Integrale waterveiligheid strategie Waddeneilanden

Terschelling

Opdrachtgever

Gemeentes Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland, Schiermonnikoog en Samenwerkingsverband Waddeneilanden

Integrale waterveiligheid strategie

Terschelling

Eindrapport

Auteurs
B. Kolen
C. Wegman
B. Strijker

PR4634.20
april 2024

Managementsamenvatting

De Waddeneilanden zijn uniek in Nederland. In geval van een (dreigende) overstroming kan de verbinding met het vasteland enige tijd wegvallen. De herstelperiode kan lang duren, zeker als er schaarste is aan middelen en er andere delen van Nederland ook zijn getroffen.
In het Deltaprogramma 2021 is opgenomen dat een integrale waterveiligheidsstrategie wordt opgesteld voor ieder Waddeneiland voor hoogwater en overstromingen op basis van de principes van meerlaagsveiligheid. De focus bij de uitwerking van de waterveiligheidsstrategie voor de Waddeneilanden ligt op de ruimtelijke inrichting, waarbij het huidige preventiebeleid uitgangspunt is. In geval van een overstroming zijn de eilanden enige tijd op zichzelf aangewezen, waarbij ook het vooraf verlaten van het eiland erg lastig is. Bij de normering van waterkeringen is er rekening mee gehouden dat niemand voorafgaand aan de dijkdoorbraak de eilanden kan verlaten (een evacuatiefractie van 0%). Met de ruimtelijke planvorming ligt de focus op de leefbaarheid, de vitale functies en het herstel na een overstroming. Een meer robuuste inrichting en het hebben van schuilmogelijkheden leidt tot minder afhankelijkheid van het vasteland en minder beroep op de crisisbeheersing in het geval van overstroming.

In het onderzoek zijn verschillende ambitieniveaus beschouwd voor het ruimtelijk beleid.
Het ruimtelijk beleid draagt bij aan snellere terugkeer naar een normale(re) situatie na een overstroming. Het ruimtelijk beleid heeft ook impact op de crisisbeheersing, hoe robuuster de inrichting op de Waddeneilanden hoe groter de leefbaarheid bij rampen en hoe kleiner de opgave bij hulpverlening. Drie mogelijke ambities zijn geformuleerd, uitgaande van de maximale waterdieptes die kunnen optreden bij extreme situaties.

- Ambitie 1: Schuilen en overleven;
- Ambitie 2: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur;
- Ambitie 3: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur ++.

Een nog ambitieuzere optie (nr. 4) om de impact aan alle bebouwing te voorkomen is theoretisch mogelijk maar bestempeld als onhaalbaar en is dan ook niet verder uitgewerkt.

Het ambitieniveau zelf is een keuze voor bestuurders die primair ligt bij de gemeente zelf. Om de impact van deze keuzes inzichtelijk te maken is in kaart gebracht wat de consequenties zijn voor de huidige objecten die nu op het eiland liggen. Hierbij is gekeken naar de schuilmogelijkheden op het eiland en de impact op verschillende objecten. Er zijn 3 zichtjaren uitgewerkt: de huidige situatie, 2050 en 2100. Hierbij is rekening gehouden met versterkingen van primaire water-keringen en de gevolgen van orde 1 meter zeespiegelstijging in 2100 (dat komt overeen met de tijdlijn extreem in kennisprogramma zeespiegelstijging). Ook is onderscheid gemaakt in de impact op binnendijkse en buitendijkse gebieden. Voor binnendijkse gebieden is gekeken naar de maximale waterdiepte bij verwachte en extreme overstromingen, ook is gekeken naar de waterdiepte in de eindsituatie, waarbij weer water onder vrij verval terug naar zee is gestroomd. Voor buitendijks gebied is gekeken naar de overstromingskaarten die zijn opgesteld voor terugkeertijden van 10 tot 10.000 jaar. Voor buitendijkse gebieden is ook gekeken naar de ontwikkeling van afslagprofielen bij extreme stormen, omdat deze ook groter kunnen worden door zeespiegelstijging.

Om het ambitieniveau te realiseren zijn maatregelen nodig. Het uitgangspunt is hierbij dat deze worden genomen op het moment van nieuwbouw of grotere vervangingsopgave bij deze objecten. Mogelijke ingrepen zijn de locatiekeuze, het ontwerp en de inrichting op een locatie en lokale beschermingsmaatregelen. Als deze ruimtelijke en lokale maatregelen niet voorzien, of zeer kostbaar zijn, kan ook worden gekeken naar meer beschermingsmaatregelen voor grotere gebieden (zowel binnendijks als buitendijks). Voor sommige objecten of processen kan het zinvol zijn om ook nu al maatregelen te nemen. Het gaat dan vooral om organisatorische maatregelen gericht op rampenplannen en snel herstel. Denk hierbij aan evacuatie van kwetsbare mensen, informatie over schuilplaatsen voor bewoners en toeristen, veiligstellen van het hulpverlenings-materiaal op het eiland (inclusief benodigd materiaal loonbedrijven). Er zijn in het onderzoek geen objecten geïdentificeerd waarvoor het risico nu al te hoog is en waarvoor nu al fysieke ruimtelijke maatregelen noodzakelijk zijn, echter dit oordeel is vooral een politiek maatschappelijke keuze en is niet aan de onderzoekers. Om deze maatregelen in de toekomst te kunnen nemen is wel ruimte nodig. De vraag is hoeveel ruimte reserveren wenselijk is, deze keuze voor het zichtjaar is hierbij van belang, ook omdat zeespiegelstijging hierna nog zal doorgaan, maar ook omdat het onzeker is hoe de toekomst en de maatschappij er over meer dan 100 jaar uitziet. Het reserveren van ruimte kan ook nodig zijn om natuurlijke oplossingen te stimuleren om bijvoorbeeld de duinen sneller mee te laten groeien.

In het onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

1. De impact van zeespiegelstijging is duidelijk anders voor het binnendijks en buitendijks gebied. Voor het binnendijkse gebied zorgen de waterkeringen voor een ondergrens in de kans van voorkomen van overstromingen. Voor het buitendijks gebied betekent zeespiegelstijging dat overstromingen vaker voorkomen, tenzij het gebied meegroeit met de zeespiegel of dat waterkerende elementen ook worden versterkt.
2. Er zijn voldoende mogelijkheden voor inwoners en toeristen om op het eiland te schuilen. Binnendijks is het aantal locaties wel beperkt, orde grootte een kwart van de woonobjecten en een derde van de toeristenobjecten hebben voldoende schuilmogelijkheden. Buitendijks zijn er echter veel schuilmogelijkheden. Van de ruim 4500 in kaart gebrachte objecten bij de meeste extreme situatie heeft buitendijks 90% van de objecten en binnendijks 30% van de objecten een droge begane grond of verdieping gedurende de overstroming. In deze schatting is er vanuit gegaan dat tijdens het seizoen dat er dijkdoorbraken mogelijk zijn er vrijwel geen mensen kamperen.
3. Voor vitale en kwetsbare objecten kunnen voorzieningen worden getroffen om de kwetsbaarheid te verkleinen zodat sneller herstel kan plaatsvinden. Als criterium is hierbij een extreme overstroming gekozen omdat het ruimtelijk beleid aanvullend is op de bescherming door waterkering, en om de leefbaarheid snel te herstellen, wetende dat het vaste land mogelijk ook is getroffen. Het aantal objecten (en stakeholders) waarop de 3 verschillende ambitieniveaus in kaart zijn gebracht neemt toe naarmate de ambitie hoger ligt. In Tabel 1 is het aantal kwetsbare objecten opgenomen per ambitieniveau.
4. Om de waterkeringen en buitendijks gebied op orde te houden is er wel ruimte nodig die groter wordt naarmate de zeespiegel stijgt.

TERSCHELLING	BINNENDIJKS			BUITENDIJKS		
	Aantal objecten	O.b.v. maximale waterstand (en na een overstroming)		Aantal objecten	O.b.v. maximale waterstand bij 1/10.000 gebeurtenis	
AMBITIE 1						
SECTOR		**Heden**	**2100**		**Heden**	**2100**
NIET ZELFREDZAMEN	28	28 (0)	28 (3)	13	13	13
AANLANDPUNT ENERGIE	2	2 (0)	2 (0)	0	0	0
HULPDIENSTEN EN ONDERSTEUNING	4	4 (0)	4 (3)	5	2	2
LEVENSMIDDELEN	4	4 (0)	4 (0)	2	2	2
AMBITIE 2						
WATERHUISHOUDING	47	39 (8)	40 (31)	8	7	7
DRINKWATER	0	0 (0)	0 (0)	3	0	1
ENERGIE	28	24 (0)	24 (6)	6	3	3
VEILIGHEID	0	0 (0)	0 (0)	0	0	0
ICT&TELECOM	3	2 (0)	2 (0)	2	0	0
AMBITIE 3						
LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	24	26 (0)	26 (8)	1	1	1
GEZONDHEID	8	8 (0)	8 (7)	9	4	4
INFRASTRUCTUUR	4	4 (0)	4 (4)	4	1	1

Tabel 1: Aantal objecten in huidige situatie en 2100 dat kwetsbaar is voor overstromingen in de huidige situatie en in 2100 bij een extreme overstroming. Voor primaire waterkeringen is onderscheid gemaakt in de maximale waterstand tijdens de overstroming en enkele dagen na de overstroming als het water vrij is kunnen afstromen. Voor buitendijks gebied is uitgegaan van het extreemste scenario wat het meest vergelijkbaar is met de binnendijkse situatie.

Op basis van deze conclusies zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

1. Over evacuatie en schuilen: Zorg dat bewoners en toeristen bekend (kunnen) zijn met mogelijke schuillocaties en wat van hen verwacht wordt om enkele dagen te overleven. Voor de uitwerking van dit handelingsperspectief is risico- en crisiscommunicatie het vertrekpunt. Aanbevolen wordt dat de veiligheidsregio hiervoor een strategie opstelt op basis van de uitwerking van rampenplannen (waarin ook de mogelijkheden om vooraf het eiland te verlaten nog worden gemaximaliseerd). Aanbevolen wordt ook om de eilandgemeentes en recreatiebedrijven bij de uitvoering te betrekken omdat deze daadwerkelijk het contact hebben met de inwoners en toeristen.
2. De eisen aan objecten bij nieuwbouw en vervangingsopgave: De gemeente wordt geadviseerd het ambitieniveau vast te stellen, waarbij het gaat om de kaders die gelden voor verschillende functies en objecten bij nieuwe ontwikkelingen en renovatie.
   Het vastgestelde ambitieniveau zal in omgevingsplannen moeten worden verankerd zodat er duidelijkheid is voor alle stakeholders.
3. Het verdient aanbeveling om de typering van vitale objecten eenduidig vast te stellen in omgevingsplannen van de gemeente en de lijst met deze objecten ook te beheren en onderhouden en hierover afspraken te maken met de veiligheidsregio en waterbeheerders.
4. Actuele risico's: De gemeente wordt geadviseerd om op basis van de opgedane inzichten te bepalen of er nu al objecten of netwerken acute aandacht vragen. In eerste instantie wordt geadviseerd hiervoor objectgerichte rampenplannen op te stellen, als deze het risico nog niet afdekken zijn mogelijke fysieke maatregelen noodzakelijk.

5. Ruimtelijke reserveringen: Conform de ambities binnen water en bodem sturend wordt geadviseerd om de reserveringszones rondom primaire waterkeringen te actualiseren, maar ook het ruimte reserveren voor het meegroeien van duinen en voorlanden vast te leggen en versterkingen van kades en keringen in buitendijks gebied.
6. Bescherming buitendijks gebied: Bepaal eisen en verantwoordelijkheden voor (onderhoud) van beschermingswerken in buitendijks gebied (bijvoorbeeld voor West Terschelling). Waar de beschermingswerken in buitendijks gebied niet onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat of het waterschap vallen ligt het in de rede dat de gemeente hiertoe, in samenwerking met deze overheden en de beheerders/eigenaren, de mogelijkheden onderzoekt.

Verder zijn de overige aandachtspunten opgesteld:

- De beschikbaarheid en kwaliteit van de buitendijkse overstromingsscenario's is een aandachtspunt. De huidige kaarten kunnen worden verbeterd door beter rekening te houden met ongereguleerde kerende elementen.
- Eenduidigheid over de definities van vitale en kwetsbare objecten is wenselijk. Er bestaat nu geen landelijke lijst over welke objecten als vitaal of kwetsbaar worden aangemerkt. Hierdoor kan het mogelijk zijn dat de indeling zoals nu gehanteerd op de eilanden afwijkt van andere regio's.
- Het toegankelijk maken en houden van de informatie voor beleidsmakers in de uitvoering is een aandachtspunt, dit vereist ook dat de basisdata (als het BAG) actueel is.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Aanpak en begeleiding van de werkzaamheden	2
1.4	Uitgangspunten	2
1.5	Afkortingen	3
1.6	Leeswijzer	3
2	Ambitieniveaus voor meerlaagsveiligheid	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Meerlaagsveiligheid strategie voor de Waddeneilanden	4
2.3	Ruimtelijk beleid gericht op gevolgverkleining	6
2.4	Ambitieniveaus ruimtelijk beleid voor (vitale en kwetsbare) objecten	6
2.5	Relatie met water en bodem sturend	14
2.6	Natuurlijke processen met impact op de ruimtevraag	18
2.7	Afwegingskader voor de te kiezen ambitie	22
3	Beschermd gebied door primaire waterkeringen	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Overstroombaar gebied	24
3.3	Eisen aan objecten bij verschillende ambitieniveaus - Terschelling	25
3.4	Ruimtebeslag voor versterken van waterkeringen	29
3.5	Maatregelen	30
4	Buitendijks gebied	32
4.1	Inleiding - Terschelling	32
4.2	Overstroombaar gebied	32
4.3	Eisen aan objecten bij verschillende ambitieniveaus	33
4.4	Afslagprofielen	36
4.5	Maatregelen	44
5	Synthese en aanbevelingen	47
5.1	Synthese	47
5.2	Conclusies en aanbevelingen	50
	Bijlagen	55
A	Meegroeien	57

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het Deltaprogramma 2021 is opgenomen dat een integrale waterveiligheidsstrategie wordt opgesteld voor ieder Waddeneiland voor hoogwater en overstromingen (kortweg waterveiligheid).

Deltaprogramma 2021
Voor ieder Waddeneiland wordt een integrale waterveiligheidsstrategie opgesteld. Hierbij wordt ook het lange termijn-kustbeheer betrokken. De integrale strategieën betreffen de waterveiligheid (primaire waterkeringen met zandsuppletie, dynamisch kustbeheer, kwelderontwikkeling, innovatieve dijkconcepten), een klimaat adaptieve en water robuuste ruimtelijke inrichting en crisisbeheersing. Ook is er aandacht voor 'slimme combinaties', de toename van de kans op een overstroming en de risico's voor infrastructuur in buitendijkse gebieden. Het streven is om voor 2025 de integrale strategie per eiland te hebben vastgesteld. Bij een versnelde zeespiegelstijging kunnen de risico's in de buitendijkse gebieden een knelpunt worden. Mogelijk zullen dan verdergaande maatregelen nodig zijn.

Het uiteindelijke doel zoals geformuleerd in het Deltaprogramma is om per Waddeneiland een integrale waterveiligheidsstrategie op te stellen. De aanleiding voor deze integrale waterveiligheidsstrategie volgt uit de normering van primaire waterkeringen waarbij is aangenomen dat niemand (zowel inwoners als toeristen) voorafgaand aan de overstroming het eiland kan verlaten[1]. Deze integrale waterveiligheidsstrategie heeft tot doel om de leefbaarheid en het herstel na een overstroming te vergroten en te bespoedigen, deze strategie wordt opgesteld voor hoogwater en overstromingen op basis van de principes van meerlaagsveiligheid. Om deze strategie op te kunnen stellen is eerst een pilot uitgevoerd voor een binnendijks (pilot Ameland) en buitendijks (pilot Vlieland) gebied.

1.2 Doelstelling

Het doel van studie is om voor Terschelling de ruimtelijke consequenties van verschillende ambitieniveaus voor een waterveiligheidsstrategie op de Waddeneilanden uit te werken.
Deze ambities zijn een aanvulling op de wettelijk bescherming door primaire waterkeringen en kustlijnzorg en kunnen een invulling zijn van de uitwerking enkele aspecten van water en bodem sturend. Op basis van deze inzichten in de consequenties kunnen dan keuzes worden gemaakt over het ambitieniveau waarna dat praktisch in beleid en regelgeving kan worden vertaald (deze keuzes en het uitwerken van beleid valt buiten de scope van dit onderzoek).

[1] In de modellering van de risico's is een evacuatiefractie van 0 aangenomen.

1.3 Aanpak en begeleiding van de werkzaamheden

De werkzaamheden zijn voor alle Waddeneilanden uitgevoerd in opdracht van de Gemeente Vlieland. De werkzaamheden zijn begeleid door een werkgroep met hierin alle eilandgemeenten, de Veiligheidsregio Fryslân en Noord-Holland Noord, het Samenwerkingsverband De Waddeneilanden, de provincie Fryslân en Noord-Holland en het Wetterskip Fryslân en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). De studie is gefinancierd door het Deltaprogramma Waddengebied. De verschillende objecten die in kaart zijn gebracht, de buitendijkse overstromingen en de concept rapportage zijn per eiland bilateraal besproken en vastgesteld.

De aanpak zoals toegepast in dit onderzoek is ontwikkeld en getest in een pilot voorafgaand aan deze studie. De studie is uitgevoerd in samenwerking met alle Waddeneilanden. Voor ieder Waddeneiland is een vergelijkbaar rapport geschreven.

Op basis van het inzicht in de consequenties van mogelijke ambitieniveaus kan een keuze worden gemaakt voor het ambitieniveau van de integrale waterveiligheidsstrategie en mogelijke maatregelen. De uitwerking in de studie biedt ook informatie die gebruikt kan worden voor toekomstige ruimtelijke vraagstukken bij de implementatie van het beleid.

1.4 Uitgangspunten

Bij de uitvoering van de studie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de informatie over objecten is uitgegaan van de Kernregistratie Objecten (KRO) en beschikbaar gesteld door de veiligheidsregio. De maandelijks geactualiseerde kaartlaag is een verzameling van objecten uit diverse landelijke registraties in één kaartbeeld. De kaartlaag bevat gegevens van registraties zoals BAG, BRT, WOZ, Handelsregister, RRGS en LRKP. Dit bestand is door de gemeente gecontroleerd, gecorrigeerd en aangevuld.
- Er is gekeken naar 3 zichtjaren, de huidige situatie, 2050 en 2100. Voor de eisen voor nieuwe objecten is het zichtjaar 2100 gebruikt als referentiesituatie gezien de levensduur van deze nieuwbouw.
- Er is uitgegaan van 1,21 m zeespiegelstijging in 2100. Dit komt overeen met W+ uit de KNMI 2014 klimaatscenario’s, dit scenario wordt ook vaak gebruikt voor het ontwerpen van waterkeringen. In 2023 zijn door het KNMI de nieuwe inzichten van de klimaatscenario’s gepresenteerd, deze nieuwe inzichten komen voor hetzelfde emissiescenario vrijwel overeen met die van 2014. Het scenario is ook vergelijkbaar met de tijdlijn extreem zoals kennisprogramma zeespiegelstijging deze hanteert. Deze scenario’s zijn de bovenkant van de gehanteerde hoekpunten maar houden geen rekening met mogelijke versnelling door smelten van de poolkap op Antarctica.
- Voor de terugkeertijden van extreme waterstanden op de Waddenzee en Noordzee is uitgegaan van Hydra-NL en Riskeer (voor de duinen).
- Voor de overstromingsscenario’s is uitgegaan van Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO). Deze database wordt door Rijkswaterstaat onderhouden en is gebaseerd op informatie over kansen en gevolgen van overstromingen aangeleverd door waterschappen en provincies. De zeespiegelstijging in 2050 en 2100 is vertaald naar een toeslag van de waterstanden op reeds overstroomde gebieden, gebieden die nieuw overstromen zijn hierdoor niet in kaart gebracht maar vermoedelijk beperkt in omvang.
- Wanneer een object als getroffen moet worden aangemerkt, is lastig te definiëren. Uiteindelijk gaat het erom dat het object zijn functie niet verder kan uitoefenen (verlies van functie) als gevolg van water dat in/tegen het object staat. De waterdiepte waarbij een

object zijn functie verliest kan enorm variëren. In deze studie beschouwen we een object als getroffenen wanneer er meer dan 20cm water staat op de plek van het object. Hiermee wordt dus rekening gehouden met een iets hoger vloerpeil van veel gebouwen, aanwezigheid van drempels en dat veel kritieke infrastructuur vaak op pootjes staan (bijv. vanwege bluswater).

- Er zijn verschillende ambitieniveaus bepaald op basis van de vitale sectoren die door het Deltaprogramma worden onderscheiden (zie https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/).

1.5 Afkortingen

BAG	Basisregistratie Adressen en Gebouwen
BRT	Basisregistratie Topografie
EU-ROR	De Europese Richtlijn Overstromingsrisico's
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KRO	Kernregistratie Objecten
LIR	Lokaal Individueel Risico
LIWO	Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen
LRKP	Landelijk Register Kinderopvang en Peuterspeelzalen
MKBA	Maatschappelijke Kosten-BatenAnalyse
RRGS	Register Risicosituaties Gevaarlijke Stoffen
WOZ	Waardering Onroerende Zaken

1.6 Leeswijzer

De aanleiding voor de studie is beschreven in hoofdstuk 1. In hoofdstuk 2 is beschreven wat we onder de strategie van meerlaagsveiligheid voor de Waddeneilanden verstaan, en hoe vervolgens verschillende ambitieniveaus zijn geformuleerd. De toepassing voor het binnendijks gebied is beschreven in hoofdstuk 3, de toepassing voor het buitendijks gebied in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 bevat de synthese en de aanbeveling voor een vervolg.

Er is een apart Excel bestand met informatie over de beschouwde objecten, en wat maatgevende waterstanden zijn. Dit Excel bestand is apart beschikbaar bij alle eilanden, ook kan de informatie online worden ontsloten via een digitale viewer.

2 Ambitieniveaus voor meerlaagsveiligheid

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de meerlaagsveiligheid benadering geschetst, en hoe deze kan worden ingevuld voor de waterveiligheidsstrategie. De focus ligt hierbij op de ruimtelijke ontwikkeling en de leefbaarheid na een overstroming. De impact (en benodigde inspanning) op het ruimtelijk beleid is afhankelijk van de gestelde ambities. In dit hoofdstuk zijn de mogelijke ambitieniveaus geschetst die samen met de werkgroep zijn uitgewerkt.

2.2 Meerlaagsveiligheid strategie voor de Waddeneilanden

Het Nederlandse overstromingsbeleid is gebaseerd op de risicobenadering. Er zijn verschillende typen maatregelen mogelijk om de kans op een overstroming of de gevolgen van een overstroming te verkleinen. Het geheel wordt ook wel aangeduid met de term meerlaagsveiligheid, waarbij drie lagen worden onderscheiden:

1. Preventie: Deze laag bestaat eruit dat de primaire waterkeringen op sterkte worden gebracht en gehouden zodat ze voldoen aan de eisen aan de Waterwet[2]. Het onderhoud aan waterkeringen en de uitvoering van zandsuppleties worden door het waterschap en Rijkswaterstaat uitgevoerd.
2. Ruimtelijke inrichting: Dit betreft alle ruimtelijke ontwikkelingen, zowel binnen- als buitendijks. Door in het ruimtelijk beleid rekening te houden met het overstromingsrisico kan de kwetsbaarheid van Terschelling worden verkleind. Het gaat hierbij om de locatiekeuze van nieuwe ontwikkelingen (of verplaatsingen van objecten), en het ontwerp en de inrichting. Naast de gemeenten spelen ook andere publieke en private partijen als object- of landeigenaar spelen hierbij een rol omdat die verantwoordelijk zijn voor hun eigen objecten (of assets) of een rol hebben in ruimtelijk beleid. De bij de ruimtelijke ontwikkelingen horen ook reserveringszones. Deze zones zijn erop gericht op ruimte vrij te houden van ontwikkelingen om toekomstige knelpunten voor dijkversterkingen te voorkomen of verkleinen.
3. Crisisbeheersing: Dit betreft het zoveel mogelijk voorkomen van schade en slachtoffers in geval van een dreiging. De crisisbeheersing richt zich op het opvangen van de mensen (inwoners en toeristen) op de Waddeneilanden zelf (0% evacuatiefractie). Dit betreft met name de veiligheidsregio, waarin ook weer de lokale overheden betrokken zijn. Het is natuurlijk mogelijk dat vooraf nog mensen het eiland verlaten, hier is echter niet vanuit gegaan.

In 2017 zijn de nieuwe normen voor waterkeringen vastgesteld.

[2] Per 1 januari 2024 de Omgevingswet; zie https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/

Deze normen zijn gebaseerd op twee principes waarbij voor de Waddeneilanden verondersteld is dat niemand kan evacueren naar het vasteland voorafgaand aan de overstroming:

1. Iedereen moet kunnen rekenen op dezelfde minimale bescherming: het basisbeschermingsniveau, uitgedrukt in Lokaal Individueel Risico (LIR).
2. Waar de gevolgen van een overstroming zeer groot zijn, is een kleinere overstromingskans passend, op basis van het groepsrisico en een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA).

Deze normen staan in deze uitwerking van de meerlaagsveiligheid niet ter discussie. Waterkeringen worden versterkt indien nodig zodat deze aan de eisen blijven voldoen. Hetzelfde geldt voor de kustlijnzorg. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor de kustlijnzorg en het onderhouden van de kustlijn. Als gevolg hiervan kan het nodig zijn om suppleties uit te voeren. Het buitendijks gebied wordt niet beschermd door primaire waterkeringen. Wel zijn er soms waterkeringen aangelegd waarbij onduidelijk is wie verantwoordelijk is voor deze versterkingen. Hier nemen de risico's toe in het buitendijks gebied door zeespiegelstijging. Zeespiegelstijging heeft ook effect op de voorlanden vanwege sedimentatie.

Het ruimtelijk beleid (nieuwbouw, herstructurering) heeft tot doel om de impact van een overstroming te verkleinen, en de zelfredzaamheid te vergroten. Omdat ervanuit wordt gegaan dat niemand de eilanden voorafgaand of direct na een overstroming kan verlaten staat de leefbaarheid centraal. Het gaat hierbij niet om het te allen tijde continueren van het leven zoals we dat nu kennen. Het gaat er wel om dat mensen op het eiland tijdens en direct na een overstroming voor zichzelf kunnen zorgen en kunnen overleven. Na verloop van tijd is het natuurlijk wel weer mogelijk om de eilanden te verlaten maar zal het water ook weer wat gezakt zijn als de stormopzet is afgenomen. Het gaat er ook om, dat het herstel naar een normale situatie wordt bespoedigd. Het waterbewustzijn (en kennis van het handelingsperspectief) is van belang voor de crisisbeheersing. Het waterbewustzijn kan worden beïnvloed door campagnes en communicatie, het waterbewustzijn kan ook worden versterkt door in de ruimtelijke omgeving duidelijk de relatie met water aan te geven. Het waterbewustzijn is dan een inherent onderdeel van laag 2 en laag 3.
De crisisbeheersing is erop gericht om de gevolgen of impact te verkleinen als het misgaat.
Het ruimtelijk beleid kan er ook op gericht zijn om ruimte te behouden (of creëren) voor toekomstige ingrepen in het watersysteem. Denk hierbij aan ruimte voor waterkeringen omdat zeespiegelstijging ook na de gekozen zichtjaren doorgaat. Door ruimte vrij te houden kan het amoveren van toekomstige bebouwing worden voorkomen, of kan zo gebouwd worden dat het makkelijk aanpasbaar of verplaatsbaar is.

De lagen van meerlaagsveiligheid hebben een relatie. Als de preventie beter is komen overstromingen minder vaak voor en zou de noodzaak om maatregelen te nemen in laag 2 en wellicht 3 kleiner worden. De kans op een overstroming staat echter niet ter discussie al is dat wettelijk en theoretisch mogelijk. Ook laag 2 en laag 3 hebben onderlinge afhankelijkheid. Huidige kwetsbaarheden voor vitale en kwetsbare infrastructuur, en de bestaande ruimtelijke inrichting, zijn bepalend voor het handelingsperspectief en de leefbaarheid tijdens of in de herstelfase na een hoogwater of overstroming. Door het in de toekomst verkleinen van deze kwetsbaarheden door middel van ruimtelijk beleid neemt het handelingsperspectief toe en zal sneller de leefbaarheid weer zijn verbeterd. Daarentegen zal het altijd zo zijn dat er een risico is omdat een kans van nul niet reëel is en er altijd gevolgen zijn.

2.3 Ruimtelijk beleid gericht op gevolgverkleining

De meerlaagsveiligheid strategie voor de Waddeneilanden richt zich op de ruimtelijke omgeving (laag 2), en indirect op crisisbeheersing (laag 3). Door de ruimtelijke omgeving minder kwetsbaar te maken neemt het beroep op de crisisbeheersing af, en neemt het herstelvermogen op de eilanden toe. De vraag is echter wat de ambities zijn met het ruimtelijke beleid, met andere woorden op hoeveel objecten en gebieden is dit van toepassing? Kosten en gevolgreductie moeten hier tegen elkaar worden afgewogen. In deze paragraaf zijn 4 mogelijke ambities beschreven ten aanzien van ruimtelijk beleid voor objecten. Vervolgens is ook ingegaan op de ruimtelijke impact van (en voor) natuurlijke processen. Omdat de buitendijkse gebieden onderdeel zijn van de identiteit van de Waddeneilanden is naast de bescherming van vitale objecten en andere gebouwen ook van belang zicht te hebben op hoe deze buitendijkse gebieden zich ontwikkelen en wat de impact is op de bescherming van de vitale objecten.

2.4 Ambitieniveaus ruimtelijk beleid voor (vitale en kwetsbare) objecten

2.4.1 Inleiding

Binnen het Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie zijn de vitale en kwetsbare functies gedefinieerd[3], het gaat hierbij om de volgende functies:

- Energie: elektriciteit, aardgas, olie
- Telecom/ICT: basisvoorzieningen voor communicatie t.b.v. respons bij een overstroming, publiek netwerk
- Waterketen: drinkwater; afvalwater
- Gezondheid
- Keren en beheren oppervlaktewater: gemalen
- Transport: hoofdinfrastructuur
- Chemisch en Nucleair: chemie; nucleair; Infectueuze stoffen/ Genetisch gemodificeerde organismen.

Deze functies zijn niet concreet ingevuld met een lijst van objecten die hieronder vallen. Bijvoorbeeld voor elektriciteit kan het voor de Waddeneilanden gaan om de stations voor aansluiting op het landelijke net, maar ook om onderstations voor aansluiting van individuele woningen op het net. Functies als wonen, werken, recreatie en natuur zijn ook niet benoemd, maar hier zouden vanuit ruimtelijke adaptatie wel eisen aan gesteld kunnen worden. Deze vallen echter buiten de scope omdat deze ambitie niet realistisch wordt geacht. In Tabel 2 is het aantal objecten op het eiland opgenomen per sector.

In deze studie is uitgegaan van de kernregistratie objecten (KRO) zoals deze beschikbaar is bij de veiligheidsregio's. Deze dataset is een verzameling van objecten uit diverse landelijke registraties zoals BAG, BRT, WOZ, Handelsregister, RRGS en LRKP. Dit bestand aan objecten is tijdens de pilots nog aangevuld met objecten op basis van een beheerdersoordeel. Hiermee is er een complete dataset die de basis is voor de uitwerking van het ruimtelijk beleid. Deze dataset is vervolgens gekoppeld aan de ruimtelijke ambities.

[3] https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/vitale-kwetsbare-functies/

SECTOR	AANTAL OBJECTEN OP TERSCHELLING
GEBOUWDE OMGEVING EN RUIMTELIJKE ORDENING	2982
RECREATIE EN TOERISME	1552
NIET ZELFREDZAMEN	41
AANLANDPUNT ENERGIE	2
HULPDIENSTEN EN ONDERSTEUNING	9
LEVENSMIDDELEN	6
WATERHUISHOUDING	55
DRINKWATER	3
ENERGIE	34
VEILIGHEID	0
ICT&TELECOM	5
LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	27
GEZONDHEID	17
INFRASTRUCTUUR	8

Tabel 2 Aantal objecten per sector op Terschelling.

2.4.2 Verschillende ambitieniveaus en scenario's

Er is onderscheid gemaakt in 4 niveaus van de ruimtelijke ambities waarbij de leefbaarheid op de Waddeneilanden centraal staat. We gaan er hierbij vanuit dat bewoners en toeristen voorafgaand, tijdens en direct na een overstroming de Waddeneilanden niet kunnen verlaten en op de eilanden moeten overleven. Na verloop van tijd kunnen mogelijk wel mensen het eiland verlaten indien men dat wil. Belangrijk is om hierbij te beseffen dat de voorbereidingstijd bij een dijkdoorbraak wellicht kort kan zijn, maar dat deze nooit geheel onverwacht zal zijn. Bij een dijkdoorbraak zal altijd sprake zijn van een zeer zware storm waarbij op de eilanden zelf de impact al voelbaar zal zijn (bijv. door tijdelijk stopzetten van de veerverbinding). Hierdoor is het ook mogelijk op de eilanden al voorbereidingsmaatregelen te nemen.

De ambities richten zich alle op nieuwbouw en grootschalige renovatie van de (vitale en kwetsbare) objecten die vallen onder de scope van het ambitieniveau. Het is dus niet het doel om bestaande bouw aan te passen, maar pas ingrepen te plegen als er vanuit andere doelstellingen ingrepen worden gepleegd. In sommige gevallen kan het noodzakelijk zijn om al eerder maatregelen te nemen als de risico's sterk toenemen of als risico's nu al ontoelaatbaar worden geacht. De drie niveaus van ambities die we in deze studie uitwerken zijn opgenomen in Figuur 1 en Tabel 3Tabel 3, bij ambitie 1 is de benodigde inspanning het kleinst, bij ambitie 3 het grootst.

Figuur 1 Conceptueel overzicht van hoe verschillende ambitieniveaus aanvullend zijn op elkaar.

AMBITIE	BLOOTSTELLING TIJDENS STORM EN DE EERSTE TWEE WEKEN	HERSTEL IN DE PERIODE HIERNA
1: SCHUILEN EN OVERLEVEN	Enkel gericht op schuilen en overleven tijdens de overstroming en voornamelijk in de eerste weken hierna.	Tijdelijk zelfredzaam, grote afhankelijkheid van het vasteland
2: SCHUILEN, OVERLEVEN EN BASIS VOOR HERSTEL VITALE INFRASTRUCTUUR	Schuilen, overleven, vitaal beschermen	Tijdelijk zelfredzaam, deels afhankelijk van het vasteland. Herstel kan lokaal al beginnen omdat de belangrijkste vitale functies zijn beschermd
3: SCHUILEN, OVERLEVEN EN BASIS VOOR HERSTEL VITALE INFRASTRUCTUUR ++	Schuilen, overleven, vitaal beschermen++	Tijdelijk zelfredzaam, gerichte afhankelijkheid vasteland. Herstel alle objecten kan lokaal al beginnen.
4: VOORKOMEN IMPACT AAN ALLE BEBOUWING	Schuilen, overleven, alle vitale en kwetsbare objecten en woningen plus bedrijven beschermen zodat het leven kan doorgaan.	Geen impact

Tabel 3: Ambities voor ruimtelijk beleid voor objecten

Voor de impact van de overstroming maken we onderscheid in de volgende scenario's:

1. De maximale waterdiepte die kan optreden bij een overstroming. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen doorbraken bij hogere belastingen dan waarop de waterkeringen zijn ontworpen en extreme condities.

   Er bestaan geen kaders voor wat onder klimaatrobuust wordt verstaan. In deze studie is gekozen voor extreme situaties van 1/100.000pj (ongeveer 100x extremer dan de norm van de waterkering) als uitgangspunt voor laag 2.

Hiervoor is gekozen omdat de eisen in laag 2 sowieso aanvullend moeten zijn op de overstromingen die kunnen optreden bij de toegestane kans op falen. Het ontwerpen van laag 2 op de situatie bij de norm biedt weinig additionele veiligheid omdat het maar de vraag is of de eerste toekomstige overstromingen exact aan deze condities voldoen gezien de onzekerheid in de natuur. Een extra argument voor het extreme scenario is dat de afhankelijkheid van het vasteland kleiner is als dat ook getroffen is.

Voor objecten die buitendijks zijn gelegen, en waarbij de functie ook van belang is voor binnendijks gebied, wordt gekeken naar een blootstelling bij dezelfde terugkeertijd (100.000 jaar). Immers de objecten die buitendijks liggen hebben vaak ook een functie binnendijks.

2. De waterdiepte na de overstroming in geval van de vloedperiode bij regulier getijde. Hierbij is er water over maaiveld weer terug naar zee gestroomd, maar door eb en vloed is er wel enige fluctuatie van de waterstand in het gebied. Overstromingen kunnen optreden totdat de waterkeringen zijn hersteld en het water is weggepompt of weggestroomd.

Daarnaast speelt ook de kans van voorkomen een rol. Voor door primaire waterkeringen beschermde binnendijkse gebieden zal de waterkering worden versterkt indien nodig.
Voor buitendijkse gebieden is er geen garantie dat het huidige beschermingsniveau in stand wordt gehouden, deze kunnen dus vaker overstromen mits het duin en buitendijks gebied niet meegroeit. Soms liggen er keringen, duinen of hoge lijnelementen, die nu ook bescherming bieden voor achterliggende objecten. Het onderhoud van deze keringen is niet geborgd, er bestaan geen kaders en zowel Rijkwaterstaat als het waterschap hebben hierin geen rol.
Voor de objecten in buitendijkse gebieden nemen we in deze studie aan dat gelijke eisen gesteld als aan de objecten binnendijks. Het kan een bestuurlijke keuze zijn om een lager beschermingsniveau te kiezen. Er zijn geen vastgestelde beschermingsniveaus buitendijks waar al eerder een keuze voor is gemaakt. Je kunt er voor kiezen te accepteren dat het huidige feitelijke beschermingsniveau daalt door zeespiegelstijging, of om dat niveau op peil te houden door de bestaande bescherming te versterken.

2.4.3 Ambitie 1: Schuilen en overleven.

Van belang is dat er voldoende droge en veilige plekken (verdiepingen) op de eilanden zijn zodat de bewoners kunnen schuilen en overleven. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in:

- Bewoners. Bewoners kunnen evacueren naar een droge locatie buiten het overstroomd gebied, of een droge verdieping binnen bestaande bouw. Als vuistregel hanteren we dat 1 gezin in een woning 2 andere gezinnen zou moeten kunnen opvangen (tijdelijk).
  Dat betekent dat 1/3 deel van de woningen dan een droge verdieping zou moeten hebben.
  Als niet kan worden voldaan aan de eis van 1/3 deel van de woningen in een kern dan kan een publieke shelter een alternatief zijn, hierbij moet dan minimaal 4 m^2 per persoon aanwezig zijn (zie PVE eisen aan een shelter[4]).

[4] https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2019/09/01/programma-van-eisen-schuillocaties-bij-ernstige-wateroverlast-en-overstromingen/eindrapport+PVE+Schuillocaties+inc+Programma+van+eisen.pdf

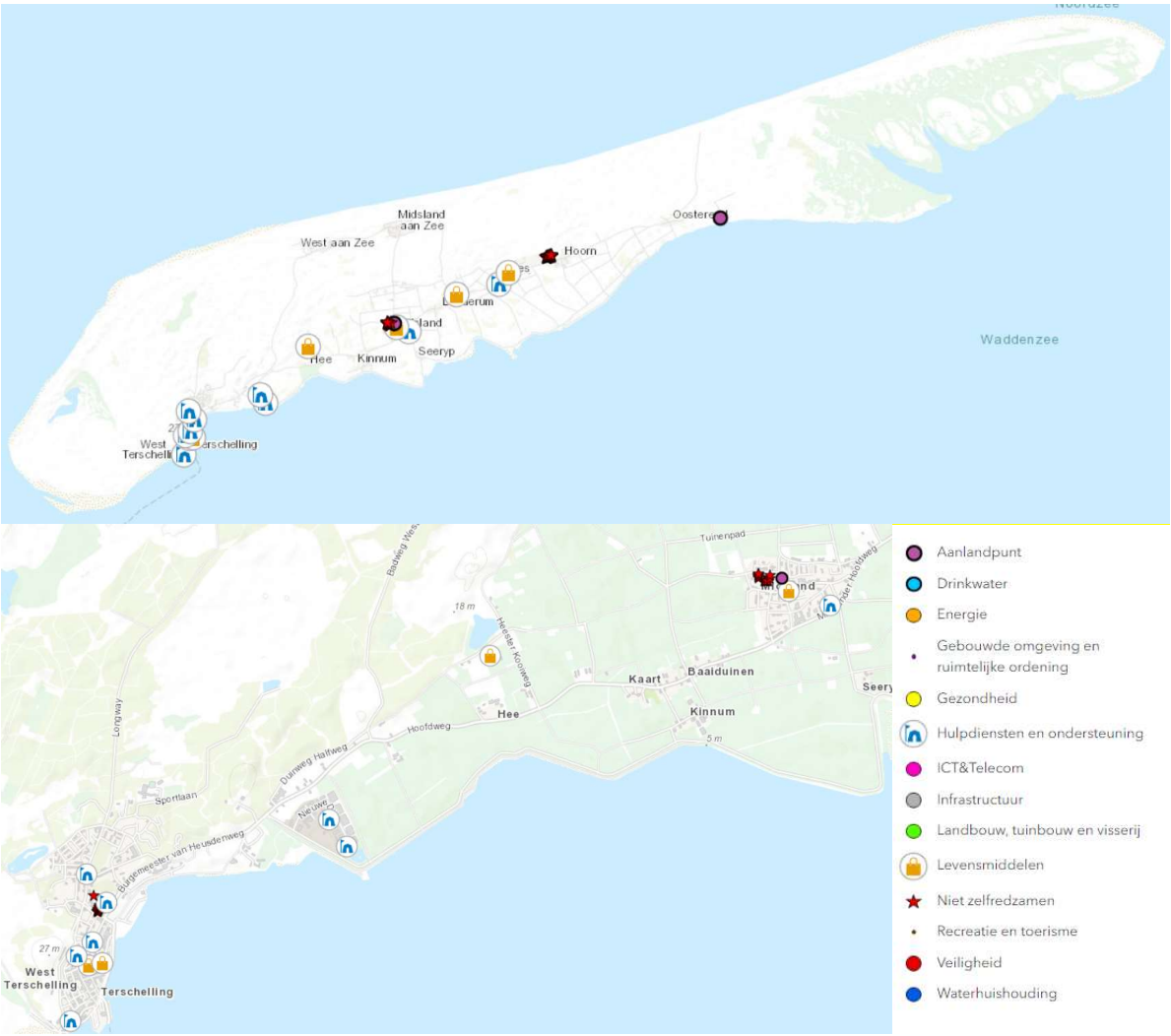
- Niet zelfredzame mensen die zelfstandig wonen. Gezien de cultuur op de Waddeneilanden wordt verondersteld dat deze mensen worden opgevangen in het sociaal netwerk van de (zelfredzame) bewoners en worden dus ook onder de zelfredzame beschouwd (evenals kinderen).
- Niet zelfredzame mensen die in een instelling wonen. Voor deze instelling wordt verondersteld dat hiervoor een evacuatieplan naar een andere plaats op het eiland beschikbaar is. Bij de uitwerking van evacuatie wordt deze groep apart beschouwd.
- Toeristen. De vraag is hoeveel toeristen op de eilanden aanwezig zijn, ook deze toeristen zullen ergens een schuilplaats nodig hebben. We gaan ervan uit dat een overstroming in de storm periode zal plaatsvinden en niet in de zomer of het voorjaar. Dat betekent dat toeristen alleen verblijven in gebouwen. Daarnaast is de verwachting dat bij (verwacht) extreem weer mensen ook zullen annuleren of vertrekken vanwege de slechte weersverwachting. Desondanks wordt als uitgangspunt gehanteerd dat alle toeristen aanwezig zijn en ergens schuilen.

Om de overlevingskansen verder te vergroten is als onderdeel van deze ambitie ook voorzien dat:

1. Objecten met levensmiddelen in kaart zijn gebracht, en er een plan is om de levensmiddelen naar een plek te brengen zodat deze beschikbaar zijn in de 2 weken na de overstromingen.
2. Hulpverleningsmiddelen (politie, defensie, brandweer, ambulances/GHOR, KNRM en etc.) voorafgaand aan de overstroming op een droge en beschermde plaats worden gestald middels een voorbereid plan. Ook gemeentewerven en loodsen zijn opgenomen in dit overzicht omdat hier materiaal en middelen liggen die ingezet kunnen worden voor hulpverlening.
3. Er beschermingsmaatregelen worden genomen om de continuïteit van crisiscentra en de aansluitpunten van de energievoorzieningen te waarborgen of snel te herstellen.

Er zijn geen voorzieningen voor aanlegplaatsen met boten of helikopters. De veronderstelling is dat dit ad hoc wordt geregeld. Verder wordt geaccepteerd dat de (vitale) functies uitvallen.

In Figuur 2 zijn de verschillende objecten, die bij ambitieniveau 1 horen, aangegeven.

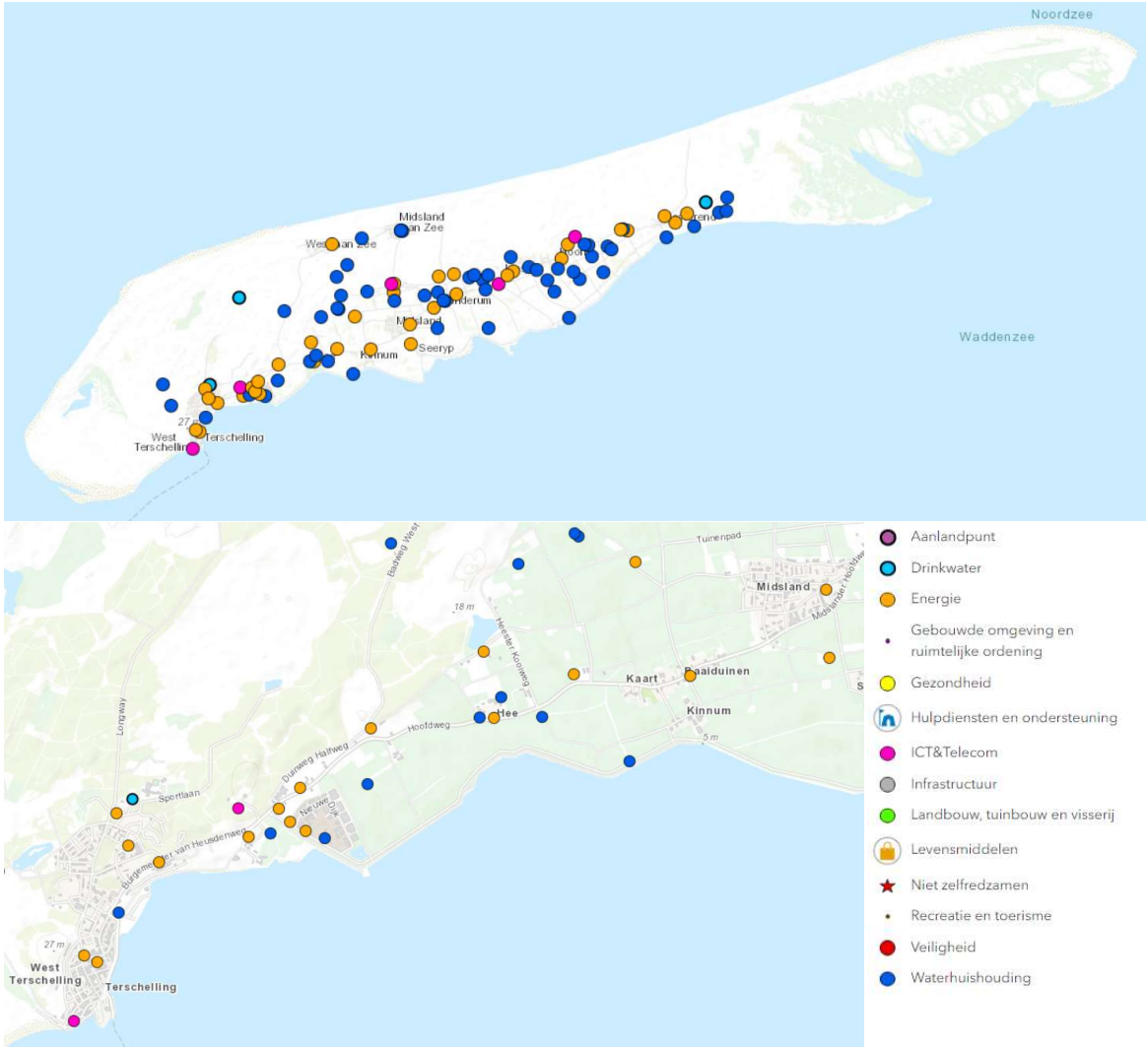


Figuur 2 Locaties voor hulpverlening en ondersteuning, niet zelfredzamen, levensmiddelen en energie aanlandpunt die horen bij ambitie 1 op het hele eiland en ingezoomd op Mitsland en West-Terschelling.

2.4.4 Ambitie 2: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur

De ambitie is hierbij hoger dan in de vorige variant, het doel is dat alle vitale infrastructuur beschermd blijft zodat het eiland sneller kan herstellen. Het gaat hierbij niet om de continuïteit die moet worden behouden maar om een snellere opstart waarbij men minder afhankelijk is van het vasteland. Het gaat om:

- Continueren van functioneren hoofdinfrastructuur nutsvoorzieningen (drinkwater, waterhuishouding met stuwen en (riool)gemalen, gas, elektra en ICT). Het lokale netwerk kan wel uitvallen, maar bij het herstel kan men echter wel direct gebruik maken van de hoofdinfrastructuur.
- Aanlegplaatsen voor schepen zijn beschikbaar voor hulp van het vasteland inclusief ontsluiting via doorgaande wegen over het eiland. Voor helikopters worden geen voorzieningen gemaakt, deze kunnen in de praktijk al op meerdere plaatsen landen.
- Materiaal en materieel voor herstelwerkzaamheden en noodvoorzieningen worden veiliggesteld voor de overstroming (aannemers, gemeentewerf etc.). Indien nodig wordt een evacuatieplan opgesteld, voor buitendijkse gebieden bestaan deze soms al.



Figuur 3 Locaties die horen bij ambitie 2 (waterhuishouding, drinkwater, energie, veiligheid en ICT & Telecom) op het hele eiland en ingezoomd op Mitsland en West-Terschelling.

2.4.5 Ambitie 3: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur ++

Deze ambitie is weer ambitieuzer dan ambitie 2 door ook te kijken naar alle objecten binnen de genoemde sectoren behalve de objecten die horen bij recreatie, toerisme, woningen en andere bedrijven. Alle functies moeten dan gecontinueerd worden, voordat mensen terugkeren naar de woning (als deze watervrij is) zal de afvalwaterketen en elektriciteit weer moeten werken. Scholen en zorg moeten kunnen doorgaan, winkels, etc. In de onderstaande figuur zijn de objecten ingetekend, de infrastructuur is beschreven in hoofdstuk 3.

Figuur 4 Locaties die horen bij ambitie 3 (Land- en Tuinbouw en Visserij, Gezondheid, Infrastructuur).

2.4.6 Ambitie 4: Voorkomen impact aan alle bebouwing

Ambitie 4 is als niet realistisch beschouwd en daarom ook niet verder uitgewerkt. Dit ambitieniveau zou betekenen dat alle woningen en bedrijven, inclusief de kernen van de eilanden, een totaal ander karakter krijgen. Deze ambitie is niet realistisch gezien de opgave die het met zich meebrengt, dat de oplossing ook niet past op de identiteit van de Waddeneilanden en dat de waterkeringen al de basisveiligheid verzorgen.

2.4.7 Maatregelen

Om de objecten te beschermen (en de continuïteit van de functie te borgen) tegen overstromingen zijn maatregelen noodzakelijk, hierbij kan onderscheid worden gemaakt in de korte en lange termijn. In Tabel 4 is een overzicht opgenomen. In principe is het uitgangspunt dat deze maatregelen worden genomen in geval van groot onderhoud of nieuwbouw. Bij bestaande bouw wordt het risico in eerste instantie geaccepteerd, tenzij alsnog besloten is dat het onacceptabel is. Voor buitendijkse gebieden kan dat bijvoorbeeld mogelijk zijn als de zeespiegelstijging te snel gaat waarbij andere maatregelen niet voldoen. Op de korte termijn kunnen ook rampenplannen en continuïteitsplannen (gericht op continueren van een dienst bij uitval van een object) worden gemaakt, die ook in de toekomst nodig blijven.

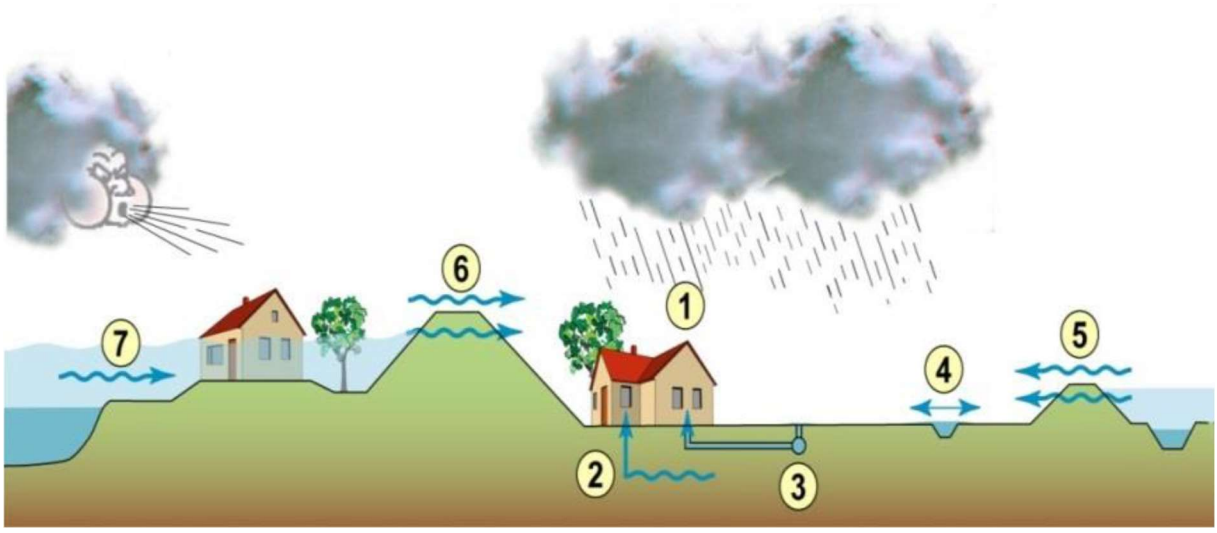
Het uitgangspunt is dat de preventie (primaire waterkeringen en suppleties) op orde is, en wordt onderhouden. Indien de ruimtelijke opgave te groot is kan er ook voor worden gekozen om de waterkeringen te versterken om de faalkans te verkleinen. Vanuit risico optiek (kans x gevolg) kan dat een interessante investering zijn. Wel blijft het zo dat de gevolgen kunnen optreden, alleen minder vaak.

TYPE MAATREGEL	KORTE TERMIJN	LANGE TERMIJN (GEKOPPELD AAN NIEUWBOUW EN HERSTRUCTURERING)
LOCATIEKEUZE VAN ONTWIKKELINGEN		Ontwikkelen (nieuwbouw) op een andere locatie die niet of minder wordt blootgesteld aan overstromingen op basis van een zichtjaar en klimaatscenario.
ONTWERP EN INRICHTING VAN OBJECTEN		Zodanig ontwikkelen dat er geen schade en uitval optreedt bij een bepaalde maatgevende waterstand voor en zichtjaar en klimaatscenario.
RAMPENPLANNEN VAN VEILIGHEIDSREGIO EN ANDERE OVERHEDEN	Planvorming voor veilig stellen mens en materieel op basis van huidige risicobeeld, plannen voor snel herstel.	Actualiseren van deze plannen op basis van dan geldende risicobeeld (dijkversterkingen, ruimtelijke aanpassingen).
CONTINUÏTEITSPLANNEN VAN BEDRIJVEN EN VITALE PARTNERS	Planvorming voor continueren of snel herstellen van de diensten gegeven huidige risicobeeld.	Actualiseren van deze plannen op basis van dan geldende risicobeeld (dijkversterkingen, ruimtelijke aanpassingen)
LOKALE BESCHERMINGSMAATREGELEN	Lokale (tijdelijke) beschermingsmaatregelen om te voorkomen dat het object overstroomt. Denk hierbij aan vloedschotten en mobiele keringen.	
RESERVERINGSZONES RONDOM WATERKERINGEN	Ruimte vrijhouden voor toekomstige dijkversterkingen of waarin aangepast gebouwd moet worden zodat het geen impact heeft op toekomstige versterkingen.	

Tabel 4 Mogelijke maatregelen

2.5 Relatie met water en bodem sturend

De Rijksoverheid heeft het principe van water en bodem sturend uitgewerkt in de Kamerbrief van 22 november 2022. Daarin is de rol van water en bodem bij toekomstige besluitvorming over de ruimtelijke ordening uitgewerkt in 33 'structurerende keuzes'. Deze 33 keuzes gaan over zowel voldoende water, schoon water, over neerslag en overstromingen.
In deze studie ligt de focus op overstromingen als gevolg van dijkdoorbraken of overstroming van buitendijkse gebieden door hoge zeestanden.



Figuur 5: Verschillende typen wateroverlast en overstromingen (1: Neerslag op objecten zelf 2: door hoge grondwaterstanden 3: Door beperkingen in het afvalwatersysteem 4: Door hoge waterstanden in sloten en beken 5: door doorbreken van regionale waterkeringen 6: door doorbreken van primaire wateringen en 7: in buitendijks gebied.

Voor deze studie zijn de volgende keuzes (de genoemde nummers komen overeen met de nummers in de kamerbrief van water en bodem sturend[5]) van belang:

- Actualiseren van de reserveringszones (keuze nummer 11). Voorgesteld wordt om de reserveringszones rondom waterkeringen te actualiseren waarbij het gaat om dijken en duinen. Waar de beschermingswerken in buitendijks gebied niet onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat of het waterschap vallen ligt het in de rede dat de gemeente hiertoe, in samenwerking met deze overheden en de beheerders/eigenaren, de mogelijkheden onderzoekt. Deze actualisatie moet landen in de ruimtelijke plannen van gemeenten en provincies. In deze studie is dit vorm gegeven door voor harde waterkeringen te kijken naar het ruimtebeslag bij groene waterkeringen (dijken) op basis van de extreme zeespiegelstijging zoals onderzocht in het kennisprogramma zeespiegelstijging[6]. Voor de zachte waterkeringen is onderzoek gedaan naar afslagprofielen bij extreme belasting en is gekeken naar de huidige snelheid waarmee het duin meegroeit. Vervolgens zijn er varianten geschetst over mogelijke strategieën om de duinen en voorlanden sneller mee te laten groeien. Dit sneller meegroeien vraagt onder andere ook een groter ruimtebeslag.
- Geen kustuitbreidingen (keuze nummer 14). Er zijn geen kustuitbreidingen gewenst om de zandbehoefte niet te vergroten. In deze studie gaan we uit van het in stand houden van de kustlijn en dat de benodigde suppleties worden uitgevoerd.
- Risico's voor overstromingen (keuze nummer 21) worden sturend bij de locatiekeuze en inrichting van de woningbouw met als doel geen nieuwbouw te realiseren op locaties waar in de toekomst problemen kunnen ontstaan.

Vanuit het Rijk wordt een ruimtelijk afwegingskader ontwikkeld om structurerende keuze nummer 21 verder vorm te geven. Dit kader sluit aan op de 'maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving' en geeft invulling aan de afwegingen rondom overstromingen en neerslag (en bodemdaling, maar dat is nu niet relevant). Dit kader wordt momenteel door het Rijk uitgewerkt met landelijke keuzes, het zal hierna door de provincies en regionale partijen verder regionaal uitgewerkt moeten worden.

[5] https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat/documenten/kamerstukken/2022/11/25/water-en-bodem-sturend
[6] https://www.deltaprogramma.nl/deltaprogramma/kennisontwikkeling-en-signalering/zeespiegelstijging

Denk hierbij bijvoorbeeld aan reserveringszones voor waterberging maar ook aan andere criteria die lokaal van invloed zijn op ruimtelijke keuzes. Ook hoe en de mate waarin dit juridisch wordt geborgd is nog onderwerp van discussie.

Voor overstromingen wordt binnen water en bodem sturend er onderscheid gemaakt tussen:

1. **Handelingsperspectief om slachtoffers te voorkomen.** Voor het handelingsperspectief om slachtoffers te voorkomen is gesteld dat bij nieuwe ontwikkelingen deze zo vorm gegeven moeten worden dat er schuilplaatsen (publieke shelters en voldoende droge verdiepingen in het overstroomd gebied) zijn indien preventieve evacuatie niet altijd mogelijk is. Voor de integrale waterveiligheidsstrategie is deze ambitie ambitieuzer ingevuld daar preventieve evacuatie van de eilanden naar de vaste wal vrijwel niet mogelijk is (voor de normering van waterkeringen is al uitgegaan van een evacuatiefractie van 0%). Wel is het mogelijk om op de eilanden zelf op een droge locatie te schuilen omdat de eilanden niet helemaal overstromen. De voorzieningen bij deze schuilgelegenheden zijn echter beperkt. Wel is het mogelijk om op de eilanden zelf op een droge locatie te schuilen omdat de eilanden niet helemaal overstromen. Onderdeel van ambitieniveau 1 is dat er nu al voldoende schuilplaatsen zijn voor zowel inwoners als toeristen in de bestaande bouw, en dat er speciale aandacht is voor niet zelfredzamen en de leefbaarheid en herstel. Als criterium voor voldoende schuilplaatsen is gehanteerd dat gemiddeld een gezin twee andere gezinnen opvangt, dat is vertaald naar een wens dat minimaal 1/3 van de objecten een droge verdieping heeft.
2. **De kans op een bepaalde mate van blootstelling (en indirect dus schade).** Voor de acceptabele kans op een bepaalde mate van blootstelling zijn de Waddeneilanden uniek. Veel van de kernen hebben nu ook al een overstromingsrisico dat geaccepteerd is.
   Dit risico wordt beheerst middels de waterkeringen. Het risico kan toenemen omdat de waterdiepte in het overstroomde gebied na een overstroming groter wordt, maar de kans van voorkomen blijft gelijk. Voor de gebieden achter de keringen is de combinatie van kans en gevolgen zodanig dat nieuwe ontwikkelingen mogelijk zijn conform de kaders van water en bodem sturend. Echter het risico is niet zo laag dat er geen afweging noodzakelijk is over de acceptatie van risico’s of extra maatregelen.

   Gezien de karakters van de eilanden, de beperkte nieuwbouw waar sprake van is, is geaccepteerd dat woningen kunnen overstromen achter primaire keringen. Voor reguliere woningen (ambitieniveau 4) worden dus geen extra maatregelen genomen als verhoogd aanleggen of wonen op palen. Wel kunnen bij de inrichting nog keuzes gemaakt worden om vloerpeilen te verhogen en bepaalde voorzieningen hoger in de woning te plaatsen. Deze worden gezien als no regret (en niet kostbaar) maar hebben alleen zin als de waterdiepte gering is.

   Voor andere functies (ambitieniveau 1 t/m 3) worden wel extra maatregelen genomen, deze functies hebben betrekking op de leefbaarheid. Hoe hoog hier de lat ligt is onzeker en nog een bestuurlijke keuze. Het gaat hierbij om de afweging tussen de extra inspanning en kosten en de reductie van het risico met name uitgedrukt in een sneller herstel en de leefbaarheid. Met deze keuze wordt invulling gegeven aan comply or explain.

In de water en bodem brief wordt ook gesproken over het voorkomen van ontwikkelingen in buitendijkse gebieden, hierbij wordt specifiek verwezen naar het IJsselmeer en het gebied dat onder de Beleidslijn Grote Rivieren valt en uitzonderingslocaties. Voor het IJsselmeer wordt verwezen naar de Barro richtlijn die ook geldig is voor de Waddeneilanden.

Alhoewel de kamerbrief over water en bodem sturend geen specifieke uitspraken bevat over veranderingen op het buitendijks gebied van de Waddeneilanden is het wel zinvol om de verwachte zeespiegelstijging mee te nemen bij keuzes over ontwikkelingen. De eisen aan de objecten kunnen dan ook niet los gezien worden van activiteiten om meegroeien te stimuleren (of objecten lokaal te beschermen). Ook kunnen objecten op een hoger peil worden ontwikkeld, waarbij na verloop van tijd het peil kan worden heroverwogen (bijv. bij nieuwe vergunningen of groot onderhoud).

In deze studie is niet gekeken naar neerslag, droogte en hitte. Voor neerslag wordt opgemerkt dat eventuele ontwerpeisen voor overstromingen ook een positief effect hebben op de afname van de kwetsbaarheid bij neerslag. De waterdieptes als gevolg van neerslag zijn veel lager dan bij overstromingen. Voor nieuwe ontwikkelingen is ook de maatlat (zie Figuur 6) van toepassing wat ook voor de nieuwe woningen al vereist dat bij een waterdiepte van 20 cm bij omliggend maaiveld er geen schade optreedt.

Figuur 6: maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving[7]

[7] https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/03/23/kamerbrief-over-landelijke-maatlat-voor-een-groene-klimaatadaptieve-gebouwde-omgeving

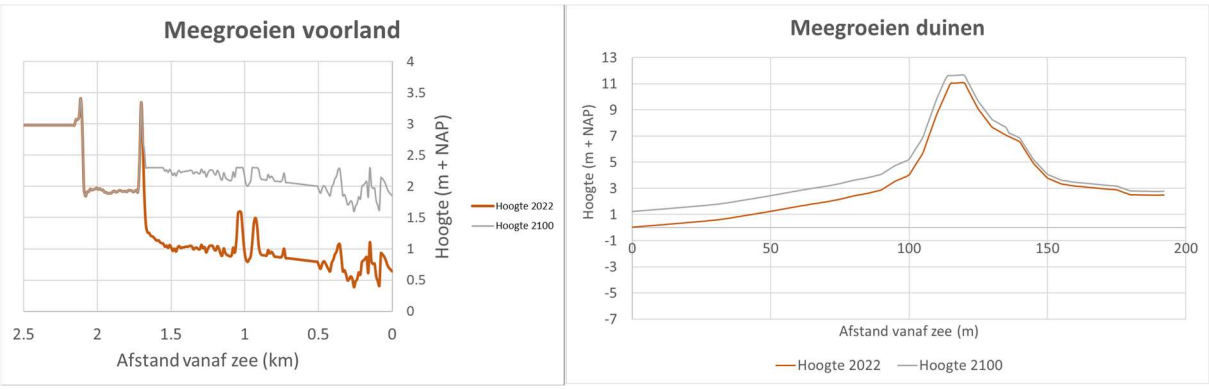
2.6 Natuurlijke processen met impact op de ruimtevraag

2.6.1 Inleiding

In paragraaf 2.4 lag de focus op de verschillende objecten en de eisen die hieraan gesteld kunnen worden. Hierbij is de veronderstelling dat voor primaire waterkeringen de faalkans 'wordt onderhouden' met versterkingsprogramma's en suppleties. Deze dijkversterkingen kunnen nodig zijn bij zowel harde als zachte waterkeringen. Voor de buitendijkse gebieden is het onderhoud van de bescherming door aanwezige keringen en duinen echter niet geborgd. In deze paragraaf kijken we naar de kansen om middels natuurlijke processen duinen en voorlanden te versterken, als (gedeeltelijk) alternatief voor de mechanische versterkingen van waterkeringen.

Dit 'natuurlijk' meegroeien met de zeespiegel kan op zowel voorlanden (buitendijkse kwelders) als zeewaarts van en in het duingebied plaatsvinden. Doordat voorlanden en duinen meegroeien wordt de bescherming van objecten landwaarts van de duinen en voorlanden vergroot: de kans op het falen van de waterkering wordt verkleind en het effect bij een doorbraak wordt verkleind doordat minder water naar binnen kan stromen. Het meegroeien van voorlanden heeft echter alleen een effect op de mate van golfaanval, niet op de zeestand zelf.

Voorlanden en duinen kunnen meegroeien 'vanzelf' met de zeespiegel maar de snelheid is afhankelijk van beschikbaar sediment en stromingen. Het slib in het water bezinkt dan op het voorland waardoor het voorland ophoogt. De duinen groeien mee met de zeespiegel doordat wind over het strand waait en vanaf het strand het zand meeneemt de duinen in. Dit meegroeien kan echter in meer of mindere mate gestimuleerd worden.



Figuur 7 Hoe de bodemhoogte verandert bij meegroeien van voorlanden en duinen. In de linker figuur is aangegeven wat het effect is als de bodem in gelijke mate meestijgt met de zeespiegel wat een bovengrens is (illustratief).

Door middel van suppleties voor de Nederlandse kust zorgt Rijkswaterstaat voor voldoende zand om de kust veilig en op zijn plaats te houden (Kustlijnzorg). De waterschappen en Rijkswaterstaat zijn verantwoordelijk voor het beheer van de duinen die onderdeel zijn van de primaire keringen, voor de andere duinen is dat onderhoud niet geborgd. Openingen hoog in de duinenrij kunnen het proces van aanzanding en daarmee meegroeien van de duinenrij versnellen, deze openingen noemen we kerven. Kerven zorgen voor het doorstuiven van zand van het strand in de duinen. Zolang de kerven niet diep uitstuiven kan geen water naar binnen kan stromen. Waar economische functies achter de kerven aanwezig zijn moet evenwel gewaarborgd worden dat kerven niet kunnen uitgroeien tot openingen waardoorheen water naar binnen kan stromen zonder dat water naar binnen kan stromen. Obstakels zoals strandtenten verhinderen juist het meegroeien van de duinen.

Voor het meegroeien van deze voorlanden is het belangrijk dat deze regelmatig onderwater staan. Dit betekent dat deze voorlanden dus niet (voltijds) bruikbaar zijn voor landbouw bijvoorbeeld. Echter, meegroeien is goed voor de ecologie en het draagt bij aan standzekerheid en het verkleinen van golfaanval.

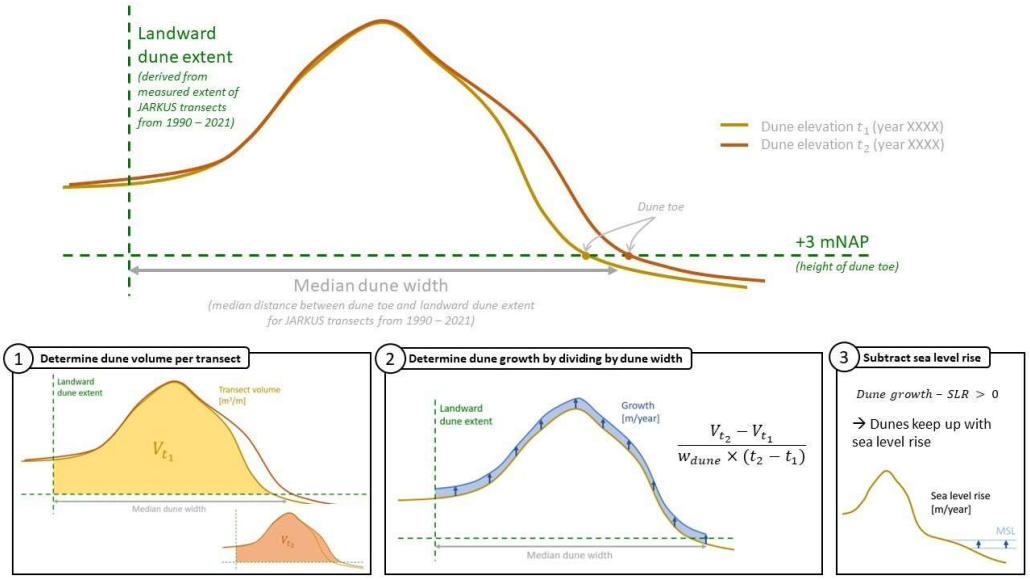
Het stimuleren van meegroeien kan extra ruimtebeslag vereisen. Het kan negatieve effecten hebben op andere functies zoals recreatie als door grote hoeveelheden zand fietspaden onderstuiven of strandpaviljoens vol liggen met zand. Voor natuurlijk meegroeien is ook tijd nodig. Zaak is daarom om op tijd in te zetten op meegroeien van een gebied indien gewenst.

We hebben 3 varianten onderscheiden voor het meegroeien die onderscheid maken in de mate van meegroeien en het ruimtebeslag:

- Variant 1: Meegroeien zoals het nu gaat (business-as-usual)
- Variant 2: Stimuleren meegroeien duinen en voorlanden
- Variant 3: Extra stimuleren meegroeien duinen en voorlanden

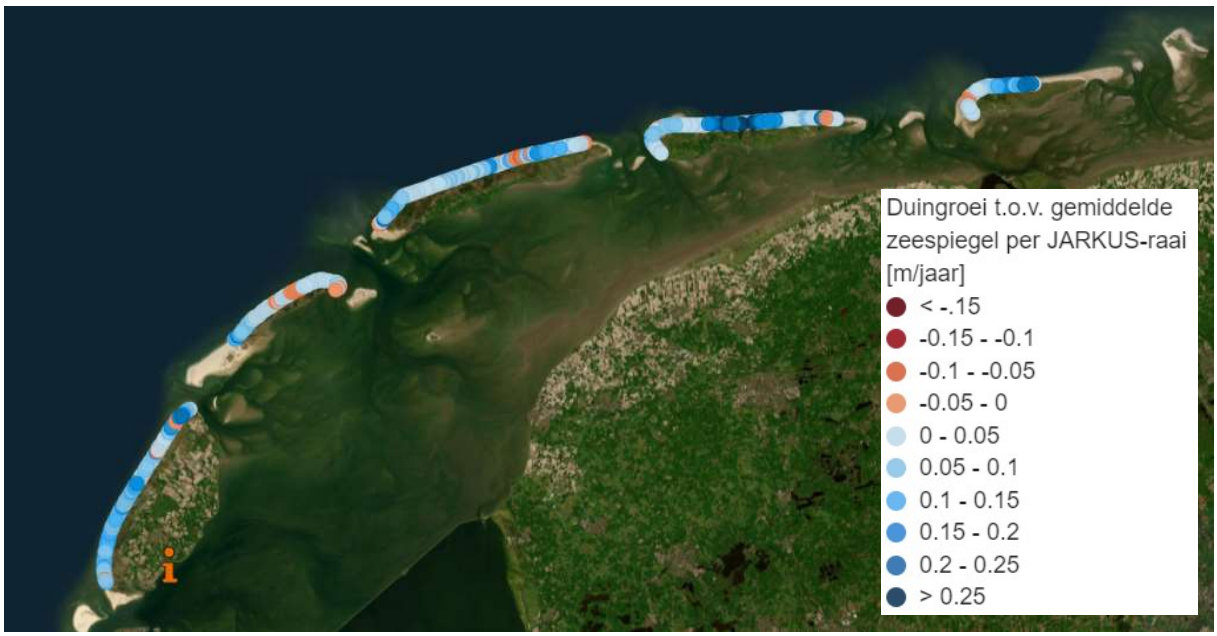
2.6.2 Variant 1: Meegroeien zoals het nu gaat

Een groot deel van de duinenkust van de Waddeneilanden groeit mee met de huidige zeespiegel-stijging (Figuur 9), hiervoor worden ook veel suppleties aangebracht wat mogelijk moet worden geïntensiveerd als de zeespiegel sneller stijgt. Hierbij zou het ook kunnen dat het meegroeien minder snel gaat dan de zeespiegelstijging. Meegroeien van de duinen is de toename van het volume zand in de duinen (hoger dan NAP + 3.0 m) door het instuiven van zand waardoor de verhoging van het volume zand in het duingebied verdeelt over de breedte van het duin gelijk is of groter is dan de zeespiegelstijging (Figuur 8). Echter, de mate waarin het duin meegroeit verschilt per locatie afhankelijk van het aanbod van verstuifbaar zand (breedte strand en korreldiameter zand), ligging t.o.v. dominante windrichting en aanwezigheid van obstakels die zandverplaatsing tegenhouden (strandtenten, wilgenschermen, helmgras, etc.). In het geval van voorlanden wordt het meegroeien bepaald door de frequentie van onderlopen, stroomsnelheid van het water bij onderlopen en de hoeveelheid en type sediment in de waterkolom.



Figuur 8 Duingroei in relatie tot zeespiegelstijging

In deze variant wordt meegroeien zoals het nu gaat op voorlanden en duinen gehandhaafd. Dit betekent dat op sommige plekken dynamisering van de zandige kust met veel verstuiving gestimuleerd wordt en op andere plekken het zand wordt vastgelegd door bijvoorbeeld helmgras. In deze laatste gebieden zal doormiddel van regulier onderhoud ('bulldozeren' van extra zand) de waterveiligheid op peil moeten worden gehouden in de toekomst. In het geval van voorlanden zullen de keringen achter de voorlanden mogelijk eerder of meer versterkt moeten worden om ook met zeespiegelstijging de waterveiligheid op peil te houden.



Figuur 9 Aanzanding van de duinen op de Waddeneilanden in de periode 1990-2021. Weergegeven is of het dwarsprofiel zoveel meegroeit dat het een zeespiegelstijging van 50 cm tot 2100 op kan vangen (zoals eerder is onderzocht in Wegman et al., 2021[8], https://dmmangrove.hkvservices.nl/blokkendoos-levende-kust/).

2.6.3 Variant 2: Stimuleren meegroeien duinen en voorlanden

In deze variant wordt het meegroeien van de kust gestimuleerd. Dit doen we door op plekken waar ruimte voor meegroeien is dit te stimuleren en het zandaanbod te vergroten met bijvoorbeeld suppleties. Dit zijn locaties waar meegroeien kan zonder andere functies negatief te beïnvloeden en in alle gevallen zonder dat de vereiste veiligheid in gevaar komt. Oftewel, locaties waar stuivend zand weinig invloed heeft (duinen) en/of waar land regelmatig onderwater gezet kan worden zonder dat dit het gebruik van het huidige gebruik van het land negatief beïnvloed (voorlanden). Binnen deze variant valt dat alleen de positie en de vorm van obstakels aangepast kan worden indien nodig. Zo kan een strandtent bijvoorbeeld indien nodig op palen worden gezet dan wel periodiek een andere plek krijgen als dit het instuiven vanaf het strand bevordert maar mag de functie die een strandtent vervult niet verdwijnen. De exacte dimensionering hangt af van de gewenste meegroeisnelheid.

Op de locaties waar niet voor meegroeien wordt gekozen zal nog steeds regulier onderhoud moeten plaatsvinden om de kust veilig te houden in de toekomst.

[8] Wegman, C., Ouwerkerk, S. & Leenders, J.L. (2021) Duinen groeien mee met zeespiegel. Land+Water 4 p. 22-23

2.6.4 Variant 3: Extra stimuleren meegroeien duinen en voorlanden

Variant 3 is ambitieuzer dan de eerdere varianten omdat in dit geval vrijwel overal meegroeien wordt gestimuleerd. Als men voor deze variant kiest kan het zo zijn dat functies in het kustgebied zich moeten verplaatsen/aanpassen. Bijvoorbeeld als een hotel in de duinen de doorstuiving beperkt, wordt dit hotel verwijderd/verplaatst om doorstuiving te bevorderen. In het geval van meegroeien van de voorlanden wordt in deze variant in principe gekozen om voorlanden die zich lenen voor meegroeien daarvoor in te zetten. Uiteraard geldt hierbij dat dit niet ten koste mag gaan van de veiligheid. Ook als deze voorlanden nu gebruikt worden voor bijvoorbeeld landbouw en dit niet of in mindere mate kan na inzet voor meegroeien.

Ook kan meegroeien over een grotere breedte gestimuleerd worden door niet alleen het gebied t/m de kerven te laten meegroeien maar het gehele duingebied. Hiervoor is het nodig dat ook achter de eerste duinenrij doorstuiving bewerkstelligd wordt en functies die hierachter liggen ruimte maken voor doorstuiving. Dit vereist dus maatregelen op verschillende plaatsen om het beoogde zandtransport te bereiken.

In deze variant is minder regulier onderhoud nodig omdat in veel meegroeiende gebieden minder dijk- of duinversterking nodig is. Waar van een primaire kering sprake is wordt dus aan de wettelijke eisen voor veiligheid voldaan door het (actief) meegroeien waardoor de eventuele versterkingsopgaves kleiner in omvang zijn en minder vaak voorkomen.

2.6.5 Maatregelen

Het verder stimuleren van het meegroeien van de kust met zeespiegelstijging vraagt ruimtebeslag (maar biedt ook ruimtelijke kwaliteit voor natuur en recreatie). Dit meegroeien kan gestimuleerd worden door het aanleggen van kerven dan wel door de aangroei van kwelders en voorlanden te stimuleren. In principe is het uitgangspunt dat het meegroeien geen of zo min mogelijk negatieve impact mag hebben op andere functies en dat de huidige waterveiligheid hierbij niet in het geding mag komen (zie Bijlage A). Hiervoor is beheer noodzakelijk.

Voor het meegroeien van de zandige kust is het belangrijk dat Rijkswaterstaat haar suppletieprogramma blijft uitvoeren en daarmee zorgt voor voldoende zand in het systeem om meegroeien te faciliteren. De aanleg van kerven en het beheer is een taak voor de gebiedsbeheerder (het waterschap of Rijkswaterstaat bij primaire keringen en andere beheerders als bijvoorbeeld Staatsbosbeheer in buitendijks gebied). De gemeente zal m.b.t. het meegroeien van voorlanden een rol spelen bij de communicatie en eventuele aanpassing van het bestemmingsplan. Het waterschap en/of Rijkswaterstaat zal moeten beoordelen of de waterveiligheid in het geding komt.

Onderscheid in kan worden gemaakt in:

- Kerven: Om het meegroeien van duinen te stimuleren is het nodig op deze locaties kerven aan te leggen en deze kerven actief te beheren. Dit beheren houdt in dat de overvloedige vegetatie verwijderd wordt, eventuele embryoduinen die voor de ingang van de kerf ontstaan verwijderd worden (zie Bijlage A) en wordt gemonitord of er geen zwakke plekken ontstaan. Vaak wordt hiervoor een deel van het bovenste duin afgegraven waardoor sediment het gebied in kan waaien.

- Voor het meegroeien van voorlanden is het nodig het overlopen van verhogingen in het landschap te stimuleren dan wel openingen te maken in deze verhogingen zodat het water bij hoogwater naar binnen kan stromen.

2.7 Afwegingskader voor de te kiezen ambitie

De keuze voor de ambities in het ruimtelijk beleid en versterking van natuurlijke processen is uiteindelijk een bestuurlijke afweging. Omdat het gaat om het ruimtelijk beleid op de Wadden-eilanden ligt in eerste instantie bij de gemeentes zelf om de eigen ambities kenbaar te maken en vervolgens hierover in gesprek te gaan met de andere overheden en partners. De keuze heeft ook impact op de handelingsperspectieven van de veiligheidsregio's, hoe groter de ruimte ambitie des te meer het mogelijk is dat de Waddeneilanden voor zichzelf kunnen zorgen bij een overstroming.

Bij de keuze voor ambities zijn de volgende argumenten van belang:

- Wat zijn de kosten en baten. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in de kosten per stakeholder (als de gemeente, de burgers, instellingen) en de maatschappelijke kosten (ongeacht wie ze draagt). In deze studie zijn de uitvoeringskosten niet geraamd, wel is kwalitatief benoemd wat de omvang van mogelijke maatregelen is op basis van het aantal objecten. De vermeden schade kan gezien worden als de baten.
- De verantwoordelijkheden. Hoe worden de taken verdeeld en bij wie worden ze belegd. Denk hierbij aan de beleidsvorming, vergunningverlening en de handhaving en inspectie.
- De uitvoerbaarheid. Het gaat er hierbij om wat ervoor nodig is om de ambitie te vertalen naar beleid en uitvoering voor een stakeholder. Ook is er voldoende capaciteit nodig om vergunningen te beoordelen en te handhaven.
- De leefbaarheid op de eilanden. De kans op een overstroming kan niet worden uitgesloten. In geval van een dijkdoorbraak is de kans groot dat er ook op het vasteland grote schade zal zijn door overstromingen en de bijbehorende storm. In dat geval zal de hulp lastig op gang kunnen komen en zijn mensen enige tijd op zichzelf aangewezen. Anderzijds zijn de mensen die op de eilanden wonen ook gewend aan het wonen op de eilanden en hier trots op, hoewel dit natuurlijk niet opgaat voor de tijdens een overstroming aanwezige toeristen. De vraag is in welke mate de mensen de eilanden ook willen verlaten of bij willen dragen aan herstel.

Ook spelen lokale aspecten een rol als hoe de maatregelen passen bij de identiteit van het eiland en andere ruimtelijke aspecten. De centrale vraag is dus wat men ervoor over heeft om de leefbaarheid op de eilanden in geval van een hoogwater of overstroming te vergroten c.q. bij zeespiegelstijging op het huidige niveau te handhaven, en voor het buitendijkse gebied in welke mate men wil inzetten op natuurlijke processen of op ad hoc versterkingsmaatregelen en/of toekomstige aanpassing of verplaatsing van functies. Onderdeel van deze afweging is dus de acceptatie van risico en gevolgen.

3 Beschermd gebied door primaire waterkeringen

3.1 Inleiding

We spreken over het binnendijkse deel van Terschelling voor het gebied dat wordt beschermd door primaire keringen. Er wordt onderscheid gemaakt in 2 dijktrajecten, de Noordzeezijde heeft een norm van 1/3000 per jaar. De Waddenzeezijde een norm van 1/1.000 per jaar. Dit komt door een verschil in verwachte mortaliteit bij een duin- of dijkdoorbraak. Voor beide trajecten is het Lokaal Individueel Risico maatgevend, niet de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA).

Figuur 10 Normen voor primaire waterkeringen. De kleuren geven de maximaal toelaatbare overstromingskans (ondergrens) aan, zoals deze is gedefineerd in de Waterwet (afbeelding uit https://waterveiligheidsportaal.nl/).

Op Terschelling zijn binnendijks de objecten in kaart gebracht[9] zoals die zijn beschreven in hoofdstuk 2. In Tabel 5 staat het totaal aantal objecten per sector.

SECTOR	AANTAL OBJECTEN
GEBOUWDE OMGEVING EN RUIMTELIJKE ORDENING	1500
RECREATIE EN TOERISME	1329
NIET ZELFREDZAMEN	28
AANLANDPUNT ENERGIE	2
HULPDIENSTEN EN ONDERSTEUNING	4
LEVENSMIDDELEN	4
WATERHUISHOUDING	47
DRINKWATER	0
ENERGIE	28
VEILIGHEID	0
ICT&TELECOM	3
LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	26
GEZONDHEID	8
INFRASTRUCTUUR	4

Tabel 5 Aantal objecten per sector op Terschelling.

[9] Deze objecten zijn opgenomen in een database die ook kan worden ontsloten via een viewer.

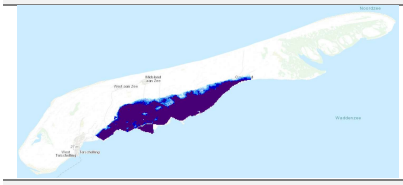
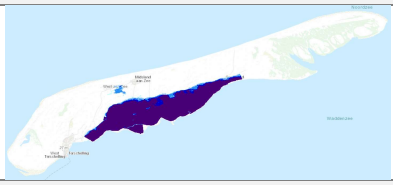
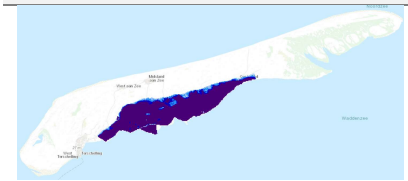
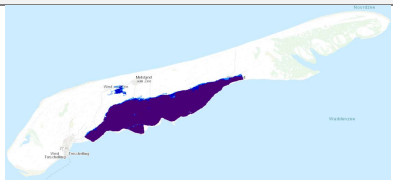
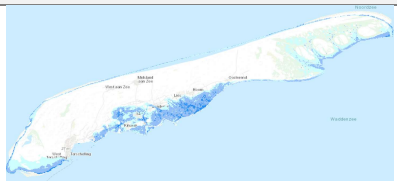
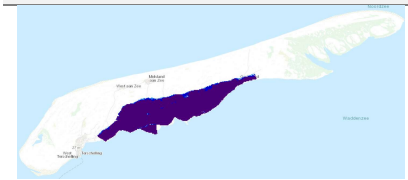
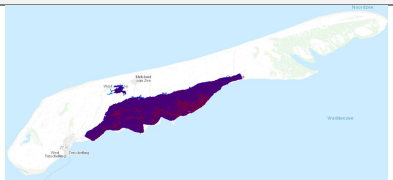
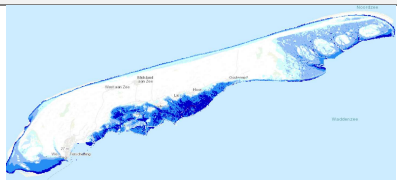
3.2 Overstroombaar gebied

Bij de uitwerking van het overstroombaar gebied is onderscheid gemaakt in drie zichtjaren: huidig, 2050 en 2100. Bij de verschillende zichtjaren wordt rekening gehouden met zeespiegelstijging, ook wordt voor 2050 en 2100 verondersteld dat de waterkeringen exact aan de norm voldoen (de faalkans blijft dus gelijk). Dat betekent dat waterkeringen worden versterkt en zonodig ook maatregelen voor behoud van de kustlijn worden genomen. Wel zal de waterdiepte na een dijkdoorbraak toenemen.

Voor de maximale waterdieptekaarten maken we gebruik van de basisgegevens op het LIWO[10]. Hierbij combineren we overstromingsscenario's van verschillende doorbraaklocaties tot een dreigingsbeeld. We maken hierbij conform hoofdstuk 2.4.2 onderscheid in twee dreigingsbeelden:

1. De waterdiepte in geval van een extreme overstroming (grofweg een 1/100.000pj gebeurtenis), als gevoeligheidsanalyse kijken we ook naar het dreigingsbeeld wat hoort bij de normsituaties (grofweg een 1/1.000pj gebeurtenis).
2. De waterdiepte na een overstroming als de storm is gaan liggen en het getijde weer als normaal is. Voor de situatie ná een overstroming is het overstromingsbeeld ingeschat op basis van de hoogte van het gemiddeld astronomisch hoogtij. Voor de huidige situatie is het hoogtij NAP+1.05m wat in 2050 en 2100 toeneemt met resp. 47 en 121cm. In kaart is gebracht welk gebied binnendijks bij hoogtij dan nog overstroomd is en dus niet vrij kan afstromen. Dit gebied zal met pompen watervrij moeten worden gemaakt, hierbij wordt opgemerkt dat de reguliere ontwerpnorm van afvoercapaciteit van polders ongeveer 15mm/dag is.

De gebruikte overstromingsbeelden voor de norm en extreme situatie voor de verschillende zichtjaren zijn weergegeven in Figuur 11.

Maximale waterdiepte bij dreigingsbeeld bij de norm	Maximale waterdiepte bij extreem dreigingsbeeld	Dreigingsbeeld enkele dagen na een doorbraak
Heden		
		
2050		
		
2100		
		

Figuur 11 Overstromingsbeelden voor het gebied beschermd door primaire waterkeringen verschillende zichtjaren en dreigingsbeelden.

[10] https://basisinformatie-overstromingen.nl/#/maps

3.3 Eisen aan objecten bij verschillende ambitieniveaus - Terschelling

De ambitieniveaus moeten gezien worden als aanvullend op elkaar. Bij een hoger ambitieniveau worden **aanvullende eisen** gesteld aan de kwetsbaarheid van de ruimtelijke omgeving. In de komende paragrafen wordt ingegaan op de consequentie van verschillende ambitieniveaus voor een waterveiligheidsstrategie. Hierbij wordt steeds gekeken naar welke objecten getroffen worden. Afhankelijk van de invulling van de ambitie moet beleid/plannen gemaakt worden om de functie van deze objecten te behouden.

3.3.1 Schuilen & overleven (ambitieniveau 1)

Voldoende schuilplaatsen
Bij ambitieniveau schuilen & overleven gaat het om voldoende schuilplaatsen tijdens een overstroming. Hierbij wordt als eis gesteld dat minimaal 1/3 van de woningen gegeven de maximale waterdiepte tijdens een overstroming een droge verdieping moet hebben. Een droge verdieping gaat ervan uit dat er géén water staat (0 cm en dus geen 20cm) op de begane grond of op een hogere verdieping waarbij een verdiepingshoogte van 2.65m is gehanteerd, conform LIWO). Het aantal bouwlagen is beschikbaar in de BAG.

Bebouwde omgeving voor bewoners van Terschelling
Tabel 6 geeft het percentage woningen en panden dat een droge verdieping heeft. Uit de tabel blijkt dat er in de huidige situatie voldoende schuilplaatsen zijn ook bij extreme overstromen. Bij extreme overstromingen in de toekomst nemen deze wel af, tot onder de grens van 1/3 van het areaal. Ná enkele dagen zullen de waterstanden afnemen en ontstaat de situatie ná een overstroming. In deze situatie is het water teruggetrokken en hebben bijna alle objecten een droge verdieping binnen de klasse gebouwde omgeving en recreatie & toerisme. Het is dus van belang om deze periode te kunnen overbruggen.

Geconcludeerd is dan ook dat het na het jaar 2050 nodig is om extra schuilplaatsen te realiseren binnendijks. Tegelijkertijd wordt geconstateerd dat er in buitendijks gebied wel veel schuilplaatsen zijn (meer dan 2/3 van het aantal gebouwen). Het areaal aan objecten buitendijks is ongeveer gelijk aan binnendijks, de buitendijkse gebieden kunnen dus ook worden benut maar dat vereist wel dat mensen zich over grotere afstanden verplaatsen.

TERSCHELLING (1500 OBJECTEN)	NORMSITUATIE	EXTREME SITUATIE	*NÁ OVERSTROMING*
HUIDIGE SITUATIE	76%	55%	100%
2050	62%	45%	99%
2100	49%	27%	96%

Tabel 6 Percentage objecten van gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening dat een droge verdieping heeft.

Toeristen en recreatiewoningen
Ook is gekeken naar de situatie waarbij toeristen op het eiland zijn (Tabel 7). In het hoogseizoen zijn alle bedden bezet, maar dit aantal is sterk seizoen afhankelijk.
Deze toeristen zijn gestationeerd op recreatieterreinen, campings en in hotels. Tijdens het seizoen van overstromingen veronderstellen we dat weinig mensen kamperen. In het zichtjaar 2100 bij de extreme situatie heeft 2/3 de van recreatie & toerisme objecten binnendijks geen droge verdieping tijdens de piek van de overstroming. Hiermee wordt exact aan de gestelde eis van 1/3 van de objecten met een droge verdieping voldaan, het is echter wel zeer krap.

Echter daar waar er voor woningen binnen- en buitendijks een gelijk areaal is aan objecten is het aantal buitendijkse recreatieobjecten kleiner. Geadviseerd wordt dan ook op termijn om extra schuilplaatsen voor toeristen te creëren.

TERSCHELLING (2829 OBJECTEN)	NORMSITUATIE	EXTREME SITUATIE	*NÁ OVERSTROMING*
HUIDIGE SITUATIE	70%	55%	100%
2050	61%	46%	99%
2100	50%	30%	93%

Tabel 7 Percentage objecten van gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening + recreatie en toerisme dat een droge verdieping heeft.

Niet zelfredzamen, hulpverlening en energie aanlandpunt

In Tabel 8 is het overzicht van het aantal objecten per sector opgenomen en hoeveel er overstromen. Er zijn 28 objecten geïdentificeerd als niet zelfredzamen, deze zijn allen kwetsbaar voor overstromingen. Dit zijn instellingen waar kwetsbare mensen wonen. Na de overstroming zal het water zakken als het vrij kan uitstromen naar zee, in 2100 is dat niet meer mogelijk voor 3 objecten.

AMBITIE1 - SCHUILEN EN OVERLEVEN	*# OBJ*	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.
NIET ZELFREDZAMEN	*16*	14	9	0	14	13	3	14	13	2
ENERGIE AANLANDPUNT	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HULPDIENSTEN	*3*	2	1	0	3	2	1	3	3	0
LEVENSMIDDELEN	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 8 Objecten horende bij ambitie 1 en getroffen worden bij verschillende situaties (norm en extreem) en zichtjaren (huidig, 2050 en 2100). In de laatste kolom wordt aangegeven hoeveel objecten ná een overstroming nog getroffen zijn. Dit is relevant voor het herstel van het eiland.

Deze locaties verdienen aandacht wanneer voor dit ambitieniveau wordt gekozen. Op de korte termijn gaat het om evacuatieplannen. Op de langere termijn kan de vraag worden gesteld of deze objecten op de juiste plaats staan of dat de objecten aangepast moeten worden om de leefbaarheid bij een overstroming te vergroten. Met name voor de objecten die enkele dagen na de storm nog steeds overstroomd zijn staan op een kwetsbare plaats. De aandacht voor rampenplannen blijft ook na verbeteringen in de locatiekeuze en ontwerp van deze objecten noodzakelijk.

De elektriciteitsverbinding met het vasteland en het hoofdverdeelstation staat op een kwetsbare plek voor overstromingen. Op basis van de huidige overstromingspatronen overstroomt het object, als het water weer naar zee stroomt vallen deze objecten droog (al is bij deze objecten de hoogtekaart zeer onzeker, met name voor het energie aanlandpunt is wateroverlast niet uit te sluiten).

Voor de hulpverlening en ondersteuning gaat het om het continueren van coördinatie en het veiligstellen van het materiaal (inclusief loonbedrijven) en levensmiddelen. Van de 4 binnendijkse supermarkten zijn ze allemaal kwetsbaar voor overstromingen. Ook de brandweerkazerne is

kwetsbaar, in 2100 zal deze ook onder water blijven staan na de overstroming. De andere objecten onder de categorie hulpverlening zijn loon- en distributiebedrijven.

3.3.2 Vitaal beschermen en bereikbaarheid (ambitieniveau 2)

Bij dit ambitieniveau gaat het aanvullend op ambitie 1 over vitale objecten en bereikbaarheid op en naar het eiland (aanlegplaatsen en bereikbaarheid via hoofdwegen) na een overstroming. Te zien is in Tabel 9 dat vrijwel alle objecten (nu al) kwetsbaar zijn. Het gaat zowel om de waterhuishouding (inclusief de RWZI), energie als ICT & telecom. Opvallend is dat nu en in 2050 deze objecten weer droogvallen als het water vrij naar zee kan stromen. In 2100 zal dat voor een significant aantal objecten niet het geval zijn. Voor de energiesector gaat het dan om trafo stations. Voor de waterhuishouding gaat het om stuwen en gemalen. Onduidelijk is wat het effect van de bloostelling aan zeewater is en hoe snel opstart weer kan plaatsvinden.

AMBITIE2 - VITAAL BESCHERMEN EN BEREIKBAARHEID	# OBJ	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.
WATERHUISHOUDING	*47*	38	39	8	38	40	16	38	40	31
DRINKWATER	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENERGIE	*28*	21	24	0	22	24	1	22	24	6
VEILIGHEID	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICT&TELECOM	*3*	2	2	0	2	2	0	2	2	0

Tabel 9 De objecten die getroffen worden bij verschillende situaties (norm en extreem) en zichtjaren (huidig, 2050 en 2100). In de laatste kolom wordt aangegeven hoeveel objecten ná een overstroming nog getroffen zijn. Dit is relevant voor het herstel van het eiland.

Infrastructuur

Een beeld van de bereikbaarheid van het eiland ná een overstroming in 2100 is opgenomen in Figuur 12. In deze situatie is op basis van de hoogtekaart (AHN met een 5m grid) bepaald wat de waterstand is uitgaande van de waterstand tijdens vloed bij een normaal getijde. Hierbij wordt opgemerkt dat de overstroming ook gecombineerd zal gaan met extreme storm. Hierdoor is het tijdens de overstroming vrijwel onmogelijk dat mensen zich verplaatsen over het eiland. Na de storm zal er ook sprake zijn van grote windschade wat ook grote impact kan hebben op de bereikbaarheid.

Voor Terschelling is duidelijk te zien dat de hoofdroute tussen de kernen op het eiland lange tijd onder water zal staan. Via de Noordzijde van het eiland zijn er echter wel verbindingswegen. Delen van de dorpen zijn soms nog wel droog. Dat betekent dan men op zichzelf is aangewezen als de waterkeringen zijn bezweken. Hierbij wordt nog opgemerkt dat nu verondersteld is dat alle waterkeringen bezwijken, dat hoeft niet zo te zijn. In dat geval zal een kleiner deel van het eiland onder water staan.

Mogelijke keuzes kunnen zijn het verhoogd aanleggen van wegvakken waardoor er een verbinding is tussen de dorpen.

Huidig

2050

2100

Legenda
Groen: Weg is droog na een overstroming.
Oranje: tussen 0 en 20cm na een overstroming
Rood: Weg is overstroomd met > 20 cm na een overstroming.

Figuur 12 De bereikbaarheid van het eiland ná een overstroming, waarbij per wegvak is aangegeven of er water staat en hoeveel (meer of minder dan 20cm).

3.3.3 Vitaal beschermen ++ (ambitieniveau 3)

Bij het derde ambitieniveau wordt aanvullend nog gekeken naar drie sectoren, namelijk land-& tuinbouw en visserij, gezondheid en infrastructuur. In Tabel 10 zijn het aantal getroffen objecten weergegeven. Voor zowel de verwachte als de extreme situaties wordt een groot aandeel van deze aanvullende objecten binnen dit ambitieniveau getroffen tijdens een overstroming.
De kwetsbaarheid na een overstroming neemt wel toe, met name voor de objecten in de sector gezondheid.

AMBITIE 3 – VITAAL BESCHERMEN ++	# OBJ	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.	NORM	EXTREEM	NÁ OVERSTR.
LAND-& TUINBOUW, VISSERIJ	*26*	24	26	0	25	26	1	25	26	8
GEZONDHEID	*8*	8	8	0	8	8	6	8	8	7
INFRASTRUCTUUR	*4*	4	4	0	4	4	1	4	4	4

Tabel 10 Aantal objecten dat getroffen wordt bij verschillende situaties (norm en extreem) en zichtjaren (huidig, 2050 en 2100). In de laatste kolom wordt aangegeven hoeveel objecten ná een overstroming nog getroffen zijn. Dit is relevant voor het herstel van het eiland

3.4 Ruimtebeslag voor versterken van waterkeringen

Binnen het kennisprogramma zeespiegelstijging is vastgesteld dat de waterkeringen minimaal tot 3m (en waarschijnlijk ook 5,4m) zeespiegelstijging versterkt kunnen worden. Deze versterkingen zijn technisch uitvoerbaar en betaalbaar, echter de inpassing heeft wel grote impact. Voor de Noordzeekust is de verwachting dat, mits doorgegaan wordt met suppleren, dat de bodem meegroeit. Voor de Waddenzeekust is het nog zeer onzeker of de bodem voldoende snel kan meegroeien met (versnelde) zeespiegelstijging.

Voor de waterkeringen betekent dit dat in de toekomst het noodzakelijk zal blijven om waterkeringen te versterken omdat de zeespiegel de komende eeuwen zal blijven stijgen. Deze versterkingen vragen ook ruimtebeslag. Het kan zinvol zijn om ruimte te reserveren zodat deze gevrijwaard wordt van nieuwe bebouwing, of dat functies die worden gerealiseerd dijkversterkingen niet in de weg zitten. Deze reserveringen kunnen ook worden gebruikt om ruimte te creëren bij het vervangen of groot onderhoud aan bestaande functies.

Door het kennisprogramma zeespiegelstijging is voor verschillende klimaatscenario's aan de hand van tijdlijnen in kaart gebracht wat het ruimtebeslag. Het ruimtebeslag, en de impact op de bestaande bebouwing, is in kaart gebracht voor versterkingen met groene dijken. Het ruimtebeslag heeft betrekking op de ruimte die binnendijks nodig is bij deze standaard oplossing. Ook is gekeken naar constructieve oplossingen (met bijv. damwanden) die minder ruimtebeslag vragen en minder (nauwelijks) impact hebben op de bestaande bebouwing. Opgemerkt dat dat er natuurlijk ook andere oplossingen zijn die leiden tot een andere ruimtelijke impact. Zo kan er landwaarts of zeewaarts worden versterkt maar zijn er ook alternatieven voor groene keringen. In Tabel 11 is het ruimtebeslag en het aantal te amoveren woningen opgenomen.

	1 M ZSS	***2 M ZSS***	***5,4M ZSS***
RUIMTEBESLAG IN M VOOR GROENE DIJKEN (13,9 KM)			
GEWOGEN GEMIDDELDE	*30-40m*	*50-60m*	*>100m*
MINIMALE BREEDTE	*0-10m*	*0-10m*	*10-20m*
MAXIMALE BREEDTE	*80-90m*	*>100m*	*>100m*
TE AMOVEREN WONINGEN BIJ GROENE DIJKEN BIJ BINNENDIJKSE VERSTERKING	*20-30*	*20-30*	*30-40*

Tabel 11 Ruimtebeslag bij groene waterkeringen bij een bepaalde mate van zeespiegelstijging

3.5 Maatregelen

Om te voldoen aan de gestelde eisen binnen de ambitieniveaus zijn verschillende maatregelen denkbaar. Deze maatregelen verschillen per ambitieniveau, waarbij het uiteindelijk draait om het functieverlies te voorkomen.

Risicogestuurd ruimtelijk beleid

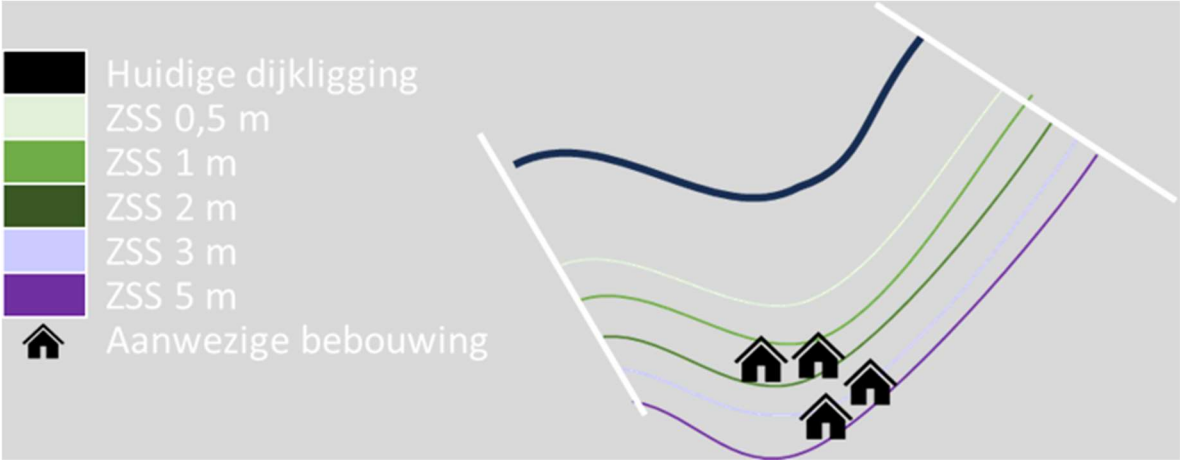
Bij het ambitieniveau schuilen en overleven wordt nu voldaan aan de eis voor voldoende schuilplaatsen. Wanneer de eis te soepel wordt gezien of wanneer toch niet aan de eis wordt voldaan, kan nog overwogen worden schuilplaatsen (shelters) op strategische plekken te plaatsen. Dit kan een nieuw gebouw zijn, maar ook kan gekeken worden binnen de bestaande bouw op het eiland. Voor niet-zelfredzamen moeten evacuatieplannen gemaakt worden om hen te beschermen tegen de overstroming. Voor de elektriciteitsaansluiting moet gekeken worden hoe deze minder kwetsbaar gemaakt kan worden tegen overstromingen. Dit is een object waarbij de functie sterk locatie-afhankelijk is en niet zomaar te verplaatsen is.

Wanneer we kijken naar het tweede en derde ambitieniveau draait het om vitale objecten beschermen en het eiland bereikbaar te houden. De ontsluiting via doorgaande wegen over het eiland ná een overstroming kan onvoldoende zijn. Hiervoor kunnen plannen gemaakt worden om de eilanden sneller weer geheel watervrij te maken of om te voorkomen dat het overstroomt door het wegtraject hoger aan te leggen of om omleidingsroutes te maken. Wat betreft de vitale objecten moet gekeken worden of deze tijdelijk hun functie verliezen (tijdens de overstroming) of daadwerkelijk kapotgaan en daarmee langere tijd hun functie verliezen. Vervolgens kan ofwel het ontwerp aangepast worden ofwel plannen om langdurige uitval te voorkomen (tijdelijk functie uitschakelen tijdens overstroming). Te zien is dat ná een overstroming het gros van de objecten weer droog komt te staan.

Reserveringszones

Voor de reserveringzones van waterkeringen kunnen strategieën (adaptatiepaden) worden ontwikkeld om het ruimtebeslag inzichtelijk te maken bij verschillende keuzes. Deze strategieën kunnen inzichtelijk maken wat de impact is van dijkversterkingen als functie van de zeespiegel-stijging. Hierbij kunnen ook de mogelijke keuzes inzichtelijk worden gemaakt voor knelpunten die kunnen optreden uitgaande van de reguliere manier van dijkversterkingen. Op deze manier kunnen ook keuzes worden gemaakt over de lange termijn versterkingsstrategie, en vervolgens het ruimtebeslag dat hiervoor nodig is. Dit ruimtebeslag kan dan verankerd worden in reserverings-zones die onderdeel zijn van bijvoorbeeld water en bodem sturend en vastgelegd in een omgevingsvisie en omgevingsplan.

In de onderstaande figuur zijn als voorbeeld de contouren opgenomen van de ruimte die nodig is voor binnendijkse dijkversterking bij een bepaalde mate van zeespiegelstijging en bij een groene waterkering. Uit de figuur blijkt dat bij grotere zeespiegelstijging het amoveren van woningen noodzakelijk is bij groene dijken. De vraag is echter of groene keringen de beste oplossing zijn. Zo kan er ook zeewaarts worden versterkt, maar zijn er ook oplossingen met constructieve elementen die minder ruimte vragen. Het verdient aanbeveling hier een strategie of een zienswijze op te ontwikkelen. Hierin kan expliciet worden uitgewerkt wanneer bepaalde keuzes gemaakt moeten worden, maar ook zouden mogelijke oplossingen ook nu al kunnen worden uitgesloten waardoor ruimte beschikbaar blijft voor andere ontwikkelingen.



Figuur 13: uitwerken adaptatiepaden voor reserveringszones dijkversterking bij verschillende varianten van zeespiegelstijging (ZSS).

4 Buitendijks gebied

4.1 Inleiding - Terschelling

Het buitendijks gebied is het deel van het eiland dat niet beschermd wordt door primaire keringen. Dit gebied kan onderlopen als de zeespiegel stijgt. In het buitendijks gebied liggen nog wel andere waterkeringen, deze worden echter niet beheerd en zonodig versterkt. Het buitendijks gebied (de duinen en voorlanden) kunnen ook meegroeien met zeespiegelstijging. Dit is en dynamisch proces wat afhankelijk is van de hoeveelheid suppleties en ruimtelijke maatregelen om meegroeien te stimuleren.

Op Terschelling zijn buitendijks de objecten in kaart gebracht[11] zoals die zijn beschreven in hoofdstuk 2. In Tabel 12 staat het totaal aantal objecten per sector.

SECTOR	AANTAL OBJECTEN
GEBOUWDE OMGEVING EN RUIMTELIJKE ORDENING	1482
RECREATIE EN TOERISME	223
NIET ZELFREDZAMEN	13
AANLANDPUNT ENERGIE	0
HULPDIENSTEN EN ONDERSTEUNING	5
LEVENSMIDDELEN	2
WATERHUISHOUDING	8
DRINKWATER	3
ENERGIE	6
VEILIGHEID	0
ICT&TELECOM	2
LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	1
GEZONDHEID	9
INFRASTRUCTUUR	4

Tabel 12 Aantal objecten per sector op Terschelling.

De buitendijkse gebieden worden tijdens een storm ook belast door het water. Daarom zijn voor een aantal locaties ook afslagprofielen bepaald zodat duidelijk wordt of bepaalde objecten hierdoor extra gevaar lopen. Deze afslagprofielen geven aan wat de ruimtelijke impact van de maatregelen is.

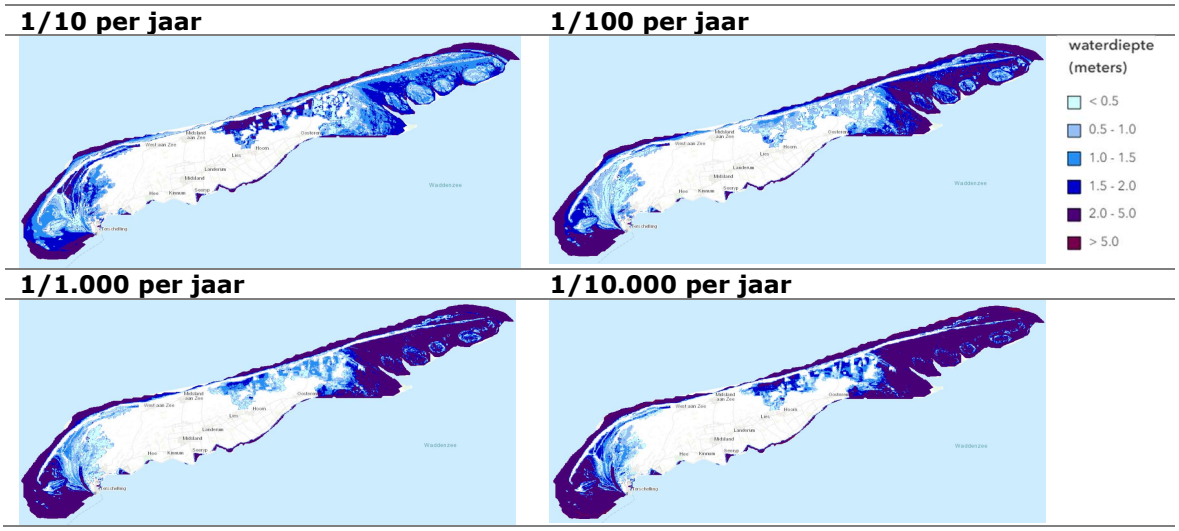
4.2 Overstroombaar gebied

Voor de inventarisatie van de ruimtelijke gevolgen voor objecten en gebieden tijdens en na een overstroming is onderscheid gemaakt in drie zichtjaren: huidig, 2050 en 2100. Voor elk ambitieniveau voor een waterveiligheidsstrategie is per zichtjaar bepaald welke gebieden kunnen overstromen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen 4 terugkeertijden: 10, 100, 1.000 en 10.000 jaar. In Figuur 14 is voor de huidige situatie de waterdiepte opgenomen bij verschillende terugkeertijden op basis van LIWO[12].

[11] Deze objecten zijn opgenomen in een database die ook kan worden ontsloten via een viewer.
[12] In het kader van de Europese Hoogwater Richtlijn (EU-ROR) worden deze overstromingskaarten de komende jaren geactualiseerd. Deze kaarten komen hierna weer beschikbaar op LIWO.

Geconstateerd is dat in de overstromingskaarten van LIWO ook gebieden overstromen die achter hoge gronden liggen. Hiervoor is een correctie uitgevoerd, overstroomde gebieden die niet verbonden zijn aan buitenwater zijn hiervoor verwijderd. Er is geen extra rekening gehouden met de rol van overige waterkeringen en duinen die wellicht kunnen doorbreken na belasting aan het water. Verondersteld is dat deze analyse al gedaan is in de beheerdersoordelen die zijn uitgevoerd bij het opstellen van de kaarten. Echter geconstateerd is dat er nog steeds hiaten zijn. Zo kunnen sommige delen mogelijk onterecht als niet overstroombaar worden beschouwd omdat ze niet meegenomen zijn in deze kaarten maar zijn er ook gebieden die te vaak overstromen omdat geen rekening is gehouden met ongereguleerde waterkeringen. In 2024 is een nieuwe actualisatie voorzien van de overstromingskaarten in het kader van de Europese Hoogwater Richtlijn (door Rijkwaterstaat).

De waterdiepte na zeespiegelstijging is een toeslag op de waterdiepte uit de actuele scenario's, de patronen zelf zijn niet aangepast omdat hiervoor de gegevens ontbraken. Een andere manier van kijken is om geen toeslag te doen op de waterdiepte maar de kans van voorkomen aan te passen op basis van de klimaatverandering. Een gebeurtenis die in de huidige situatie een kans van 1/10.000ste per jaar voorkomen heeft, heeft vanwege klimaatverandering (het SSP 8.5 scenario) in 2050 een kans van orde grootte 1/3.333^{ste} per jaar. En in 2100 is deze kans vergroot naar orde grootte 1/1.000^{ste} per jaar. Een gebeurtenis die in de huidige situatie een kans van voorkomen van 1/10de per jaar heeft zal in 2100 een kans van voorkomen van ééns per jaar hebben.



Figuur 14 Overstromingsbeelden van buitendijks gebied bij verschillende terugkeertijden.

4.3 Eisen aan objecten bij verschillende ambitieniveaus

Met name West Terschelling ligt buitendijks, dit dorp wordt kwetsbaarder bij een stijgende zeespiegel. Overwogen kan worden kades te versterken om het dorp te beschermen, dat zijn niet alleen de vitale objecten beter beschermd maar ook de rest van de woningen.

De ambitieniveaus moeten gezien worden als een stapeling. Bij een hoger ambitieniveau worden **aanvullende eisen** gesteld aan de kwetsbaarheid van de ruimtelijke omgeving. In de komende paragrafen wordt ingegaan op de consequentie van verschillende ambitieniveaus voor een waterveiligheidsstrategie. Hierbij wordt steeds gekeken naar welke objecten getroffen worden. Afhankelijk van de invulling van de ambitie moet beleid/plannen gemaakt worden om de functie van deze objecten te behouden.

De objecten in het buitendijkse gebied hebben een functie in relatie tot de continuïteit op het gehele eiland. Als referentie voor het beschermingsniveau gaan we dan idealiter uit van een vergelijkbare bescherming als binnendijks, dat betekent een eis van 1/100.000pj. Deze eis is zoals eerder opgemerkt relatief streng. Voor deze strenge eis is gekozen vanwege de afhankelijkheid van het vasteland en in de wetenschap dat het vasteland waarschijnlijk ook veel schade heeft. Omdat een 1/100.000pj scenario ontbreekt is het meest extreme scenario gekozen. Op basis van de decimeringshoogte (de toename van de waterstand bij een situatie die 10 maal extremer is) kan de toename van de waterdiepte worden geschat. Dit werkt alleen voor het gebied dat al overstroomd is. Gebied dat nu niet overstroomt maar dat wel zal doen is niet in kaart gebracht. De maximale waterdiepte is altijd minder dan de maximale zeespiegelstijging die is voorzien.

4.3.1 Schuilen & overleven (ambitieniveau 1)

Voldoende schuilplaatsen
Bij ambitieniveau schuilen & overleven gaat het om voldoende schuilplaatsen tijdens een overstroming. Hierbij wordt als eis gesteld dat minimaal 1/3 van de woningen een droge verdieping moet hebben. Een droge verdieping gaat ervanuit dat er géén water staat (0 cm en dus geen 20cm) op de begane grond of de eerste verdieping (2.65m hoog). Tabel 13 geeft het percentage woningen dat een droge verdieping heeft. In het buitendijks gebied van Terschelling zijn voldoende schuilplaatsen aanwezig in extreme situaties.

Belangrijk te realiseren bij vluchtplaatsen voor het buitendijkse gebied is dat er vaak nog en vluchtmogelijkheid zal zijn naar het binnendijkse gebied op het eiland bij vaak voorkomende overstromingen. Bij niet zo extreme situaties is dat gebied namelijk nog droog.

KANS OP VOORKOMEN OVERSTROMEN (1481 0BJECTEN)	PERCENTAGES HEEFT EEN DROGE VERDIEPING IN HUIDIGE SITUATIE	PERCENTAGES HEEFT EEN DROGE VERDIEPING IN 2050	PERCENTAGES HEEFT EEN DROGE VERDIEPING IN 2100
1/10STE PER JAAR	96%	96%	96%
1/100STE PER JAAR	95%	95%	95%
1/1000STE PER JAAR	92%	92%	92%
1/10.000STE PER JAAR	91%	90%	90%

Tabel 13 Percentage objecten van gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening dat een droge verdieping heeft in huidige situatie

De verwachting is dat toeristen op het eiland die in buitendijks gebied verblijven voldoende mogelijkheid hebben om zich naar droge objecten en/of binnendijks gebied te verplaatsen.
In totaal zijn er 223 objecten buitendijks voor recreatie en toerisme, bij een 1/10.000 per jaar gebeurtenis heeft 79% een droge verdieping.

Niet zelfredzamen, hulpverlening en energie aanlandpunt
In Tabel 14 is het overzicht van het aantal objecten per sector opgenomen. Op termijn zijn bejaardenhuizen kwetsbaar. Daarnaast is het gemeentehuis (in alle scenario's) kwetsbaar, het politiegebouw is kwetsbaar vanaf 1/1000 per jaar gebeurtenissen in de huidige situatie.

AMBITIE1 - SCHUILEN EN OVERLEVEN	# OBJ	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000
		Huidig				2050				2100			
NIET ZELFREDZAMEN	*13*	0	0	12	13	0	0	13	13	0	0	13	13
ENERGIE AANLANDPUNT	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HULPDIENSTEN	*6*	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2
LEVENSMIDDELEN	*2*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabel 14 Objecten horende bij ambitie 1 voor het buitendijks gebied.

Er zijn bejaardenwoningen buitendijks zijn kwetsbaar bij overstromingen van 1/1000 per jaar. Dat zijn situaties waarbij ook primaire waterkeringen kunnen bezwijken. De locaties met levensmiddelen liggen ook op kwetsbare locaties buitendijks.

Voor de hulpverlening gaat het om het continueren van coördinatie en het veiligstellen van het materiaal en levensmiddelen. Het gemeentehuis op het buitendijks gelegen West Terschelling is een object dat in alle scenario's kwetsbaar is voor wateroverlast. Het politiegebouw is dat bij belastingen eens in de 1/1.000 per jaar. Om de kans op overstromingen van West Terschelling te verkleinen kan op termijn worden overwogen om kades op te hogen.

4.3.2 Vitaal beschermen en bereikbaarheid (ambitieniveau 2)

Bij dit ambitieniveau gaat het aanvullend over vitale objecten en bereikbaarheid op en naar het eiland (aanlegplaatsen en bereikbaarheid via hoofdwegen). Ook gaat het over de infrastructuur voor om zo ná de overstroming weer snel inzetbaar te zijn.

In Tabel 15 zijn het aantal getroffen objecten weergegeven. Voor waterhuishouding is een rioolgemaal kwetsbaar (vanaf 1/1000pj in de huidige situatie) en gaat het om enkele stuwen. Voor drinkwater gaat het om een drinkwaterput. Bij de sector energie gaat het om enkele trafo's.

Voor het buitendijks gebied van Terschelling geldt dat de Havenweg een belangrijke verbinding is tussen het dorp en het bedrijventerrein. De gemeentewerven en verschillende aannemers bevinden zich op het oostelijk gelegen bedrijventerrein dat buitendijks ligt maar zouden ook kunnen omrijden via de noordzijde als het bedrijventerrein zelf niet is overstroomd (de kans dat dit terrein overstroomd is kleiner dan de LIWO kaarten aangeven door de aanwezigheid van keringen).
In de categorie veiligheid vallen bijvoorbeeld de KNRM, de ambulancestalling, de helihaven en de luchtverkeersleiding. Figuur 14 geeft een beeld van de 1/10.000ste per jaar situatie.

AMBITIE2 – VITAAL BESCHERMEN EN BEREIKBAARHEID	# OBJ	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000
		Huidig				2050				2100			
WATERHUISHOUDING	*8*	5	5	6	7	5	5	7	7	5	5	7	7
DRINKWATER	*3*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
ENERGIE	*6*	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1	2	3
VEILIGHEID	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICT&TELECOM	*2*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 15 De objecten die getroffen worden bij verschillende situaties.

4.3.3 Vitaal beschermen ++ (ambitieniveau 3)

Bij het derde ambitieniveau wordt aanvullend nog gekeken naar drie sectoren, namelijk land-& tuinbouw en visserij, gezondheid en infrastructuur. In Tabel 16 zijn het aantal getroffen objecten weergegeven en Figuur 23 geeft een beeld van de extreme situatie in 2100. Voor de gezondheid sector gaat het om enkele praktijkruimtes.

AMBITIE 3 - VITAAL BESCHERMEN ++	# OBJ	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000	1/10	1/100	1/1000	1/10.000
		Huidig				2050				2100			
LAND-& TUINBOUW, VISSERIJ	*1*	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GEZONDHEID	*9*	0	0	2	4	0	0	4	4	0	0	4	4
INFRASTRUCTUUR	*4*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 16 De objecten die getroffen worden bij verschillende situaties.

4.4 Afslagprofielen

Voor de Waddeneilanden zijn voor verschillende raaien langs de Rijksstrandpalenlijn afslagprofielen berekend. Een afslagprofiel is het aanwezige duinpofiel na het optreden van een zware stormconditie. De waterstanden en golven zijn afgeleid voor een stormconditie die overeenkomt met de ondergrens van het duintracé (zie Hoofdstuk 3). Deze condities zijn afgeleid met het programma Riskeer (v.23.1.1.1). In het programma Morphan (v.23.1.1.55358) worden de stormcondities gecombineerd met het aanwezige duinprofiel. De duinprofielen zijn beschikbaar voor de Jarkusraaien[13] langs de Nederlandse kust.

[13] https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search#/metadata/25664cfc-21bc-4de9-9f58-bbcd1fab7d62

De ontwikkeling van het afslagprofiel gedurende een storm volgt uit het programma Morphan door het toepassen van het rekenhart XBeach (v1.24.5956-BOI-phase3). Dit kan voor verschillende scenario's van zeespiegelstijging (zss). Per locatie (of raai) zijn de volgende stormcondities doorgerekend:

- Stormcondities bij de ondergrens in de huidige situatie
- Stormcondities met 1,21 meter zeespiegelstijging (in 2100)
- Als gevoeligheidsanalyse kijken we ook naar stormcondities met 2,0 meter zeespiegelstijging.

Stormcondities met zeespiegelstijging (1,21 en 2,0 meter) volgen uit het verhogen van de waterstanden in de stormcondities bij de ondergrens met 1,21 en 2,0 meter. De golven blijven onveranderd. Ook zijn er scenario's voor meegroeien doorgerekend waarbij de mate van meegroeien gelijk is genomen aan de mate van de zeespiegelstijging (1,21 of 2,0 meter). Dit levert dezelfde resultaten op als de stormcondities bij de ondergrens voor het huidige zichtjaar.

Voor de Waddeneilanden zijn karakteristieke raaien uitgekozen. Dit zijn raaien dwars op de Rijksstrandpalenlijn (RSP) langs de kust waar de gemeente geïnteresseerd is in de afslag van zand door een normsituatie storm en in de ontwikkeling van de raai over de tijd. Deze interesse kan komen door aanwezige bebouwing buitendijks welke geraakt zou kunnen worden of doordat het kustprofiel een groter gebied representeert. Een overzicht van de resultaten is weergegeven in onderstaande paragrafen.

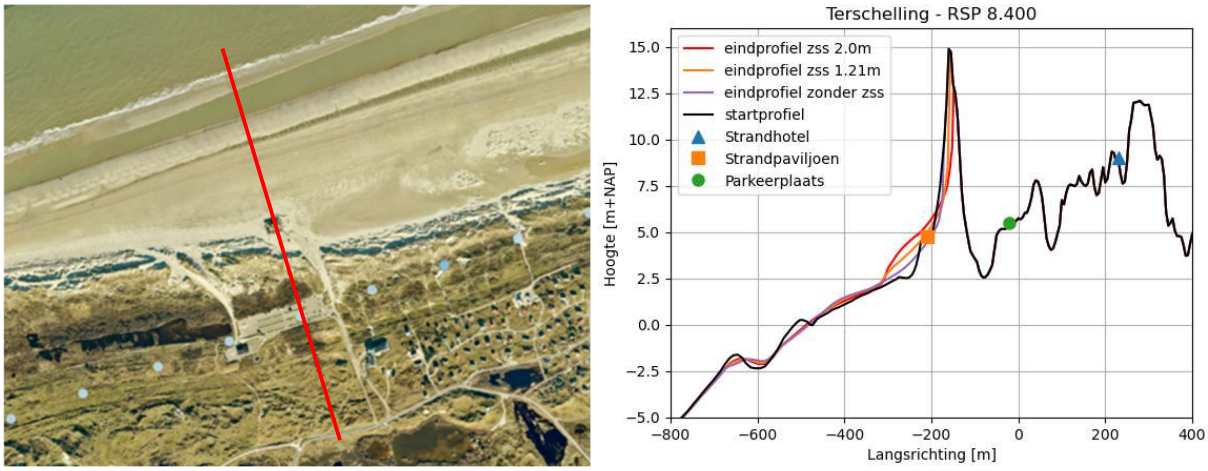
De gemeente Terschelling heeft voor het eiland vijf karakteristieke kustprofielen uitgekozen (Figuur 15). Eerst worden de raaien langs de Rijksstrandpalenlijn (RSP) bij zandige keringen uitgewerkt in. Vervolgens de harde keringen bij de haven West-Terschelling en de Eendenkooien.

Figuur 15 Overzicht locaties op het Waddeneiland Terschelling

RSP 8.40

Het kustprofiel RSP 8.40 vertoont in de huidige situatie bij een normsituatie storm nauwelijks duinerosie. Het strandpaviljoen in het duinfront op de Badweg (RSP 8.40) wordt wel geraakt. Het strandpaviljoen staat hier jaarrond. Met toenemende zeespiegelstijging gaat de erosie wel verder door tot aan de duintop maar er blijft voldoende zand om niet tot een doorbraak te komen.

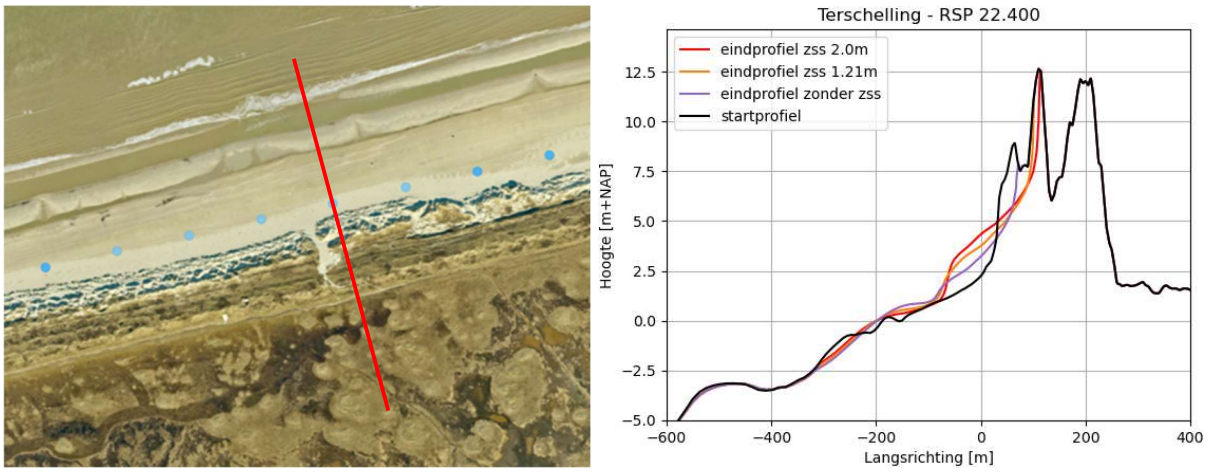
De strandopgang ten westen van RSP 8.40 is maatgevend wat betreft inundatie (of wateroverlast) achter de eerste duinenrij. De strandopgang heeft een hoogte van 8,5m+NAP. Indien profiel RSP 8.40 meegroeit met zeespiegelstijging dan kan de duintop in stand blijven. Het strandpaviljoen voor de eerste duin in RSP 8.40 moet dan wel worden aangepast.



Figuur 16 Afslagprofielen voor Jarkusraai bij RSP 8.40 op het eiland Terschelling. Links is de locatie weergeven in rood op een satellietbeeld uit 2023. Rechts het startprofiel in zwart en een afslagprofiel voor het huidige zichtjaar zonder zeespiegelstijging (paars), een afslagprofiel met 1,21m zeespiegelstijging in 2100 (oranje) en een afslagprofiel met 2,0m zeespiegelstijging in 2100 (rood). Met de iconen zijn de objecten aangegeven.

RSP 22.40

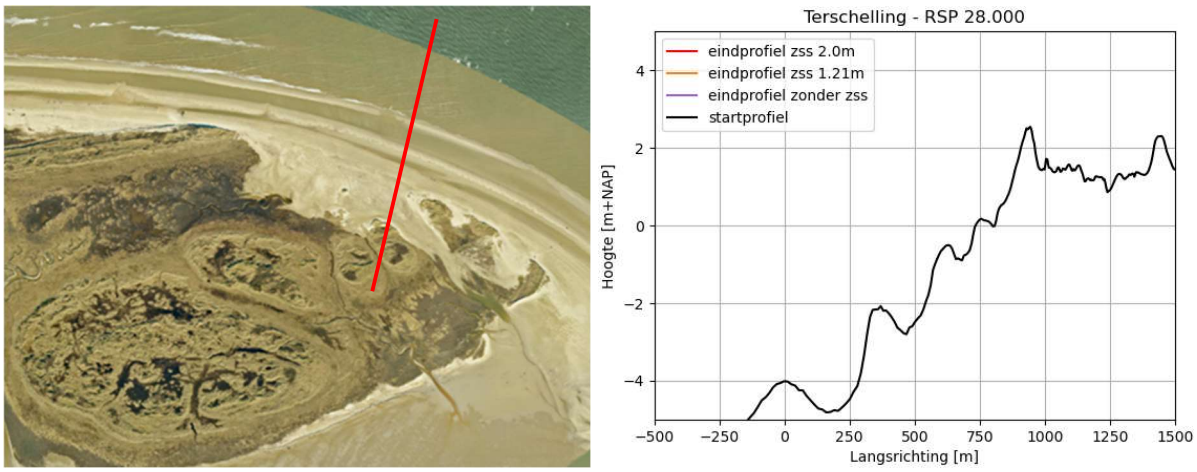
Het kustprofiel 22.40 vertoont in de huidige situatie bij een normsituatie storm meer duinerosie. Het gaat hier om een duinenrij die niet onderhouden wordt voor waterveiligheidsdoeleinden. Bij een normsituatie storm met 2.0m zeespiegelstijging breekt deze duinenrij echter nog niet door. Het volledige gebied achter deze duinenrij is wel laag gelegen <4m+NAP. Dit gebied loopt dan ook vanuit de Waddenzee regelmatig onderwater (1/10 terugkeertijd staat het gebied al flink onderwater). Een nauwkeurige 2D-modelstudie zou nodig zijn om de golfhoogtes te bepalen die kunnen optreden aan de Waddenzeezijde van de duinenrij. Er zijn geen objecten aanwezig. Indien profiel RSP 22.40 meegroeit met zeespiegelstijging dan kan de duintop in stand blijven.



Figuur 17 Afslagprofielen voor Jarkusraai bij RSP 22.40 op het eiland Terschelling. Links is de locatie weergeven in rood op een satellietbeeld uit 2023. Rechts het startprofiel in zwart en een afslagprofiel voor het huidige zichtjaar zonder zeespiegelstijging (paars), een afslagprofiel met 1,21m zeespiegelstijging in 2100 (oranje) en een afslagprofiel met 2,0m zeespiegelstijging in 2100 (rood). Met de iconen zijn de objecten aangegeven.

RSP 28.00

In het kustprofiel RSP 28.00 zijn geen objecten aanwezig. Het gaat hier om het oostelijke punt van Terschelling waar in de huidige situatie bij een normsituatie storm het kustprofiel wordt afgeslagen, waarschijnlijk ook bij een al veel vaker voorkomende storm. De Boschplaat heeft hier een hoogte van 2m+NAP en met een normsituatie stijgt de waterstand tot 4.3m+NAP. Uit de vaklodingen van 1995 t/m 2022[14] blijkt dat de geul die langs oost Terschelling loopt de afgelopen paar jaar wat verondiept is en verder van de kust is komen te liggen. Het risico voor Oost-Terschelling is daarmee de afgelopen jaren niet toegenomen.



Figuur 18 Afslagprofielen voor Jarkusraai bij RSP 28.00 op het eiland Terschelling. Links is de locatie weergeven in rood op een satellietbeeld uit 2023. Rechts het startprofiel in zwart en een afslagprofiel voor het huidige zichtjaar zonder zeespiegelstijging (paars), een afslagprofiel met 1,21m zeespiegelstijging in 2100 (oranje) en een afslagprofiel met 2,0m zeespiegelstijging in 2100 (rood). Met de iconen zijn de objecten aangegeven.

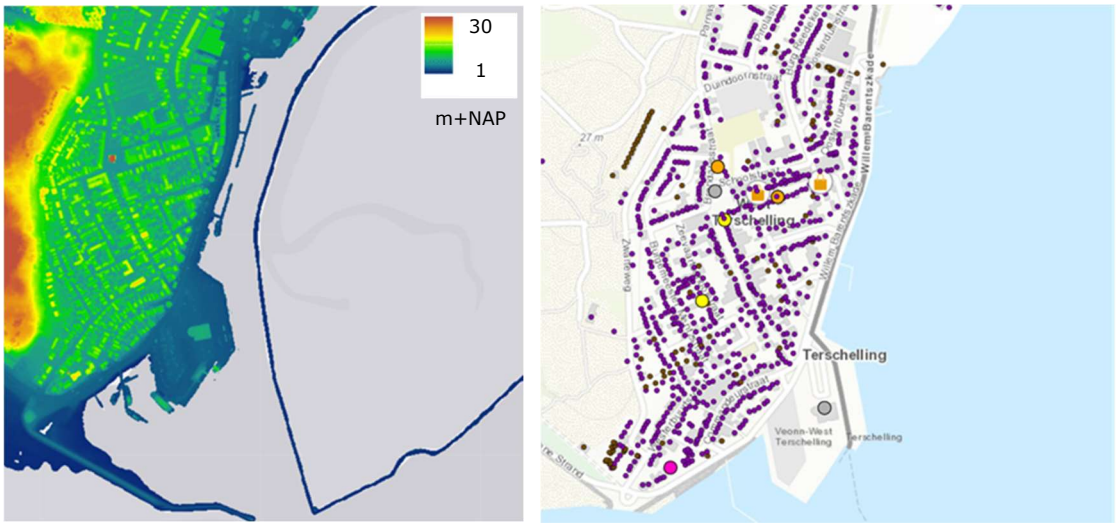
4.4.1 Harde keringen

Voor de Waddeneilanden zijn naast de zachte keringen (duinen) ook karakteristieke raaien uitgekozen voor de harde keringen (dijken en havens). Dit zijn locaties langs de kust waar de gemeenten geïnteresseerd is in de inundatie van buitendijks gebied door een normsituatie storm. Een overzicht van de resultaten is weergegeven in Figuur 19 en Figuur 20.

Haven West-Terschelling bevindt zich aan de Waddenzeezijde van het eiland Terschelling. Het staat daardoor bloot aan golfaanval vanuit de Waddenzee. Op en rondom deze locatie liggen veel (vitale) objecten buitendijks. Ook de veerboot en de telecom landt hier aan op het eiland. In het verleden zijn de overstromingsrisico's in dit gebied in beeld gebracht. De huidige keermuren zijn 3,5m boven NAP. Bij een overstroming wordt alleen de eerstelijnsbebouwing van het dorp getroffen en delen rond Dellewal. Hogere delen van het dorp zijn als vluchtplaats nabij. Het risico op slachtoffers is dus nihil maar in de lagere delen is er wel kans op wateroverlast/schade (Atelier X, 2018).

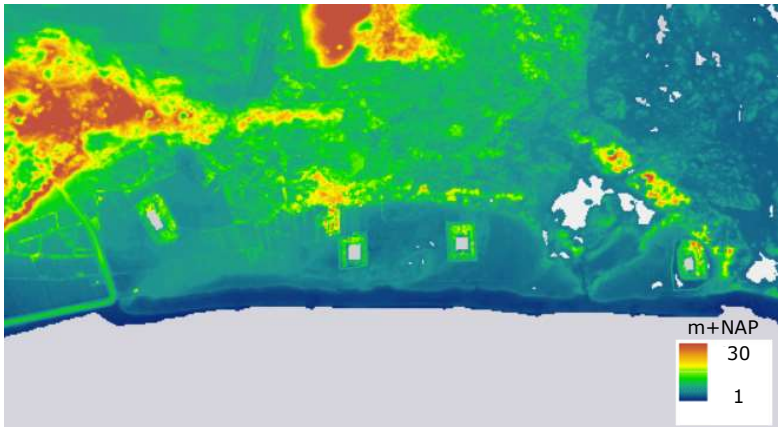
Bij een normsituatie storm in de huidige situatie is de waterstand bij West Terschelling ~4 m+NAP. Een deel van de laaggelegen dorpsbebouwing, het gebied bij de Dellewal en het haventerrein loopt dan onder. Dit is nog zonder de golfaanval die ook significant zal zijn in deze situatie. De vraag is of de keermuurtjes deze kunnen weerstaan. Daarnaast zal in 2100 bij 2 meter zeespiegelstijging het hele voorgenoemde gebied onderlopen bij een normsituatie storm.

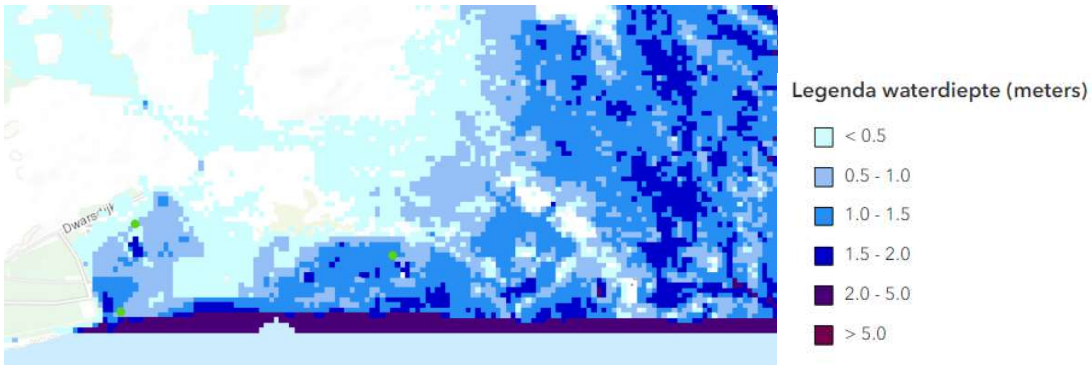
[14] Uit de 'coastviewer' van Deltares (https://www.openearth.nl/coastviewer-static/)



Figuur 19 Kustprofiel Haven West-Terschelling – Interessegebied overstromingsgevoeligheid

In onderstaand figuur is de locatie van de Eendenkooien weergegeven. Dit gebied is laaggelegen <4 m+NAP. De Eendenkooien hebben cultuurhistorische waarde. Uit overstromingsscenario's blijkt dat het gebied al bij stormen met een grote kans (1/10^{e} per jaar) onderloopt (Figuur 20).
De eendenkooien zelf zijn weliswaar wat hoger maar zullen ook schade ondervinden van het onderlopen van het omliggende gebied. Er wordt gedacht om de voorlanden verder te stimuleren om te groeien in het voorliggende gebied. Echter, deze zullen niet hoog genoeg worden om extreme waterstanden te keren en enkel de golfaanval (golven <1 m significante golfhoogte bij normsituatie storm) reduceren.





Figuur 20 Kustprofiel Eendenkooien Terschelling – Boven de locatie en het hoogteprofiel van deze raai en onder de waterdieptes met een grote kans (1/10 jaar) van voorkomen rondom de eendenkooien (zie de viewer)

4.4.2 Meegroeien duinen en voorlanden

In deze paragraaf wordt het meegroeien van duinen en voorlanden (zoals het nu gaat en met zeespiegelstijging) besproken. Hierbij is gebruik gemaakt van de Blokkendoos Levende Kust. Meegroeien is in paragraaf 2.6.2 beschreven als de toename van het volume zand in de duinen (hoger dan NAP + 3.0 m) verdeeld over de breedte van het duin (per strekkende meter), zie ook Figuur 8. Verder wordt er ook stilgestaan bij het stimuleren van meegroeien en het daarbij behorende ruimtebeslag.

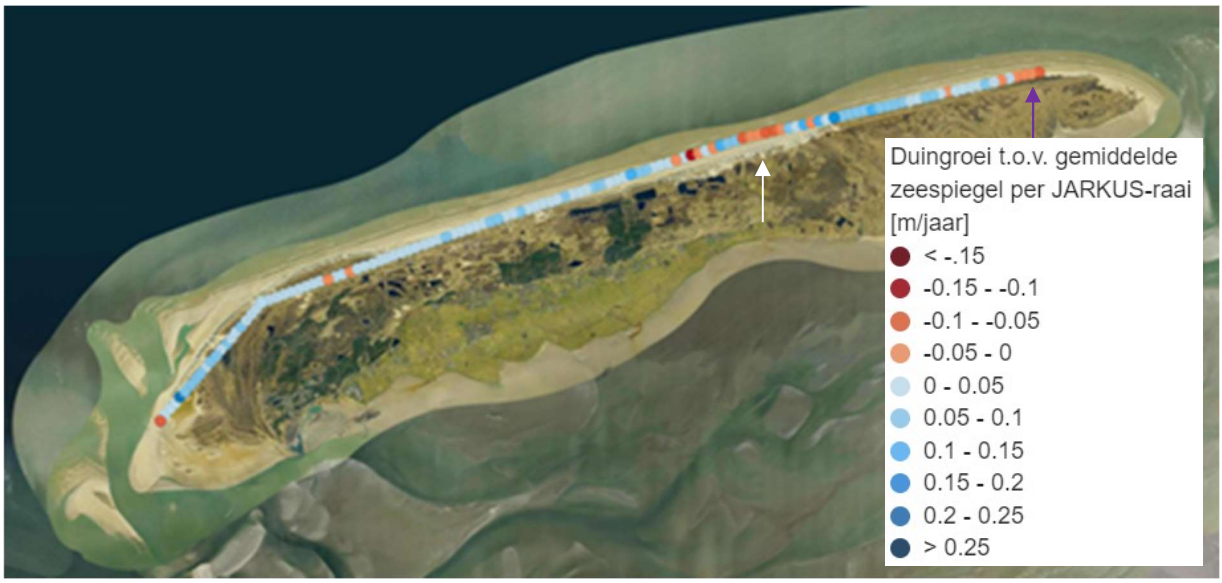
Meegroeien duinen en voorlanden zoals het nu gaat

Op Terschelling groeit het grootste gedeelte van de duinenkust aan (Blokkendoos Levende Kust) behalve in de Oostpunt. Daar is sprake van een afname in het duinvolume van de eerste duinenrij. Er zijn hier echter geen objecten achter de duinenrij aanwezig. Ook relevant is het kustprofiel RSP 8.40 (Badweg). Als wordt gekozen voor meegroeien van het profiel kan dat impact hebben op het strandpaviljoen. Alleen als actief veel verstuiving wordt gestimuleerd achter de meest zeewaarts gelegen duin zullen ook de andere objecten hierdoor geraakt worden.

Figuur 21 Blokkendoos Levendige Kust – Duingroei 1990-2021 zonder zeespiegelstijging per Jarkus-raai. Duingroei per raai is gedefinieerd (per strekkende meter) als een gemiddelde groei boven de 3m +NAP.

Meegroeien duinen en voorlanden bij zeespiegelstijging

Langs de kustlijn van Terschelling groeien de meeste profielen mee met de zeespiegelstijging. Echter is rondom RSP 18.40 (zie witte pijl) een duidelijk tekort waarvoor op termijn onderhoud nodig zal zijn. Ook in het Oostpunt, nabij RSP 25.80 (zie paarse pijl), toont een tekort. Dit is echter geen primaire waterkering. Een ander punt in het Oostpunt, RSP 22.40, groeit op dit moment voldoende mee om een zeespiegelstijging van 2 meter bij te kunnen benen. De gemeente zou meegroeien van de duinen in dit gebied nog verder kunnen stimuleren op plekken waar de duinen op dit moment erg stevig zijn om een bredere en robuustere duinenrij te stimuleren.



Figuur 22 Blokkendoos Levendige Kust – Duingroei t.o.v. 2 meter zeespiegelstijging per Jarkus-raai. Duingroei per raai is gedefinieerd (per strekkende meter) als een gemiddelde groei boven de 3m +NAP.

Stimuleren meegroeien duinen en voorlanden

Als voor de variant 'stimuleren meegroeien duinen en voorlanden' wordt gekozen zou dat voor de Waddeneilanden stimulering van aangroei betekenen. De verstuiving wordt dan meer gestimuleerd door verstuivingsgebieden en kerven te creëren in de buitendijkse gebieden, met name aan de west- en noordzijde van de eilanden. Dit zorgt voor meer aangroei en doorstuiving en zal de trend van vermindering in dynamiek keren indien deze gebieden op de juiste manier worden aangelegd (opening niet te hoog en juiste breedte), een redelijke oriëntatie hebben t.o.v. de dominante windrichting en actief onderhouden worden (embryoduinen en sommige vegetatie verwijderen). In zijn algemeenheid zou aan de noordoostkant van de eilanden meer dynamiek van de zeereep met beperkte doorstuiving gerealiseerd kunnen worden hoewel dit gezien de ligging t.o.v. de dominante windrichting lastiger te bewerkstelligen zal zijn. Ook kunnen strandtenten bijvoorbeeld iedere huur- of prachtperiode verplaatst worden om ervoor te zorgen dat het doorstuiven over het gehele gebied kan plaatsvinden en/of op palen gezet kunnen worden die voldoende hoog zijn en ver uit elkaar staan om doorstuiving zo min mogelijk te hinderen. Eventueel zouden kerven aangelegd kunnen worden om dynamiek te bevorderen. Doorstuiving en daarmee sterkere aangroei van de duinenkust aan de oostzijde van de eilanden realiseren zal lastig zijn omdat vanwege de dominante windrichting vanuit het zuidwesten dit gebied waarschijnlijk niet of nauwelijks zal aangroeien.
Een voorbeeld voor Terschelling is weergegeven in onderstaande Figuur 23.

Figuur 23 Locaties waar doorstuiving (windvaantjes) en waar meegroeien van voorlanden (🌊) gestimuleerd kan worden binnen ambitieniveau 2. In paars de primaire kering.

Ruimtebeslag door stimuleren meegroeien duinen en voorlanden

Deze variant bouwt op, op de vorige variant. De maatregelen die daarin voorgesteld zijn gelden ook voor dit ambitieniveau. In dit ambitieniveau nemen we ook verstuivingsgebieden langs het gehele noordoostelijke duingebied op. Het vraagt nader onderzoek of verstuiving aan de zeezijde van de primaire kering leidt tot op termijn een robuustere duinwaterkering en of de aanleg van verstuivingsgebieden de duinwaterkering niet teveel verzwakt (duinwaterkering moet natuurlijk ten allen tijden aan de normering voldoen). Dit heeft als gevolg dat verschillende binnendijks gelegen functies vaker onderstoven raken.

Daarnaast zou in dit ambitieniveau aan de gehele zuidzijde van de eilanden voorlandaangroei gestimuleerd worden. Omdat dit vooral open gebied betreft zijn er kennisvragen hoe dit het beste te bewerkstelligen. Wellicht kan er een zogenaamde 'Slibmotor[15]' ingezet worden waarbij strategisch kiezen van de locatie om gebaggerd sediment te deponeren leidt tot sterkere aangroei van voorlanden. Een voorbeeld voor Terschelling is weergegeven in onderstaand Figuur 24.
Hier wordt wel bij opgemerkt dat het transport langs de oostzijde (waar geen geulen zijn) een kostbare aangelegenheid is. Een reële vraag is of deze optie kosteneffectief is (nog afgezien van natuurwetgeving).

[15] https://www.ecoshape.org/nl/pilots/slibmotor-haven-van-harlingen/

Figuur 24 Locaties waar doorstuiving (windvaantjes), waar meegroeien van voorlanden ( ) en waar luwte (hekjes) t.b.v. meegroeien gestimuleerd kan worden binnen ambitieniveau 3. In paars de primaire kering.

4.5 Maatregelen

Om te voldoen aan de gestelde eisen binnen de ambitieniveaus zijn verschillende maatregelen denkbaar. Deze maatregelen verschillen per ambitieniveau, waarbij het uiteindelijk draait om functieverlies te voorkomen.

Bij het ambitieniveau schuilen en overleven wordt nu voldaan aan de eis voor voldoende **schuilplaatsen**. Zeker als in overweging wordt genomen dat mensen in veel gevallen naar het binnendijkse gebied kunnen vluchten. Voor de elektriciteitsaansluiting moet gekeken worden hoe deze minder kwetsbaar gemaakt kan worden tegen overstromingen. Dit is een object waarbij de functie sterk locatie-afhankelijk is en niet zomaar te verplaatsen is.

Wanneer we kijken naar het tweede en derde ambitieniveau draait het om vitale objecten beschermen en het eiland bereikbaar te houden. Wat betreft de **vitale objecten** moet gekeken worden of deze tijdelijk hun functie verlezen (tijdens de overstroming) of daadwerkelijk kapotgaan en daarmee langere tijd hun functie verliezen. Als hier sprake van is kan ofwel het ontwerp aangepast worden of wel plannen gemaakt worden om langdurige uitval te voorkomen.

De mate waarin het meegroeien van de kust (voorlanden en duinen) gestimuleerd wordt is een beleidskeuze en raakt aan de identiteit van het eiland. Het noordoostelijke deel van Terschelling bijvoorbeeld is belangrijk voor de identiteit en functies van het eiland. Meegroeien stimuleren kan hier een natuurvriendelijke manier zijn om de waterveiligheid in dit gebied te vergroten en de natuurlijke dynamiek en ecologie die daarbij hoort te stimuleren. Indien ervoor gekozen wordt dit meegroeien niet (extra) te stimuleren kan het noordoostelijke deel van Terschelling niet goed meegroeien met de zeespiegelstijging (zie de toekomstige trend, Figuur 22). De stevigheid van de duinen kunnen als dat nodig is gewaarborgd worden door extra zand handmatig aan de duinen toe te voegen. Hetzelfde geldt voor de andere duingebieden op het eiland.

Voor de niet-primaire waterkeringen op het eiland geldt dat de bescherming door deze (vaak gemeentelijke) keringen achteruit zal gaan door zeespiegelstijging.

Deze keringen kunnen door lokale beschermingsmaatregelen versterkt worden of objecten die daarvan afhankelijk zijn kunnen verplaatst worden. Deze keringen zouden door het meegroeien van voorlanden en duinen mogelijk minder opgehoogd hoeven te worden en de effecten van een eventuele doorbraak zullen verkleinen door het hogere voorland omdat minder water naar binnen zal stromen. De haalbaarheid en snelheid van het natuurlijk verhogen van de voorlanden staat ter discussie vanwege de relatief geringe hoeveelheid sediment in de waterkolom aan de Waddenzeezijde van Terschelling.

5 Synthese en aanbevelingen

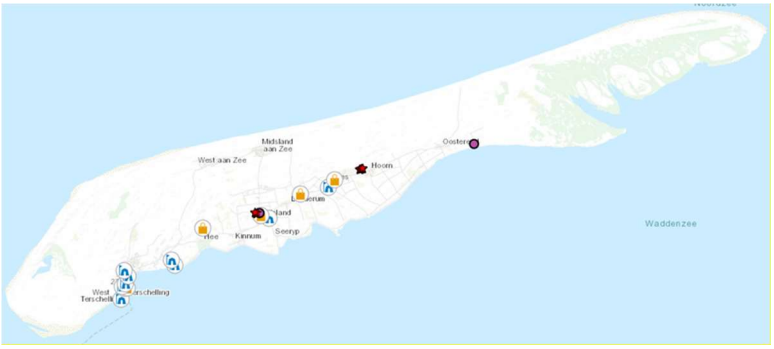
5.1 Synthese

De Waddeneilanden zijn uniek in Nederland. In geval van een (dreigende) overstroming kan de verbinding met het vasteland enige tijd wegvallen. De herstelperiode kan lang duren, zeker als er schaarste is aan middelen en andere delen van Nederland ook zijn getroffen. Voor alle objecten kan worden bepaald wat de overstromingsgevoeligheid (met >20cm) en de 'maatgevende waterstanden' in verschillende zichtjaren gegeven verwachte klimaatverandering is. De vraag is op hoeveel objecten het ruimtelijk beleid van toepassing is. In het onderzoek zijn verschillende ambitieniveaus beschouwd voor het ruimtelijke beleid. Dit ruimtelijk beleid is aanvullend op het beleid voor preventie (keringen) en kustlijnzorg. Het ruimtelijk beleid draagt bij aan snelle terugkeer naar een normale(re) situatie na een overstroming. Het ruimtelijk beleid heeft ook impact op de crisisbeheersing, hoe robuuster de inrichting op de Waddeneilanden hoe groter de leefbaarheid bij rampen en hoe kleiner de opgave bij hulpverlening. Het ambitieniveau zelf is een keuze voor bestuurders. Vier mogelijke ambities zijn geformuleerd, uitgaande van de maximale waterdieptes die kunnen optreden bij extreme situaties.

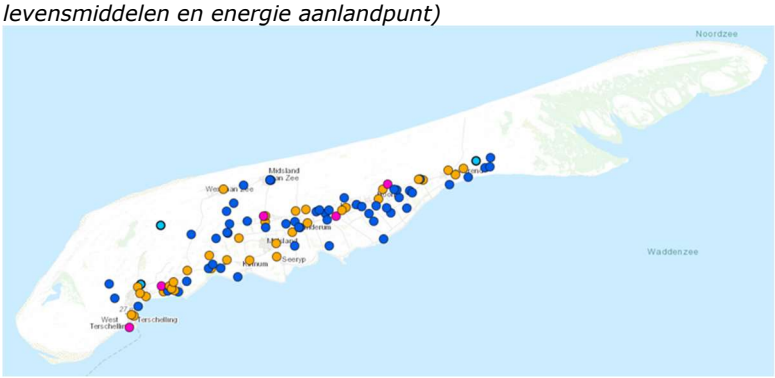
- Ambitie 1: Schuilen en overleven
- Ambitie 2: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur
- Ambitie 3: Schuilen, overleven en basis voor herstel vitale infrastructuur ++
- Ambitie 4: Voorkomen impact aan alle bebouwing. Ambitie 4 is bestempeld als onhaalbaar en niet verder uitgewerkt. Het is vanuit de historie van de Waddeneilanden en de omvang van nieuwe ontwikkelingen niet reëel te veronderstellen dat alle nieuwbouw (en reconstructie) zo wordt vormgegeven dat er geen schade is bij een overstroming. Ambitieniveau 4 komt hiermee te vervallen.

De ruimtelijke inspanning bij ambitie 3 is groter dan bij 2, en die van 2 groter dan bij 1. Het is niet nodig om de inspanning nu direct te leveren, hierdoor zouden de kosten erg hoog zijn. Het is aantrekkelijker om mee te liften met groot onderhoud en vervangingsopgaven de komende decennia. Dit vereist wel een keuze in de ambities, en een duidelijke verankering in de ruimtelijke planvorming met ontwerpeisen.

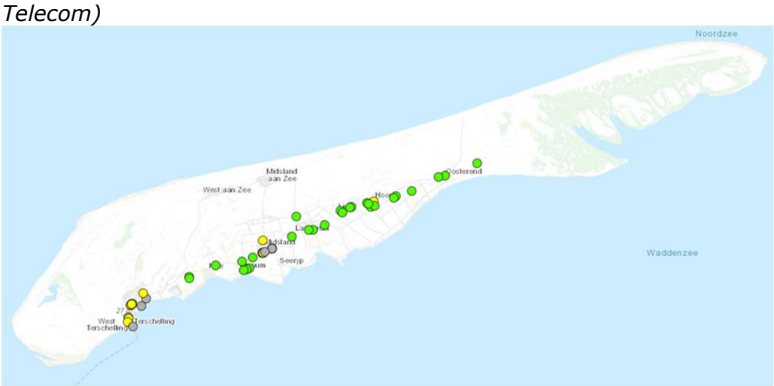
In het afwegingskader is onderscheid gemaakt in de kosten (en wie deze draagt), de verantwoordelijkheden en de uitvoerbaarheid. Uit de pilots blijkt dat het aantal objecten waarvoor maatregelen nodig zijn bij ambitie 1, 2 en 3 beperkt is, zeker als kan worden aangesloten bij geplande vervangingsopgaven. Door het koppelen aan vervangingsopgave en nieuwbouw zijn de kosten relatief beperkt, en onderdeel van deze vervangingsopgave. De kosten zijn vooral voor rekening van de eigenaren van de objecten en onderdeel van de (ver)bouwkosten. De strategieën zijn wat betreft uitvoerbaarheid niet echt onderscheidend. Ambitieniveau 1 zou wellicht meer 'ad hoc' geregeld kunnen worden maar vereist ook inzicht in maatgevende waterstanden en overstromingscontouren. Voor de andere ambitieniveaus is dat ook nodig. Omdat de realisatie van maatregelen enige tijd (mogelijk decennia) zal vergen is het van belang om het goed te borgen in de planvorming zodat het een randvoorwaarde is bij de uitvoering. Hierdoor kan eenvoudig getoetst worden bij vergunningverlening of aan de eisen wordt voldaan, en kan ook toezicht worden gehouden.



Ambitie 1 (hulpverlening en ondersteuning, niet zelfredzamen, levensmiddelen en energie aanlandpunt)



Ambitie 2 (Waterhuishouding, drinkwater, energie, veiligheid en ICT & Telecom)



Ambitie 3 (Land- en Tuinbouw en Visserij, Gezondheid, Infrastructuur)

Figuur 25 in kaart gebrachte objecten per ambitieniveau

De kosten van rampenplannen zijn relatief goedkoop al vergen die wel een inspanning (inclusief het onderhoud middels oefeningen). De afhankelijkheid van rampenplannen neemt af naarmate de ambitie in het ruimtelijk beleid groter is, echter rampenplannen zullen wel nodig blijven al is het om mensen te waarschuwen en bij te dragen aan het herstel en redding/evacuatie.
Extra investeren in waterkeringen (met zwaardere normen) is natuurlijk ook een mogelijkheid, hierdoor neemt de kans op een overstroming af maar er blijft een risico. Het verhogen van deze normen is nu niet aan de orde. Dat vereist dat er ook in dat geval expliciete keuzes nodig zijn voor ruimtelijk beleid en risico acceptatie.

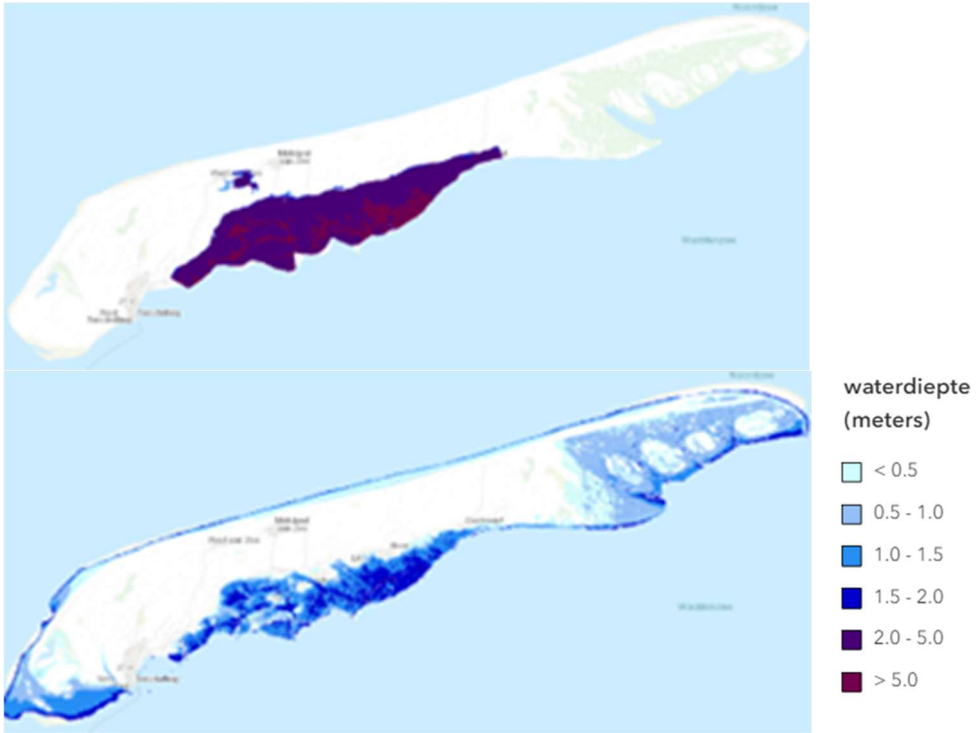
In het huidige onderzoek is vooral gekeken naar het aantal objecten dat wordt blootgesteld, waarbij uitval is verondersteld.

Aanvullend zou nog gekeken kunnen worden in welke mate de functie weer kan worden opgestart als het water weg is, of snel hersteld kan worden, zeker als blijkt dat het water enige dagen na een doorbraak is gezakt waardoor grote delen weer droog staan. Nu is verondersteld dat bij blootstelling aan meerdere decimeters water het object uitvalt, onderzocht kan worden bij welke waterdiepte een functie uitvalt.

Voor nieuwbouwlocaties, die beperkt zijn op de eilanden, geldt dat bij de locatiekeuze rekening gehouden kan worden met het overstromingsrisico. Zo kan er onderscheid worden gemaakt in wel en niet overstroombaar gebied of een droge verdieping als vereiste. Binnen het overstroombaar gebied zijn gebieden die hoger liggen dan het gemiddeld hoogtij aantrekkelijker dan gebieden die lager liggen omdat deze eerste gebieden niet overstromen of relatief snel droogvallen.

Binnendijks

Voor het binnendijks gebied neemt de verwachte maximale omvang (en vooral de diepte) van een overstroming toe in de toekomst. De kans op een overstroming blijft echter gelijk omdat waterkeringen worden versterkt. De maximale diepte is echter tijdelijk en alleen tijdens de piek. Nadat de zeewaterstand daalt zal ook water weer richting zee stromen, echter niet alles (met name in bedijkt gebied). Dat betekent dat het van belang is dat inwoners en toeristen een korte tijd kunnen schuilen zodat ze kunnen overleven (waarvoor ook evacuatieplannen nodig zijn).
Uit de analyse blijkt dat er voldoende schuilplaatsen zijn voor inwoners en toeristen.
Met name toeristen hebben wellicht hulp nodig om deze te vinden.

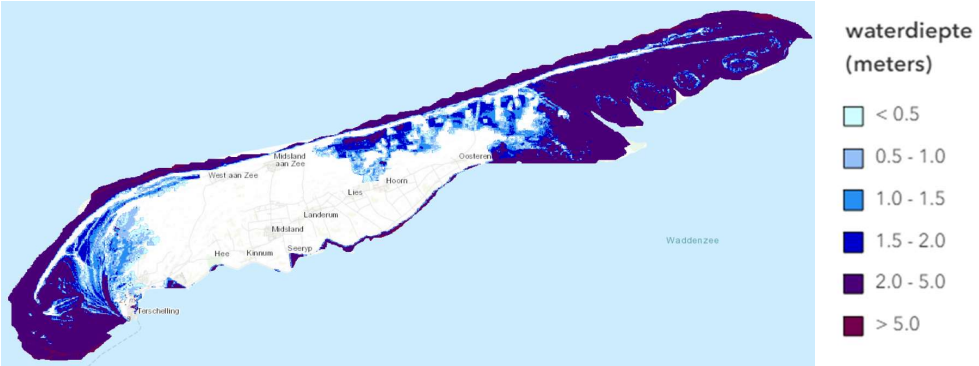


Figuur 26: Waterdieptes in 2100: Links is de maximale waterdiepte tijdens een extreme overstroming. Rechts is de geschatte waterdiepte enkele dagen na een overstroming waarbij het water op vrij verval kan wegstromen door het getijde. (NB: het overstroomde gebied is weergegeven op basis van de huidige normsituatie, in de situatie van 2100 zal er een verschil met waterdieptes van maximaal 1 m waterdiepte bij komen afhankelijk van de maaiveldhoogte)

Na het zakken van het water kunnen schuilplaatsen worden verlaten en kan een eerste herstel gaan plaatsvinden. Ook kunnen toeristen en inwoners dan naar de wal reizen. Herstel (en de leefbaarheid) kan worden bespoedigd door middelen, inclusief eten en drinken, veilig te stellen voorafgaand aan de overstroming zodat de periode beter overbrugd kan worden tot de verbindingen met de vast wal hersteld zijn. Een aantal objecten, zoals het energie aanlandpunt zijn cruciaal voor de voorzieningen en de leefbaarheid op het eiland. Overwogen kan worden deze locatie te wijzigen, lokaal te beschermen of in te zetten op een snel herstel. Het is nog onduidelijk wat de herstelmogelijkheden zijn van deze objecten en of uitval kan worden voorkomen bij de kritieke waterdieptes.

Buitendijks

Het buitendijkse gebied is inherent onderdeel van de identiteit van de Waddeneilanden. Voor buitendijks gebied geldt dat hoogwater en overstromingen in de toekomst vaker voorkomen. Dit buitendijks gebied, deels beschermd door duinen en keringen vergt onderhoud. Dit gebied (evenals duinen en voorlanden bij primaire waterkeringen) kan (al dan niet vertraagd) meegroeien met zeespiegelstijging. De snelheid is afhankelijk van de locatie en de mate waarin dit meegroeien - een natuurlijk proces - wordt gestimuleerd.



Figuur 27 Waterdiepte bij een 1/10.000 per jaar situatie in de huidige situatie. In 2100 komt deze situatie ongeveer 1/1.000pj voor. (NB: het overstroomde gebied is weergegeven op basis van de huidige normsituatie, in de situatie van 2100 zal er een verschil met waterdieptes van maximaal 1 m waterdiepte bij komen afhankelijk van de maaiveldhoogte<0,5 en 0,5-1,0 m)

5.2 Conclusies en aanbevelingen

Conclusie 1. De studie laat zien dat de impact van zeespiegelstijging anders is voor het binnendijks en buitendijks gebied. Voor het binnendijkse gebied zorgen de waterkeringen voor een ondergrens in de kans van voorkomen van overstromingen. Voor het buitendijks gebied betekent zeespiegelstijging dat overstromingen vaker voorkomen, tenzij het gebied meegroeit met de zeespiegel of dat waterkerende elementen ook worden versterkt. Dit betekent dat er zicht moet zijn op deze waterkerende elementen, welke eisen hieraan gesteld worden en mogelijke ruimtebeslag voor toekomstige versterkingen. Het dorp West-Terschelling wordt kwetsbaarder voor overstromingen, hier is meegroeien erg lastig omdat er al een harde kering ligt. Het ligt voor de hand om op termijn hier kades te versterken.

Conclusie 2: Er zijn voldoende mogelijkheden voor inwoners en toeristen om op het eiland te schuilen. Binnendijks is het aantal locaties wel beperkt, orde grootte een kwart van de woonobjecten en een derde van de toeristenobjecten hebben voldoende schuilmogelijkheden.

Buitendijks zijn er echter veel schuilmogelijkheden. Van de ruim 4500 in kaart gebrachte objecten bij de meeste extreme situatie heeft buitendijks 90% van de objecten en binnendijks 30% van de objecten een droge begane grond of verdieping gedurende de overstroming. In deze schatting is ervan uitgegaan dat tijdens het seizoen dat er dijkdoorbraken mogelijk zijn er vrijwel geen mensen kamperen.

Aanbeveling 1: Zorg dat bewoners en toeristen bekend (kunnen) zijn met mogelijke schuillocaties en wat van hen verwacht wordt om enkele dagen te overleven. Voor de uitwerking van dit handelingsperspectief is risico- en crisiscommunicatie het vertrekpunt. Aanbevolen wordt dat de veiligheidsregio hiervoor een strategie opstelt op basis van de uitwerking van rampenplannen (waarin ook de mogelijkheden om vooraf het eiland te verlaten nog worden gemaximaliseerd). Aanbevolen wordt ook de eilandgemeentes en recreatiebedrijven bij de uitvoering te betrekken omdat deze daadwerkelijk het contact hebben met de inwoners en toeristen.
Daarnaast wordt aanbevolen om extra schuilplaatsen te ontwikkelen voor bewoners en toeristen om ook in 2100 voldoende schuilplaatsen te hebben.

Conclusie 3: Voor vitale en kwetsbare objecten kunnen voorzieningen worden getroffen om de te schuilen en de overlevingskansen te vergroten (ambitie 1), en om aanvullend de vitale infrastructuur sneller te herstellen (ambitie 2 of 3) zodat de samenleving op het eiland sneller kan herstellen. Als ontwerpcriterium voor deze vitale objecten is hierbij een extreme overstroming gekozen omdat het vaste land mogelijk ook is getroffen en de eilanden mogelijk de eerste dagen op zichzelf zijn aangewezen. Het aantal objecten (en dus de kosten en de betrokken stakeholders) neemt toe als het ambitieniveau hoger ligt. In Tabel 17 is het aantal kwetsbare objecten opgenomen per ambitieniveau.

TERSCHELLING	BINNENDIJKS			BUITENDIJKS		
	Aantal objecten	O.b.v. maximale waterstand (en na een overstroming)		Aantal objecten	O.b.v. maximale waterstand bij 1/10.000 gebeurtenis	
AMBITIE 1						
SECTOR		**Heden**	**2100**		**Heden**	**2100**
NIET ZELFREDZAMEN	28	28 (0)	28 (3)	13	13	13
AANLANDPUNT ENERGIE	2	2 (0)	2 (0)	0	0	0
HULPDIENSTEN EN ONDERSTEUNING	4	4 (0)	4 (3)	5	2	2
LEVENSMIDDELEN	4	4 (0)	4 (0)	2	2	2
AMBITIE 2						
WATERHUISHOUDING	47	39 (8)	40 (31)	8	7	7
DRINKWATER	0	0 (0)	0 (0)	3	0	1
ENERGIE	28	24 (0)	24 (6)	6	3	3
VEILIGHEID	0	0 (0)	0 (0)	0	0	0
ICT&TELECOM	3	2 (0)	2 (0)	2	0	0
AMBITIE 3						
LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	24	26 (0)	26 (8)	1	1	1
GEZONDHEID	8	8 (0)	8 (7)	9	4	4
INFRASTRUCTUUR	4	4 (0)	4 (4)	4	1	1

Tabel 17: Aantal objecten in huidige situatie en 2100 dat kwetsbaar is voor overstromingen in de huidige situatie en in 2100 bij een extreme overstroming. Voor primaire waterkeringen is onderscheid gemaakt in de maximale waterstand tijdens de overstroming en enkele dagen na de overstroming als het water vrij is kunnen afstromen. Voor buitendijks gebied is uitgegaan van het extreemste scenario wat het meest vergelijkbaar is met de binnendijkse situatie.

Aanbeveling 2: De gemeente wordt geadviseerd het ambitieniveau vaststellen waarbij het gaat de kaders die gelden voor verschillende functies en objecten bij voor nieuwe ontwikkelingen en renovatie. Het vastgestelde ambitieniveau zal in omgevingsplannen moeten worden verankerd zodat er duidelijkheid is voor alle stakeholders. Dat betekent dat de gemeente:

- Kaders en richtlijnen opstelt voor het ruimtelijk beleid voor nieuwe ontwikkelingen en renovatie in samenspraak met de ruimtelijke partners (als provincie, waterschappen en Rijkswaterstaat). Het gaat dan om ontwerphoogten (op basis van waterstanden) en randvoorwaarden om van deze ontwerphoogtes af te wijken (bijvoorbeeld als door andere maatregelen de continuïteit van de functie of voldoende snel hersteld kan worden geborgd). Geadviseerd wordt om deze te verankeren zodat bij vergunningaanvragen voor nieuwe ontwikkelingen hieraan getoetst kan worden. De maatgevende waterstanden zoals deze zijn afgeleid in deze studie kunnen worden gebruikt als ontwerprandvoorwaarde voor nieuwe gebouwen.
- In overleg gaan met de beheerders van de vitale objecten over mogelijke maatregelen bij nieuwbouw of renovatie. Hierbij kan worden gekeken naar fysieke maatregelen om de gevolgen op de beoogde locatie te verkleinen en of naar andere locaties te kijken. Ook kan worden gekeken naar mogelijkheden voor extra bescherming (met de waterbeheerder) of noodmaatregelen (met de veiligheidsregio). Een belangrijk aspect hierbij is inzicht te krijgen in de verdeling van de kosten en baten en het maken van afspraken hierover. Belangrijk hierbij is te benadrukken dat de kaders gaan over nieuwbouw en vervangingsopgave, en de maatregelen voor waterveiligheid worden gerealiseerd als onderdeel van andere (grotere) investeringen en dat zo wordt verwacht dat de meerkosten beperkt zijn.
- Om het dorp West-Terschelling te beschermen kan overwogen worden om ook de kade te versterken (en deze ruimtelijk in te passen) om de kans van voorkomen te verkleinen. Hierdoor overstromen ook de woningen minder vaak.

Aanbeveling 3: De gemeente wordt geadviseerd om op basis van de opgedane inzichten te bepalen of er nu al objecten of netwerken acute aandacht vragen. In eerste instantie wordt geadviseerd hiervoor objectgerichte rampenplannen op te stellen, als deze het risico nog niet afdekken zijn mogelijke fysieke maatregelen noodzakelijk.

- Objectgerichte rampenplannen (door de overheid) en continuïteitsplannen (door de (semi)private object eigenaren en zorginstellingen) kunnen het risico reduceren ook voor situaties die nu al kunnen voorkomen. Hierbij kan worden aangesloten bij de ontwikkeling van handelingsperspectieven zoals die worden uitgewerkt door de veiligheidsregio's. Naast de eerdere genoemde uitwerking voor evacuatie en schuilmogelijkheden ligt een nadere uitwerking voor niet- of minder zelfredzamen mensen voor de hand, en het veiligstellen van hulpverleningsmateriaal (incl. materiaal van loonbedrijven) en de energie aanland punten voor de hand.
- Indien met deze noodmaatregelen het risico onvoldoende kan worden afgedekt kan worden overwogen om ook fysieke maatregelen te nemen (dit is een politieke keuze). De gemeente zal deze afweging moeten maken en dan het gesprek aangaan met de betrokken beheerders. Als deze enkel vanuit het doel van waterveiligheid worden genomen, en niet gekoppeld aan andere ontwikkelingen, zijn de kosten dus relatief hoog. Tegelijkertijd geldt hierbij dat de ambitie in het Deltaprogramma is om in 2050 klimaatrobuust te zijn.

Aanbeveling 4: Het verdient aanbeveling om de typering van vitale objecten eenduidig vast te stellen in omgevingsplannen van de gemeente en de lijst met deze objecten ook te beheren en onderhouden en hierover afspraken te maken met de veiligheidsregio en waterbeheerders.
Deze lijst met objecten kan worden gecombineerd met de overstromingsscenario's uit LIWO die ook continu worden verbeterd door de waterschappen en Rijkswaterstaat. Het verdient dan ook aanbeveling om frequent (bijv. eens in de 6 jaar gekoppeld aan de actualisatie van de hoogwaterrichtlijn) de overstromingskaarten te actualiseren op basis van LIWO zodat er een actuele en betrouwbare basis ligt onder de omgevingsplannen van de gemeente. Om dit onderhoud te kunnen doen zijn de volgende acties noodzakelijk:

- De basisdata moeten op orde zijn. Dat betekent dat de gemeente ervoor moet zorgen dat het BAG actueel is, inclusief een typering van de objecten naar de klassen van de vitale objecten en het aantal bouwlagen voor schuilmogelijkheden. De waterbeheerders zullen er voor moeten zorgen dat de overstromingskaarten en kansen actueel zijn.
- Indien aangesloten wordt bij het KRO bestand als basisbestand over objecten (waarin meerdere bronnen inclusief het BAG) worden meegenomen zullen hierover afspraken gemaakt moeten worden met de veiligheidsregio zodat deze informatie toegankelijk is.
- De informatie zal voor beleidsmakers bij de gemeente eenvoudig ontsloten moeten kunnen worden. De viewer zoals ontwikkeld in dit project kan hiervoor een basis bieden.

Conclusie 4. Om de waterkeringen en buitendijks gebied op orde te houden is er wel ruimte nodig die groter wordt naarmate de zeespiegel stijgt.

- Voor Terschelling is het ruimtebeslag van dijkversterkingen met groene dijken fors. Soms zijn het enkele tientallen meters maar soms ook 100 meter. Het aantal woningen wat bij groene dijken mogelijk conflicteert is beperkt tot enkel tientallen bij 5 meter zeespiegel-stijging.
- Voor het buitendijks gebied geldt dat het stimuleren van het meegroeien van duinen en voorlanden ook ruimtebeslag vraagt. Het stimuleren van deze natuurlijke processen is een keuze. Het gaat hierbij enerzijds over de omvang en anders in andere mogelijke oplossingen als (tijdelijk) onderhoud met machines. Een keuze voor het stimuleren van meegroeien betekent dat er minder periodiek onderhoud nodig is maar vraagt een grotere inspanning dan de huidige geplande suppleties. Een meerwaarde van het stimuleren van meegroeien is dat bijvoorbeeld kerven ook natuurlijke meerwaarde opleveren. Aan de wadkant is dat echter veel lastiger en het handelingsperspectief meer beperkt.

Aanbeveling 5: Conform de ambitie binnen water en bodem sturend om de reserveringszones rondom waterkeringen te actualiseren wordt dan ook aanbevolen om dit voor zowel voor de waterkeringen als het meegroeien van duinen en voorlanden vast te leggen in het ruimtelijk beleid. Dit vergt een samenspel tussen waterbeheerder en gemeenten. De waterbeheerder zal in kaart moeten brengen wat het benodigde ruimtebeslag is gegeven de wijze van uitvoering.
De interactie tussen gemeente en waterschap en RWS vindt plaats over de mogelijke wijze van uitvoering van deze maatregelen, zeker als ruimtelijke impact is. De uiteindelijke reserverings-zones zullen in de ruimtelijke plannen van waterschap, gemeente en wellicht provincie vastgelegd moeten worden.

Aanbeveling 6: Bepaal eisen en verantwoordelijkheden voor (onderhoud) van beschermings-werken in buitendijks gebied. Waar de beschermingswerken in buitendijks gebied niet onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat of het waterschap vallen ligt het in de rede dat de gemeente hiertoe, in samenwerking met deze overheden en de beheerders/eigenaren, de mogelijkheden onderzoekt.

Verder zijn de overige aandachtspunten opgesteld:

- De beschikbaarheid en kwaliteit van de buitendijkse overstromingsscenario's is een aandachtspunt. De beschikbaarheid gaat over het ontbreken van voldoende extreme scenario's en scenario's voor het zichtjaar 2100. Op dit moment is klimaatverandering vertaald in een impact op de kans van voorkomen en een toeslag op de waterdiepte van gebieden die reeds overstromingen. De impact van veranderende overstromingspatronen is niet in kaart gebracht. Voor de buitendijkse gebieden is verder de ruimtelijke resolutie van de waterdieptekaarten, de duiding van de sterkte van niet primaire keringen van belang en de correcte begrenzing van deze gebieden. Vanaf 2024 is voorzien dat overstromingen van buitendijkse gebieden door Rijkwaterstaat worden geactualiseerd in het kader van de Europese Hoogwaterrichtlijn. Aanbevolen wordt dan in meer detail te kijken naar de benoemde aandachtspunten en de nieuwe scenario's over te nemen.

- Een tweede aandachtspunt is de definitie van vitale en kwetsbare objecten. Er bestaat nog geen eenduidige lijst van definities en een duidelijke bron waarin deze objecten (correct) zijn opgenomen. De lijst die nu is samengesteld is gebaseerd op het KRO bestand van de veiligheidsregio's, de BAG en open data van energieleveranciers. Deze lijst is aangevuld op basis van een beheerdersoordeel. Het kan niet met zekerheid worden gezegd dat de huidige lijst compleet en correct is. Voor dit onderzoek is dat niet erg omdat gekeken is naar de huidige objecten met name met als doel om een beeld te vormen van consequenties van een ambitieniveau. Bij de uitwerking gaat het vooral om nieuwe ontwikkelingen waarbij op dat moment gekeken kan worden naar de ambities en ontwerprandvoorwaarden. Het verdient wel aanbeveling om een eenduidige lijst op te stellen die ook wordt beheerd en wordt ontsloten zodat die zowel voor ruimtelijk beleid als voor crisisbeheersing kan worden gebruikt.

Bijlagen

A Meegroeien

De natuurlijke kust kan meegroeien met de zeespiegelstijging (Wegman et al., 2021[16]). Dit zorgt op een natuurlijke manier voor het vergroten van de waterveiligheid. In Nederland groeit de zandige kust aan door suppleties. Openingen hoog in de duinenrij kunnen het proces van aanzanding en daarmee meegroeien van de duinenrij versnellen, deze openingen noemen we kerven. Kerven zorgen voor het doorstuiven van zand van het strand in de duinen. Kerven ontstaan soms 'vanzelf' bij een storm maar kunnen ook aangelegd worden. Aan de Waddenzeezijde van de Waddeneilanden waar het slibgehalte hoog is kan geen grootschalige verstuiving plaatsvinden. Maar de gebieden die onderwater staan bij hoogwater (voorlanden/kwelders) kunnen door het bezinken van slib ook meegroeien. Dit meegroeien van voorlanden kan ongeveer tot springtij hoogte plaatsvinden.

Meegroeien van de kust bestaande uit natuurlijke materialen gaat 'vanzelf'. Echter, dit meegroeien kan wel gestimuleerd worden óf verhinderd. Het stimuleren kan door bijvoorbeeld kerven/stuif-kuilen aan te leggen of in het geval van voorlanden/kwelders deze regelmatig onder te laten lopen en het slib te laten bezinken. Obstakels verhinderen vaak het meegroeien van een gebied. Omdat meegroeien te beïnvloeden is, is het een beleidskeuze. Meegroeien kan negatieve effecten hebben op andere functies zoals recreatie als door grote hoeveelheden zand fietspaden onderstuiven of strandpaviljoens vol liggen met zand. Maar het heeft door het vergroten van het volume sediment in het profiel een gunstig effect (op termijn) op de waterveiligheid en regelmatig ook op de ecologie. Voor natuurlijk meegroeien is tijd nodig. Zaak is daarom om op tijd in te zetten op meegroeien van een gebied indien gewenst.

Meegroeien door kerven

Kerven zijn openingen in de eerste duinenrij waar de wind zand doorheen kan blazen. De wind botst vanuit zee vol op de eerste duinenrij, een opening in deze duinenrij zorgt ervoor dat het door de wind meegenomen zand van het strand de duinen in kan waaien. De zee zelf kan echter zelden door een kerf naar binnenstromen omdat de opening van kerven doorgaans rond de 6 m + NAP ligt. De waterveiligheid zal op termijn door kerven verbeteren; de extra toelevering van zand naar het duingebied zorgt ervoor dat de omringende paar honderd meter duingebied nabij de kerf kan meegroeien met zeespiegelstijging. Ook de natuur kan profiteren van kerven: de dynamiek en verspreiding van het kalkrijke zand over het gebied gaat veroudering en verzuring van het landschap tegen (PWN, 2022[17]).

Kerven kunnen een middel zijn voor de doorvoer van zand en om het achterliggende gebied te laten groeien, maar er is natuurlijk wel zand nodig. Dit zand is nu ook al beschikbaar door suppleren, maar blijft vaak aan de zeezijde van het duingebied hangen. Duingebieden met kerven zijn, bij voldoende beschikbaarheid van zand, in staat een grotere mate van zeespiegelstijging op te vangen of deze in kortere tijd te compenseren dan duingebieden zonder kerven.

[16] Wegman, C., Ouwerkerk, S. & Leenders, J.L. (2021) Duinen groeien mee met zeespiegel. Land+Water 4 p. 22-23

[17] https://www.pwn.nl/kerven-de-zeereep-bij-castricum-aan-zee

Bijvoorbeeld als de relatieve zeespiegelstijging 1 m in 100 jaar bedraagt is het benodigd volume aanzanding in het gebied boven 3 m+NAP ongeveer 6 m3/m/jaar (bij een duinbreedte van 600 m dwars op de kust, Leenders et al., 2018[18]). Het gemiddelde volume aanzanding langs de Nederlandse kust is 8,5 m3/m/jaar (Wegman et al., 2021[19]). Uit volume analyses van de kerven die wij in een eerdere studie hebben onderzocht blijkt dat volumes aanzanding van 26,5 m3/m/jaar gehaald worden (aan Hollandse kust).

Dit betekent dat kerven in korte tijd een grote hoeveelheid zeespiegelstijging op kunnen vangen. Echter, hier zijn ook kanttekeningen bij te plaatsen. Bijvoorbeeld dat het zand niet perfect verdeeld zal worden over het achterliggende gebied, dat deze volumes aanzanding alleen in de groeifase van de kerven gehaald worden en dat voor het aanleggen van de kerf de top van het primaire duin afgegraven dient te worden waardoor tijdelijk minder hoogte aanwezig is in het primaire duin. Toch geven bovenstaande cijfers voldoende aanleiding om te zeggen dat kerven zorgen voor het versterken van de meegroeicapaciteit van de duinen met zeespiegelstijging.

Voor het succesvol aanleggen van kerven moeten verschillende factoren in ogenschouw genomen worden. Zo is waterveiligheid een belangrijke factor. Indien de waterveiligheid op een bepaalde locatie niet op orde is, is de aanleg van een kerf niet mogelijk. Vaak worden kerven aangelegd in brede stukken duingebied. Hierdoor is de impact van het maken van een opening in de eerste duinenrij minder groot. Soms wordt het grensprofiel naar achteren gelegd om de aanleg van een kerf mogelijk te maken (zoals bij De Kerf Schoorl en bij de Noordwestkern). Het is ook mogelijk om te garanderen dat het profiel van een kerf zelf veilig blijft, in deze gevallen is het grensprofiel gewoon aanwezig op de plek van de kerf.

Het strandzand wordt het meest benut voor doorstuiving in de kerf als de aansluiting van de kerf op het strand goed is. Dit is het geval als de opening niet te hoog wordt gelegd (max 8 m + NAP), het strand tot aan de kerf een flauwe helling vertoont en zand zich door de kerf naar het achterland kan verplaatsen.

[18] Leenders, J. L., Wegman, C., Bodde, W. & Verheijen, A. (2018) Inpassing veiligheidsontwerp Hondsbossche Duinen. Building with Nature, EcoShape.
[19] Wegman, C., Ouwerkerk, S. & Leenders, J.L. (2021) Duinen groeien mee met zeespiegel. Land+Water 4 p. 22-23

Hoofdkantoor
HKV lijn in water BV
Botter 11-29
8232 JN Lelystad

Nevenvestiging
Informaticalaan 8
2628 ZD Delft

0320 294242
info@hkv.nl
www.hkv.nl