standaard dijkversterkingen	Versterken op de traditionele (technische) manier d.m.v. dijken verbreden en verhogen
	Standaard dijkversterkingen gecombineerd met het aanleggen van buitendijkse voorlanden	De voorlanden dragen bij aan waterveiligheid en bieden ruimte voor andere functies zoals natuur
	Standaard dijkversterkingen gecombineerd met het aanleggen van vloedkommen	De vloedkommen geven ruimte voor waterberging
	Standaard dijkversterkingen gecombineerd met het aanleggen van waterkerende landschappen	De waterkerende landschappen dragen bij aan waterveiligheid en bieden ruimte voor andere functies zoals natuur
	Toename dynamiek in de duinen	Een NBS maatregel
	Verwijderen dwarsstructuren Hollandse Kust	Een NBS maatregel

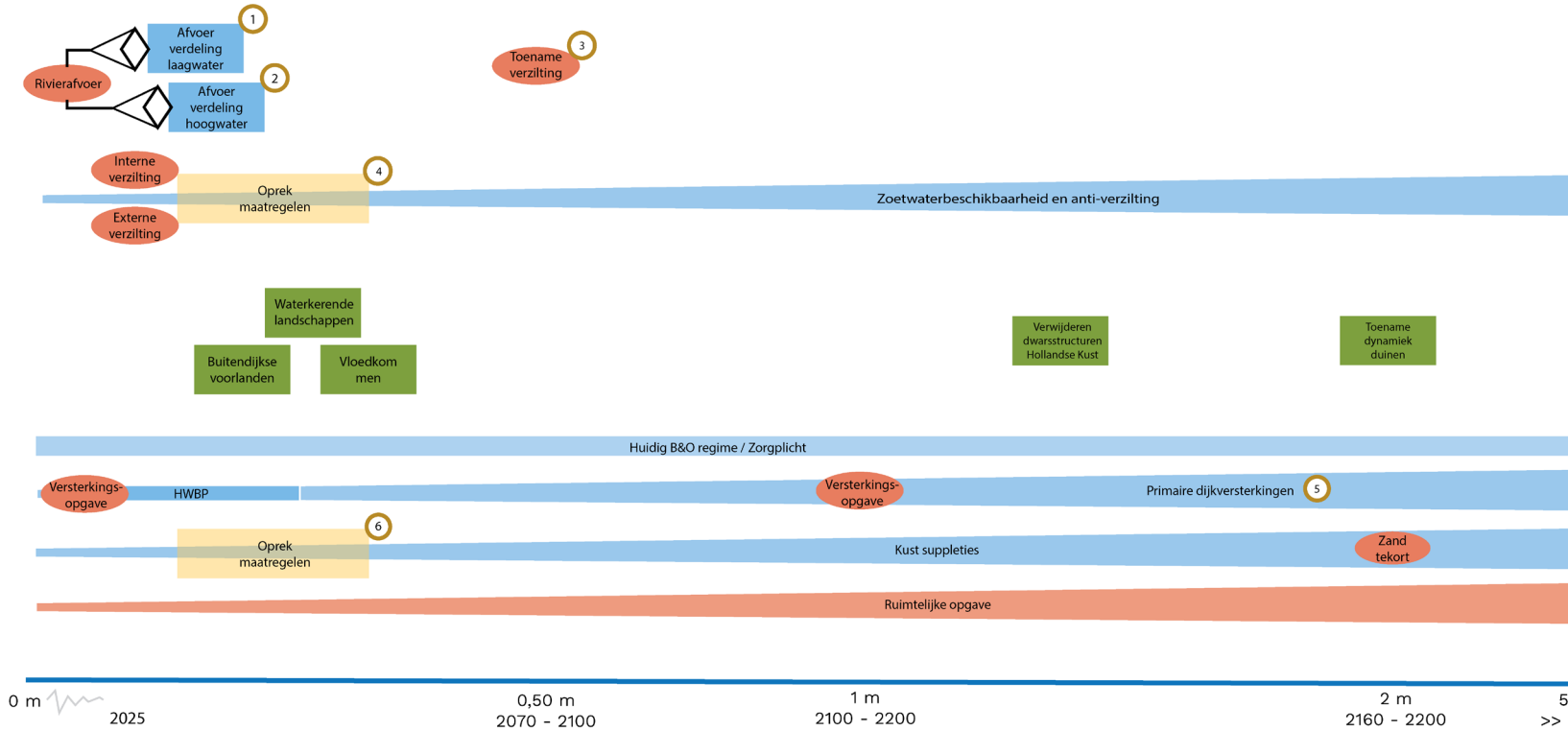
IJsselmeergebied en Centraal Holland	Aanleggen pomp capaciteit direct naar zee	Aanvullen van de afwateringscapaciteit op een nader te bepalen nieuwe locatie, direct naar zee
	Natuurlijker verloop peil IJsselmeer	Een NBS maatregel. Hoog peil in de winter en 1 meter uitzakken in de zomer.
	Peilopzet IJsselmeer	Verhogen van het IJsselmeer peil zodat er langer gespuid kan blijven worden. Dit vergt mogelijk wel aanpassingen aan de bestaande spuikokers en het gebied.
	Vergroten bufferschijf IJsselmeer	Peilopzet van het IJsselmeer tijdens het zomerpeil. Met een buffer van 30 cm (van NAP -0,2 m naar NAP +0,1m)
	Vergroten pomp capaciteit IJmuiden	Aanvullen van de afwateringscapaciteit op bestaande locatie IJmuiden. Hier wordt al aan gewerkt.
	Verhogen pomp capaciteit Afsluitdijk	Aanvullen van de afwateringscapaciteit op bestaande locatie Afsluitdijk
	Winterpeil IJsselmeer sturen op afvoer capaciteit	Het winterpeil aanpassen
Zuidwestelijke Delta - Oosterscheldekring	Huidige strategie Oosterscheldekering (OSK)	
	Lopend onderzoek naar de OSK	Als oprekmaatregel van de huidige OSK
	Meegroeien ZWD	Door invangen van sediment. Deze maatregel kost tijd! Tijdig mee beginnen om de ZSS bij te kunnen houden
	Oosterschelde afsluiten	De OSK vervangen door een gesloten variant wat leidt tot een gesloten Oosterschelde.
	Oosterschelde openstellen	Een blijvend open verbinding tussen de zee en de Oosterschelde
	OSK vervangen door een NBS open-afsluitbaar variant	
	OSK vervangen door een nieuwe open-afsluitbare variant	
	Sluitcriteria OSK aanpassen	Een oprekmaatregel door bij andere criteria te gaan sluiten en daardoor het aantal sluiten te beperken
	Sluitpeilen OSK aanpassen	Een oprekmaatregel door pas bij hogere peilen te gaan sluiten en daardoor het aantal sluiten te beperken
	Uitbreiden berging in de ZWD	
Rijn- Maasmonding - Maeslantkering	Aanleg Deltapolder	
	Maeslantkering vervangen door een NBS open-afsluitbare variant	
	Maeslantkering vervangen door een nieuwe open-afsluitbare variant	
	Nieuwe Waterweg afsluiten	De MLK vervangen door een gesloten variant wat leidt tot een afgesloten Nieuwe Waterweg
	Nieuwe Waterweg openstellen	Een blijvend open verbinding tussen de zee en de Nieuwe Waterweg
	Onderzoek combiwand	Als oprekmaatregel van de huidige MLK
	Onderzoek vakwerkarmen	Als oprekmaatregel van de huidige MLK
	Pompen bij de Europoort kering	Een oprekmaatregel
	Sluitpeil MLK verhogen	
	Verbeteren Europoort kering	Een oprekmaatregel
	Waterberging in Grevelingen	

C. Tijden – vergrote weergave

Tijdlijnen zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen

Doorlopende strategieën en maatregelen



Toelichting

- 1 Via Ruimte voor de Rivier wordt in 2026 een keuze gemaakt
- 2 Via Ruimte voor de Rivier wordt in 2029 een beleidsbeslissing verwacht
- 3 Verziltting via de zeesluizen
- 4 Landgebruik aanpassen, acceptatie verziltting, selectieve onttrekking (Ijmuiden), optimalisatie schutsluizen, verhogen CI gehalten, afsluiten spui sluisen, bellenschermen en doorspoelgebieden, RMM incidenteel afsluiten, verplaatsen innamepunten, permanente oostelijke aanvoer
- 5 Standaard dijkversterkingen kunnen worden gecombineerd met aanleggen buitendijkse voorlanden, vloedkommen, waterkerendere landschappen (NBS denkrichting)
- 6 Huidige aanpak voortzetten met grotere volumes of hogere frequentie. Mogelijk inclusief systeem suppleties.

Zeespiegelstijging

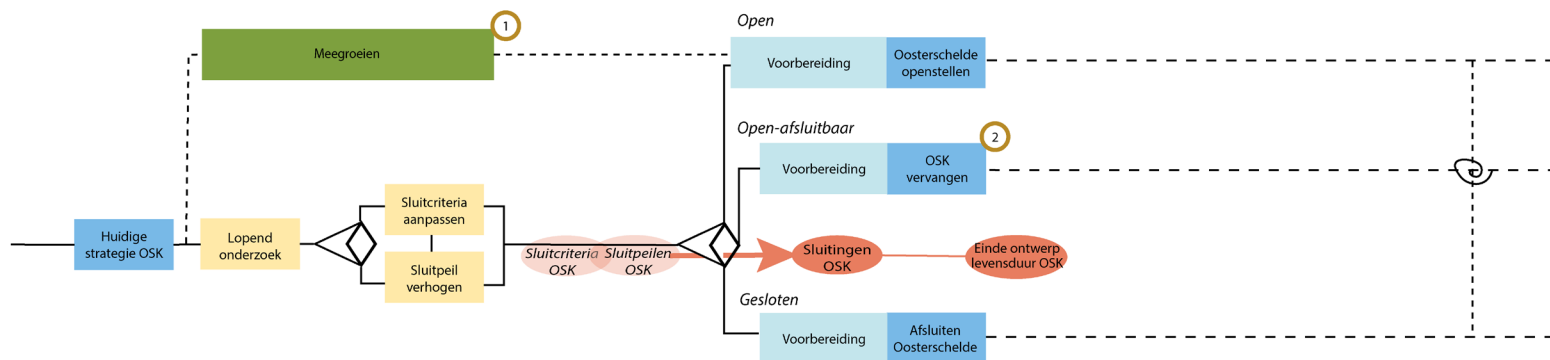
Oktober 2025 - Infram & Haskoning voor KP ZSS

Tijdslijnen zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen



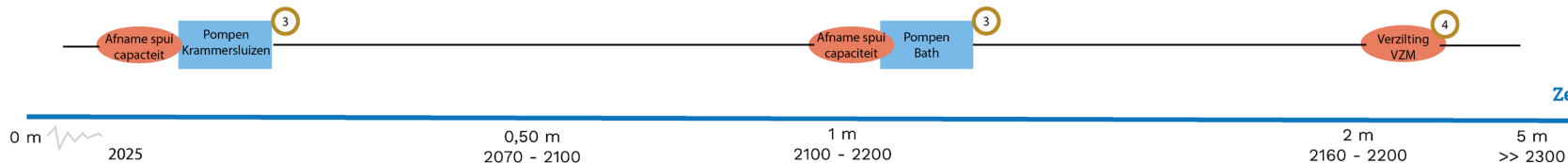
Oosterschelde - Waterveiligheid



Toelichting

- Meegroeien vereist voldoende dynamiek om sediment aan te voeren.
- OSK = Oosterscheldekering Vervangen kan mogelijk d.m.v. een NBS variant
- Het VZM is gelinkt met de Rijn-Maas Monding: hoogwater afvoer, afvoeren overtollige neerslag, vaker inzet voor waterberging.
- Uiteindelijk verzilting Hollands Diep en daardoor is het VZM niet meer zoet te houden.

Volkerak-Zoommeer - Waterbeheer



Zeespiegelstijging

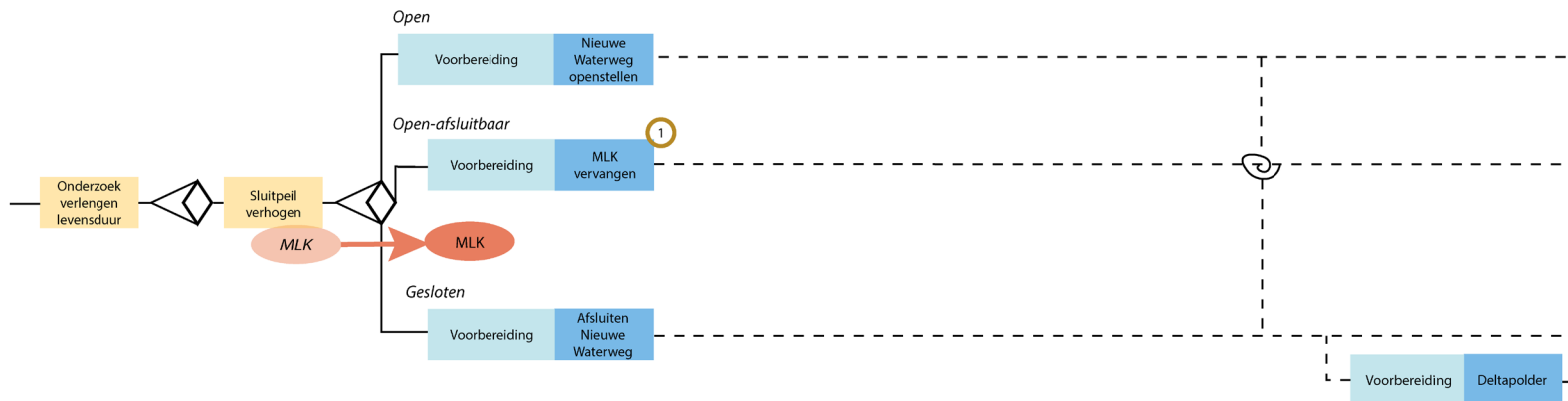
Oktober 2025 - Infram & Haskoning voor KP ZSS

Tijdelijnen zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen



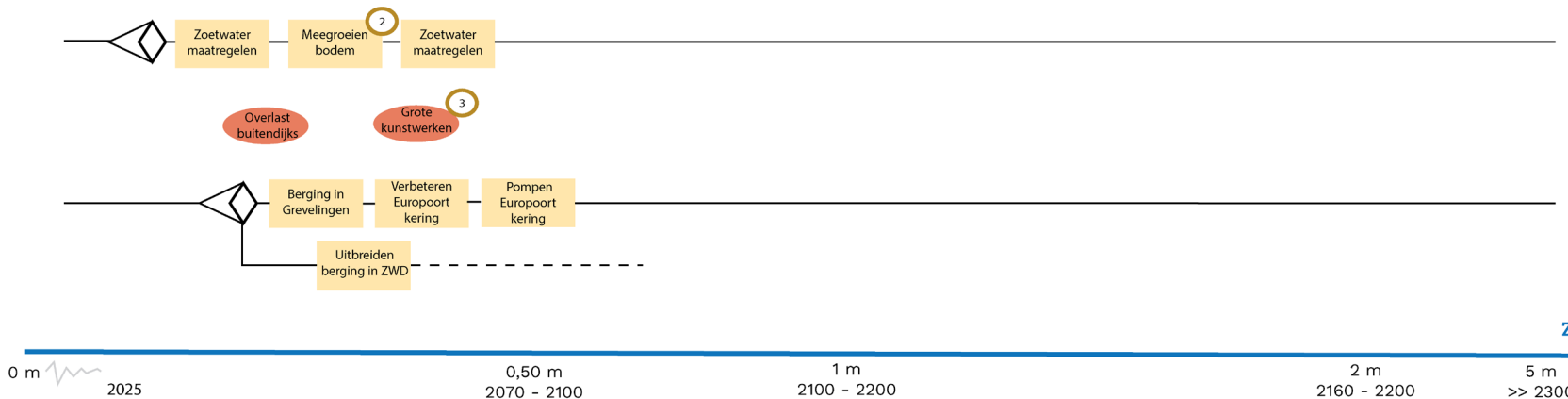
Maeslantkering - Waterveiligheid



Toelichting

- 1 MLK = Maeslantkering Vervangen kan mogelijk d.m.v. een NBS variant
- 2 Bodem Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas
- 3 Einde ontwerp levensduur grote kunstwerken: o.a. Haringvlietsluizen- en dam, Hollandsche IJsselkering

Rijn-Maasmonding - Waterbeheer



Zeespiegelstijging

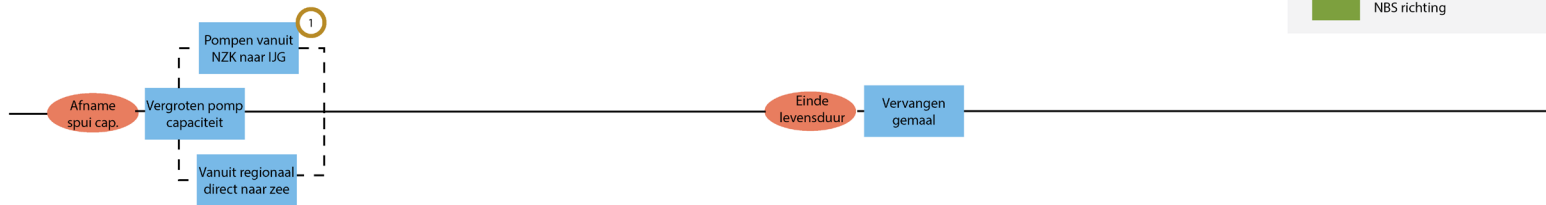


Oktober 2025 - Infram & Haskoning voor KP ZSS

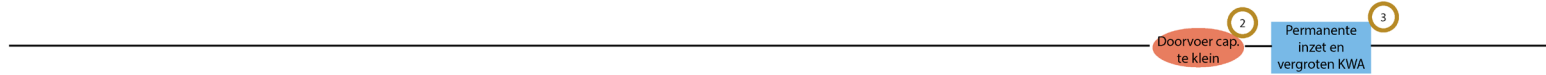
Tijdslijnen zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen

Gemaal IJmuiden



Irenesluizen en KWA - Water afvoer



Toelichting

- Extra pompen vanuit het Noordzeekanaal naar het Markermeer en IJsselmeer
- Doorvoer capaciteit van de Irenesluizen en KWA wordt te klein
- KWA = Klimaatbestendige Water Aanvoer., via de Waal richting ZWD

Zeespiegelstijging

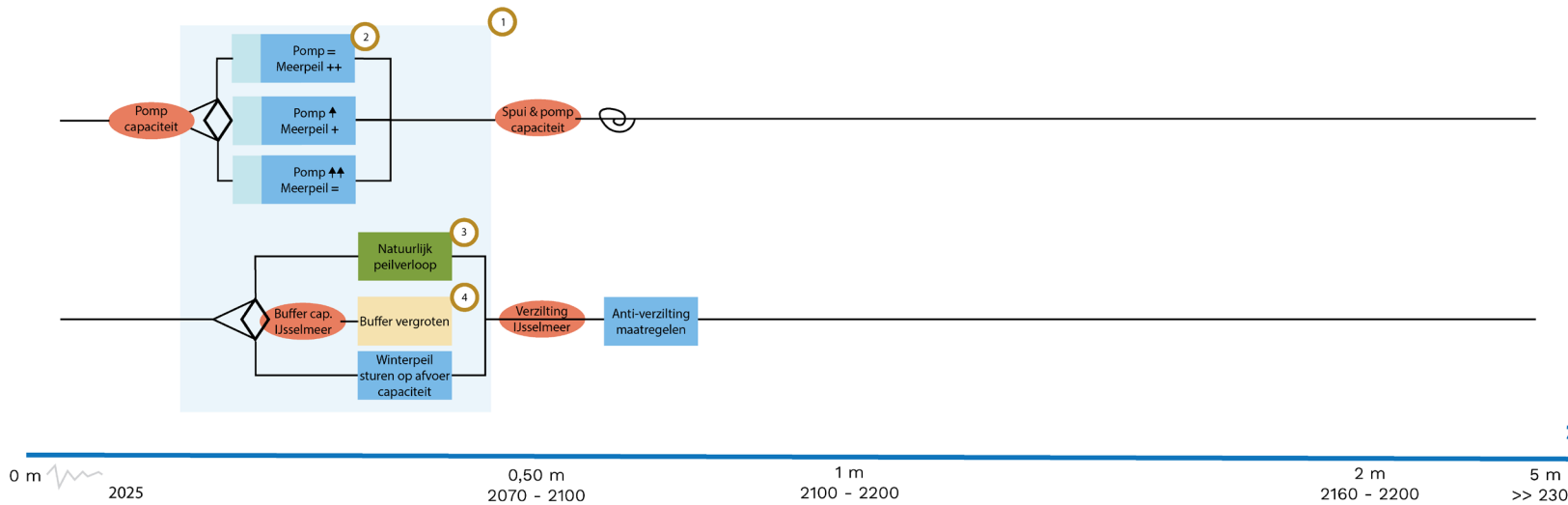


Oktober 2025 - Infram & Haskoning voor KP ZSS

Tijdelijne zeespiegelstijging

Beslismomenten, knelpunten, maatregelen

IJsselmeergebied



Toelichting

- 1 Er is samenhang tussen de maatregelen voor beide knelpunten.
- 2 De huidige pompcapaciteit kan (voorlopig) voldoen als het meerpeil wordt opgezet. Indien het meerpeil gelijk blijft is extra pomp capaciteit nodig. Een derde optie is een combinatie van beide.
- 3 Hoog in de winter en 1 m uitzakken in de zomer
- 4 Peilopzet IJsselmeer tijdens zomerpeil. Met buffer van 30 cm (van NAP -0,2 m naar NAP +0,1 m).

Zeespiegelstijging

Oktober 2025 - Infram & Haskoning voor KP ZSS



Laan 1914 no. 35
3818 EX Amersfoort
Tel: +31 88 348 20 00
Haskoning.com



Amersfoortseweg 9
3951 LA Maarn
Tel: +(0)343 – 745 600
www.infram.nl