

<b>Watersnood</b>	<b>Extreme rivierafvoer</b>
<b>Zoetwater-tekort</b>	<b>Verziltig</b>

## Watersnood

### Zeespiegelstijging

We leven momenteel in een interglaciaal, een relatief warme periode tussen twee ijstijden. Tijdens de laatste ijstijd, die duurde van ongeveer 100.000 tot 20.000 jaar geleden, was de gemiddelde temperatuur op aarde 6 graden lager en lag de zeespiegel 120 m lager dan nu. Aan het eind van de laatste ijstijd steeg de zeespiegel met 20 m per graad temperatuurverhoging, zij het met een vertraging van enkele duizenden jaren door de grote massa van het smeltend ijs en het opwarmend oceanwater. De uiterste temperatuurverhogingen waar IPCC mee rekent (1,5 en 4 graden, figuur 2.1) leiden dus op termijn tot onhoudbare zeespiegelstijgingen van respectievelijk 30 m en 80 m! Dankzij de traagheid van het ijs- en watersysteem stijgt de zee veel langzamer dan de luchttemperatuur.

Het is van belang te realiseren dat de streefwaarde van 1,5 graad temperatuurverhoging leidt tot een langzamere zeespiegelstijging dan bij de 4 graden waar we op af stevenen als niet snel ingrijpende maatregelen genomen worden. De huidige verhoging van temperatuur van 1,1 graad komt overeen met 22 m zeespiegelstijging op termijn.

IPCC rekent, met nog veel onzekerheden, met stijgingen in 2300: maximaal 5,4 m bij weinig of geen maatregelen (RCP8.5) en 1,1 m bij ingrijpende maatregelen (RCP2.6),

### Toename weersextremen

Temperatuurverhoging op aarde veroorzaakt naast de langzame stijging van de zeespiegel een veel snellere, zelfs directe, verandering in het neerslagpatroon.

Nu reeds hebben we te maken met langere en heftigere perioden van regen, afgewisseld door langere perioden van droogte. Als de huidige temperatuurverhoging van 1,1 graad in deze eeuw doorstijgt naar 1,5 graad en zeker naar 4 graden nemen de weersextremen nog aanzienlijk toe.

### Gevolgen klimaatverandering

Eén graad temperatuurverhoging leidt tot 20 m zeespiegelstijging op lange termijn.

Zeespiegelstijging zou alleen te voorkomen zijn als de temperatuur niet verder stijgt of wordt gereduceerd. Temperatuurstabilisatie of -reductie op aarde binnen enkele decennia is realistisch niet haalbaar. Een absolute zeespiegelstijging van tientallen meters is op termijn dan ook onvermijdelijk. De enige 'ontsnappingsroute' zou zijn om het tempo waarin de zeespiegelstijging wordt bereikt te vertragen om daarmee tijd te winnen voor de ontwikkeling van broeikasgasreducerende maatregelen of wellicht te wachten tot de volgende ijstijd zich aandient. Vertragen van de zeespiegelstijging kan als alle landen er gezamenlijk in slagen de temperatuurverhoging deze eeuw te beperken tot 1,5 à 2 graden. Dat is dan ook de inzet van het

IPCC. Maar, gezien de economische, demografische en politieke omstandigheden in een groot deel van de wereld, is het onwaarschijnlijk dat dit op tijd gaat lukken. Daarom moet deze eeuw rekening gehouden worden met een temperatuurverhoging van meer dan 1,5 à 2 graden, mogelijk met meer dan 4 graden. Dat leidt tot een zeespiegelstijging in de orde van 1 m deze eeuw tot meerdere meters in de eeuwen daarna, tot meer droogte en natheid en tot grotere fluctuaties in rivierafvoeren.

## Extreme rivierafvoer

### Rivieren

Rivieren zijn de grote levensaders van het landschap. Een rivier transporteert hemelwater, smeltwater en kwelwater uit haar stroomgebied naar zee en voert daarbij erosiemateriaal mee, dat langs oevers en op de bodem wordt afgezet.

Voor Nederland brachten ze handel en welvaart. Door bochtafsnijdingen verkortten we de rivierlengtes, om bevaarbaarheid te garanderen gaven we met kribben een passende breedte aan het zomerbed en om het verschil in stroomsnelheden te beperken streefden we naar een constant verhang. Geringe afvoeren in de zomer bedreigden de bevaarbaarheid, zodat de rivieren in panden werden verdeeld door stuwen met ernaast gelegen schutsluizen.

Bij elke ingreep moet een rivier in zijn geheel worden gezien, vanwege de gevolgen boven-en benedenstrooms. Integraal waterbouwkundig en waterloopkundig onderzoek speelt daarbij een belangrijke rol **Bron:** *Nederland Deltaland*, (Metzelaar, 1962).

De Waal/Rijn is dankzij zijn geleidelijk verval over een lengte van 1000 km en zijn gemengd karakter goed bevaarbaar voor binnenvaartschepen. De goede bevaarbaarheid staat echter onder druk vanuit twee kanten:

1. De maxima van hoge en lage afvoeren worden extremer onder invloed van klimaatverandering, maar ook door direct menselijk ingrijpen in het stroomgebied zoals ontbossing en toename van harde infrastructuur, waardoor water minder lang wordt vastgehouden. Het gemiddelde jaarlijkse aanbod van zoet water, door regenval en smeltwater, verandert vrijwel niet. Het is de verdeling over het jaar, die tot grotere extremen leidt. Direct menselijk ingrijpen is al eeuwen gaande en zal naar verwachting, ondanks goede initiatieven tot herbebossing en lokale opslag van regenwater, in zekere mate altijd doorgaan. In deze eeuw wordt een toename in hoge en lage waterafvoer van Rijn en Maas verwacht van + 50% en – 25%. **Bron:** *Samen werken met water*, (Veerman, 2008). Het is onzeker in hoeverre klimaatverandering na 2100 voor een verdere toename van de rivierextremen zorgt.

2. Met een doorgaande zeespiegelstijging wordt de vrije en vlotte uitstroom van de rivieren in zee verstoord. Zonder ingrepen zou het peil in een groot deel van de benedenstroomse rivieren stijgen wat de doorstroming belemmert. De rivier zou buiten haar oevers treden, verzanden en onbevaarbaar worden.

Behalve voor handel en welvaart zijn de grote rivieren ook verantwoordelijk voor de aanvoer van zoet water. Op tal van inlaatpunten wordt zoet water uit de rivieren betrokken voor industrie, landbouw en drinkwater.

Daarnaast hebben rivieren een functie in het ecosysteem. Trekvisseren zwemmen vanuit de Noordzee de rivier op om bovenstrooms te paaieren. Hiervoor is het faciliteren van een permanente doorstroming met geleidelijke overgang van zoet naar zout noodzakelijk.

## Berging is noodzakelijk

In tijden van hoge rivieraanvoer moet het water ergens heen. Het project Ruimte voor de Rivier heeft ervoor gezorgd dat het rivierwater deels langs de rivier wordt geborgen en grotendeels kan doorstromen richting zee. Echter, in geval van stormopzet, dat 40 uur kan aanhouden, kan er niet op zee geloosd worden en moet het rivierwater dat naar zee stroomt tijdelijk dicht bij zee geborgen kunnen worden. Met de verwachte toekomstige piekafvoeren door de grote rivieren is niet alleen de huidige bergingscapaciteit veruit ontoereikend, maar zelfs met de inzet van alle beschikbare deltawateren onvoldoende, aangezien het waterniveau dan in theorie nog kan stijgen tot een gevaarlijke hoogte van +5,2 m NAP.

In de huidige situatie komen gelijktijdig zeer hoge rivieraanvoer en storm op zee weinig voor en is de kans op overstroming als gevolg van ophoping van rivierwater klein. De doorgaande zeespiegelstijging zorgt er echter voor dat een relatief milde storm op zee al genoeg kan zijn om te verhinderen dat het rivierwater vrij kan afstromen. Bij 1 meter zeespiegelstijging stijgt de sluitingsfrequentie van de stormvloedkeringen in de Oosterschelde en Nieuwe Waterweg met een factor 30. **Bron:** *Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma*, (Haasnoot, 2018). Dit verhoogt de kans op overstroming en maakt ruimte voor extra waterberging noodzakelijk.

Op basis van het Deltares rapport uit 2018 moet rekening worden gehouden met een zeespiegelstijging van 2-3 meter (worst case scenario) aan het eind van deze eeuw.

Rivierafvoeren die steeds extremer worden kunnen dan minder of zelfs helemaal niet geloosd worden. Door de huidige noodberging aan te vullen met de voormalige zegaten vermindert de stijgsnelheid bij berging aanzienlijk en dit geeft de minste waterstand-verhoging benedenstrooms.

## Zoetwater-tekort

### Zoetwatervoorziening

#### Mondiaal

*“Water. Het is een simpele chemische verbinding: twee waterstofatomen en één zuurstofatoom. Simpel, maar voor ons dagelijks leven van levensbelang, in velerlei opzichten. De aarde is rijk aan water, maar 97 procent is zouthoudend. 2 procent is zoet, maar ligt opgeslagen in sneeuw en ijs, minder dan 1 procent is voor de mens beschikbaar. Dat ene procent is ongelijk over de aarde verspreid en een gedeelte ervan is door slechte hygiënische omstandigheden een bedreiging voor de volksgezondheid. De verwachting is bovendien dat water in de komende decennia voor veel mensen nog kostbaarder wordt. In 2025 wonen 1,8 miljard mensen in gebieden waar waterschaarste heerst.”* (citaat Aart Aarsbergen, National Geographic, 2010).

Het zoete oppervlaktewater, het water in rivieren en meren, is minder dan een tienduizendste van al het water op aarde en is wezenlijk voor het voortbestaan van mens en natuur. Het mismanagement in de vorm van verspilling en vervuiling is groot. Met dit intensief gebruikte en misbruikte milieu, dient de mens uiterst zorgvuldig om te gaan, aangezien daar veel leven en welvaart van afhankelijk is. Watersnoden leiden doorgaans tot samenwerking, terwijl

zoetwatertekorten in deze eeuw de belangrijkste oorzaak zal zijn van militaire conflicten en humanitaire rampen.

Zoetwatervoorziening is een mondiaal probleem waar gemeenschappelijke afspraken over gemaakt moeten worden om verspilling te begrenzen en het water eerlijker te verdelen. Een samenleving in de letterlijke zin van het woord: 'Think globally, act locally.'

## Zoet water in Nederland

Waterhuishouding dient wateroverlast te voorkomen en tekorten aan zoet water naar behoefte aan te vullen. Daarbij dient de kwaliteit geborgd te zijn door het voorkomen van verontreiniging en verzilting.

Zoetwaterschaarste in Nederland, het mondingsgebied van de grote rivieren, kan dat? De gegraven Nieuwe Waterweg en de eerder gerealiseerde Nieuwe Merwede vroegen tezamen om teveel aanvoer van zoet water. Intussen is het Haringvliet afgesloten en worden de Haringvlietssluisen als regelkraan gebruikt om bij hoge afvoeren te spuien en om in de overige tijd zoet water naar het noorden te leiden om bij de Nieuwe Waterweg de verzilting tegen te gaan. Zoet water waarover in droge tijden niet kan worden beschikt.

Dit beleid houdt de landelijke zoetwatervoorziening in een wurggreep. Aangezien het profiel van de Nieuwe Waterweg door verdieping en verbreding fors is toegenomen, is er bij afname van de minimum rivierafvoeren naar zo'n 700 à 500 m<sup>3</sup>/s tijdelijk te weinig water om voldoende tegendruk te creëren voor veiligstelling van de zoetwaterinlaten en om achterwaartse verzilting van het Haringvliet te voorkomen (zie figuur 3.1).

De sluisen van het Haringvliet worden zodanig bediend dat de Nieuwe Waterweg zolang mogelijk 1500 m<sup>3</sup>/s kan afvoeren. Nederland loost dus oneindig veel zoet water ongebruikt in zee. Een doodlopend beleid. Momenteel verzilt Nederland met een tempo van zo'n 10.000 ha per jaar en verslechtert het vestigingsklimaat. Meer informatie is te vinden in **Bron:** *Verzilting in voormalig zoet laag Nederland*, (Diest, 2013) en *De herijking van de landelijke waterverdeling*, (B&H, 2009)

Bij de hogere gronden werd de waterstaatkundige toestand pas gewijzigd bij de aanleg van kanalen en de oprichting van waterschappen in navolging van de lage delen van Nederland. Dit laatste met het doel om in de vaak te natte gebieden het overtollig water zo snel mogelijk weg te laten vloeien. De balans van de landelijke zoetwaterhuishouding vertoont daardoor een toenemend tekort. Er wordt meer opgepompt dan door neerslag aangevuld.

Door de toenemende droogte wordt er de laatste decennia steeds meer grondwater onttrokken.

Het gevolg, waterschaarste, is grotendeels op te lossen door water in de winter vast te houden (retentie) om in de zomer aan te spreken. Mocht dit niet voldoende zijn, dan valt te overwegen om via persleidingen water vanuit het lagere deel van Nederland, het IJsselmeer of vanuit de rivieren aan te voeren naar hoge delen zoals de Veluwe, in plaats van de grondwatervoorraad aan te spreken. Retentie en aanvoer zijn ingrepen die geld kosten, maar onontkoombaar zijn nu de intensiteit en duur van droogteperioden voortdurend toenemen.

Door fusering zijn er van de 2500 waterschappen die Nederland in 1950 telde nog slechts 27 over en zorgt de Unie van Waterschappen voor samenhang. Na de 'Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren' van 1970 verbeterde de kwaliteit van het water sterk door de toegevoegde zuiveringstaak van de waterschappen. Oppervlaktewater wordt dan ook steeds meer geschikt voor zoetwatervoorziening, waarbij het milieu aanzienlijk verbetert. Toch voldoet in Nederland slechts 1 % van de rivieren en meren aan de eisen voor een goede ecologische toestand, zoals

die zijn gesteld in de Kaderrichtlijn Water (KRW). Dat blijkt uit het rapport 'State of Water' dat het Europese milieuagentschap in 2018 publiceerde **Bron: State of water**, ((EAA), 2018).

*"In de Volkerakdam zal in de komende jaren nog een inlaatsluis worden gebouwd. Wanneer de grote voorjaarsafvoer ons land passeert, wordt deze in de toekomst geopend en het zuidelijk zoetwaterbekken achter de nieuwe Deltadammen tot een zodanig peil gevuld, dat uit dit spaarbekken in de zomer het verziltende gebied van de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden naar behoefte kan tappen."*

*Afbeelding en tekst uit 'Nederland Deltaland', ing. W. Metzelaar, 1962.*

Water kent geen landsgrenzen. In het vorige hoofdstuk (2.4) werd de invloed van klimaatverandering op hoge en lage rivierafvoeren beschreven. Maar er is meer: ook de mens beïnvloedt direct de rivierafvoeren. Zo is er sprake van ontbossing van de hellingen in de stroomgebieden, verstedelijking, verharding van grote oppervlaktes en versnelde hemelwaterafvoer. Veel regenwater wordt niet meer vastgehouden, maar onmiddellijk afgevoerd.

Het riviergedrag is zo onvoorspelbaar als het weer. Er dient steeds meer rekening te worden gehouden met grillige afvoeren, zowel extreem hoog als extreem laag, gepaard met hevige neerslag en lange periodes van droogte en hitte.

In tijden van zoetwaterschaarste is Nederland naast de eigen voorraden afhankelijk van de stuwweren in de Alpen. Het is van belang onze reserves aan te vullen met te verzoeten bekkens in het zuidwesten van Nederland en (deels) af te dammen zeegaten. De opvattingen dat in het verziltende Zeeland zoetwaterbekkens moeten worden opgegeven voor zoute natuur en rond het IJsselmeer dijken moeten worden verhoogd voor opslag van zoet water staan sterk onder druk. Terwijl bij de zwakke veendijken van het IJsselmeer verhoging van het waterpeil slechts met enkele decimeters lukt, kan dit beduidend meer tussen de hoge kleidijken van de voormalige zeegaten in het zuidwesten. Nederland mag in droge tijden niet afhankelijk worden van de beperkte capaciteit van het IJsselmeer. Bij zeespiegelstijging wordt de verziltingsdruk zo hoog, dat er een verzoetingbeleid ingezet zal moeten worden.

Niet alleen voor de zoetwatervoorraad en het tegengaan van verzilting, maar ook voor de noodberging van zoet water bij hoge rivierafvoeren is de capaciteit van het zuidwesten broodnodig. Deze capaciteit kan later met een bekken in zee verder worden uitgebreid.

Ir. Wil Lases, die over verzilting van Zeeland en Zuid-Holland publiceert, benadrukt:

*"Het was de bedoeling van het Deltaplan om het Grevelingenmeer en de Oosterschelde te verzoeten. Dat is tot op heden niet gebeurd. Beide wateren zijn nu volledig afgesneden van de aanvoer van zoet rivierwater en zijn zouter dan ooit."*

Een van de doelen van het Deltaplan was

*"Door kustverkorting betere aanpassingsmogelijkheden met betrekking tot op de lange termijn te verwachten rijzing van de zeespiegel en de verdere daling van de bodem."*

## **Meer zoet water vasthouden**

De Zuiderzeewerken en Deltawerken beoogden beveiliging tegen hoog water en bestrijding van verzilting. Doelen die in toenemende mate worden nagestreefd. Zoetwatertekort wordt een groter probleem dan wateroverlast. Nederland moet meer water vasthouden.

*"Om Nederland beter weerbaar te maken tegen droogte zullen we een omslag moeten maken naar een watersysteem dat op alle niveaus veel beter in staat zal zijn om water vast te houden."*, aldus minister van Nieuwenhuizen.

Met opeenvolgende droge zomers neemt de beschikbaarheid van zoet water sterk af.

Ondanks de overvloedige aanvoer heeft Nederland duidelijk problemen om het zoete water vast te houden, te bergen en het grondwater aan te vullen. Nederland heeft twee gebieden voor grootschalige zoetwateropslag: het IJsselmeer en de Zuidwestelijke Delta. Het IJsselmeer wordt als zodanig al ingezet en met het recent in werking getreden peilbesluit is het maximum aan

opslagmogelijkheden daar inmiddels bereikt. Als eerstvolgende mogelijkheid komt verzoeting van de Grevelingen in aanmerking, gevolgd door de Oosterschelde.

Op natuurlijke wijze wordt het zwaardere zoute water dat op de bodem ligt, tijdens de laagwaterperiode op zee, selectief onttrokken en naar zee afgevoerd, zonder aanvullende energiekosten (zie figuur 3.5). Een meer kan zo in een beperkt aantal maanden ontzilt worden. Bij de indeling naar de vier adaptatie strategieën die Deltares in zijn rapport

**Bron:** *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging*, (Haasnoot, 2019) weergeeft is er, behalve bij de strategie waarbij we laag Nederland ontvolken, sprake van verzoeting van de oude zeegaten. De verzoeting van Zeeuwse wateren wordt in toenemende mate ter sprake gebracht. Rijkswaterstaat is waterkwaliteitsbeheerder en het Deltaprogramma gaat over waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Afstemming tussen beiden is van belang. Voor de hogere gronden ligt het problematischer bij toenemende droogteperiodes. Naast het optimaal vasthouden van oppervlaktewater, het beperken van oppompen van grondwater en dit aanvullen door inzijing, valt te bezien in hoeverre vanuit rivieren, aangevuld met persleidingen, aanvoer nodig is.

## Verzilting

### Er is een oplossing!

*In Zeeland is het al begonnen, daar breidt de zoutvlakte zich langzaam maar zeker uit. De rest van West- en Noord-Nederland staat de komende honderd jaar hetzelfde te wachten. Hoe komen we hieraan en, nog belangrijker, hoe komen we ervan af.*

Verzilting wordt breed gezien als iets wat ons nou eenmaal overkomt. Met lede ogen kijken we toe hoe tijdens droge periodes nu al de helft van het bij Lobith aangevoerde Rijnwater via de Nieuwe Waterweg wordt gespuid. In de toekomst wordt dat alleen maar meer, terwijl de binnenlandse watervraag stijgt.

In heel Noord- en West-Nederland wordt verzilting, in combinatie met een toenemende behoefte aan zoetwater voor doorspoeling van de polders en het op peil houden van de grondwaterstand, een steeds urgenter probleem. Kijk op deze kaart hoe dat werkt:

<https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/verzilting-door-zeespiegelstijging>

Hier staat de verzilting op nummer 1, boven de zeespiegelstijging. Ook in de rest van Nederland is er in droge periodes een nijpend tekort aan zoet oppervlaktewater.

Landbouw, drinkwater en industrie hebben er last van, evenals - last but zeker niet least - de natuur. Ecosystemen worden aangetast en biodiversiteit neemt af.

Een tweede Groningen-affaire willen we zeker niet, het haalt ook nauwelijks de kranten, maar feit is dat het lage deel van Nederland kampt met verzakkende huizen. Rotten funderingen, scheve muren, klemmende ramen en deuren, hier speelt een lage grondwaterstand in de zomer een rol. Met in het kielzog hoge schadeposten en stijgende verzekeringspremies.

### Terugdringen en aanpassen

Terugdringing van de opwarming van de aarde (mitigatie), blijft de eerst aangewezen oplossing ter voorkoming van droogte en verzilting. Maar dat kost tijd, veel tijd. Daarom ontkomen we niet aan

adaptatie, het aanpassen van de leefomgeving om risico's te beperken en de samenleving leefbaar te houden. Zo kunnen we er bijvoorbeeld voor zorgen dat het grondwaterpeil in droge zomers op peil blijft. Een hogere grondwaterstand matigt inklinking en bodemdaling en vermindert de CO2 uitstoot uit de bodem en schade aan gebouwen en gewassen. Dat kan als we het rivierwater daarvoor benutten. Nu lozen we dat grootschalig in zee.

### **De Nieuwe Waterweg**

De sleutel voor de oplossing van verzilting ligt bij de Nieuwe Waterweg. Afsluiting van de Nieuwe Waterweg met een zee- en spuisluis met zoutafvang en met buffering in o.a. het Grevelingenmeer is de eerste en meest effectieve maatregel, die ook nog past in veruit de meeste plannen over de toekomst van ons bodem- en waterbeheer.

Dit heeft consequenties voor de Maeslantkering. De Maeslantkering, gebouwd voor het tegenhouden van een vloedgolf van 5 m boven NAP, is vanwege zeespiegelstijging omstreeks 2070 aan vervanging toe, zo wordt vaak beweerd. Echter, ter wille van de zoetwatervoorziening bevelen wij een veel snellere vervanging aan door het aanleggen van een sluizencomplex voor de monding van de Nieuwe Waterweg voor de scheepvaart en uitwatering met zoutafvang. Daarmee houden we zoetwater vast en zijn we beschermd tegen de opdringende zeespiegelstijging. En, niet onbelangrijk: de Maasvlaktes en de Europoort blijven zo lang mogelijk in open verbinding met zee.

### **Verschraalde natuur**

Plan Tureluur, een gebied aan de zuidrand van Schouwen-Duiveland geeft een beeld van verzilting op Hollandse bodem. Zoute natuurliefhebbers omarmen Plan Tureluur, genoemd naar een bedreigde weidevogel, vanwege de unieke natuur. Maar - hoe ironisch -, de werkelijkheid wil dat er bijna geen boom of struik meer groeit.

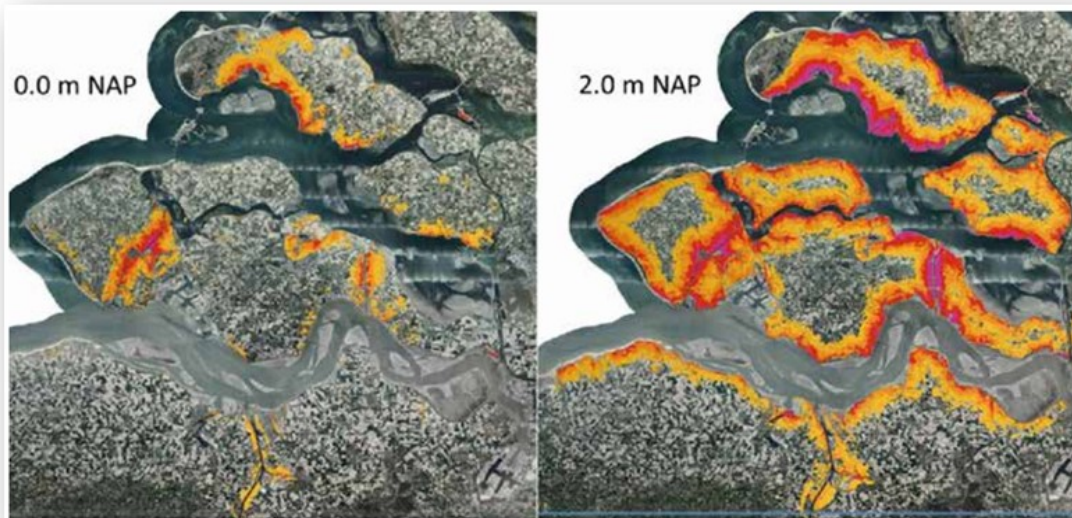
In de strijd tegen verzilting verdient de natuur grote aandacht. Trekvisen als paling, zalm en steur kunnen in zoet en zout water leven, maar voor de paring kan een heftige overgang funest zijn. De Voordelta voor de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden is een uitgelezen gebied voor een geleidelijke overgang van het zoete rivierengebied naar de zoute zee. Ook schelpdieren, broed- en trekvogels en zilte natuur kunnen hier hun weg vinden.

De Tweede Kustlijn, een toekomstige zeevaartse kustverdediging waarbij een nieuwe duinwal met kustmeren wordt aangelegd 10 tot 25 kilometer voor de huidige kust, voorziet in deze voor de natuur zeer belangrijke overgangszones. De kustmeren houden ook zoetwater vast, waarmee de zoetwatervoorziening een grote dienst wordt bewezen.

### **Zilte natuur**



*Plan Tureluur op Schouwen-Duiveland. Ditzelfde staat in de rest van Noord- en West-Nederland waaronder de bollenstreek te gebeuren, tenzij maatregelen worden genomen.*



***Voortschrijdende verzilting***

*Huidige verzilting en verzilting bij 2 m zeespiegelstijging in de volgende eeuw.*