

## Wisselpolders in de Westerschelde tegen de gevolgen van overstromingen

*Teun Terpstra, Jaco de Smit, Jakolien van der Meer (HZ University of Applied Sciences), Jim van Belzen (Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Wageningen Marine Research), Marit Zethof (HKV Lijn in Water)*

**Een wisselpolder is een systeem van dubbele dijken met een opslibbend tussengebied dat zich ontwikkelt tot een schor (begroeid voorland). Overstromingsberekeningen in de omgeving van Hoedekenskerke laten zien dat een wisselpolder met een pionierschor (vroeg ontwikkelingsstadium) de verwachte toename in schade en slachtoffers door één en twee meter zeespiegelstijging volledig kan mitigeren. Door deze meervoudige waardencreatie zijn wisselpolders een klimaatbestendig alternatief voor traditionele dijkversterking. Een pilot is nodig om deze innovatie in de praktijk te testen.**

De Westerschelde staat in open verbinding met de Noordzee en is na de Watersnoodramp van 1953 niet afgedamd of uitgerust met een stormvloedkering, omdat zeeschepen ongehinderd de haven van Antwerpen moeten kunnen bereiken (volgens het verdrag van Londen uit 1839). Langs de Westerschelde werden de zeedijken na 1953 fors versterkt. Achter de zeedijken bevinden zich voornamelijk agrarische polders die tot de vruchtbaarste van Nederland behoren. Deze waardevolle landbouwgrond is ontstaan uit ingepolderde schorren en slikken met bodems van zeeklei, afgezet door vroegere getijdestromingen. De hedendaagse voedselproductie is mogelijk geworden doordat deltavormende processen vrij hun gang konden gaan vanaf het begin van de jaartelling tot de aanleg van dijken en polders vanaf de 11<sup>de</sup> eeuw [1]. De Westerschelde ontstaat in de late middeleeuwen doordat getijdegeulen doorbreken naar de Honte, een zijtak van de Schelde. Deze verbinding wordt eind 15<sup>de</sup> eeuw de hoofdroute voor de internationale scheepvaart naar Antwerpen. Als dynamisch estuarium vormt de Westerschelde een ecologisch knooppunt op de Oost-Atlantische trekroute, waar (trek)vissen en vogels rust, voedsel en broedplekken vinden. Het gebied is van belang voor de visstand in de Noordzee en draagt bij aan natuurlijke waterzuivering, slibafvang en koolstofvastlegging. Om deze ecologische functie te beschermen is de Westerschelde aangewezen als Natura2000-gebied. Voor de estuariene natuur, de landbouw en de scheepvaart is een open Westerschelde van levensbelang. Deze drie waarden zijn nauw met elkaar verweven en onderling afhankelijk. Dit besef is fundamenteel voor de toekomst, waarin klimaatverandering en zeespiegelstijging opnieuw een bepalende rol zullen spelen.

### **Weinig draagvlak voor natuurherstel door ontpolderen**

Door inpolderingen, dijkversterkingen na 1953 en vaargeulverruiming zijn veel schorren en slikken verloren gegaan. De ecologisch slechte staat was eind jaren '90 aanleiding voor de Ontwikkelingsschets 2010, waarin Nederland en Vlaanderen natuurherstelmaatregelen afspraken om de kwaliteit van schorren en slikken te verbeteren en de achteruitgang van de vogelstand, de gestage veroudering van natuur en de vertroebeling tegen te gaan. Wetenschappelijk gezien is verbreding van het estuarium door ontpoldering de enige effectieve maatregel om voldoende getijdennatuur te

herstellen en de Natura2000-doelen te halen [2]. Toch ontbreekt hiervoor breed maatschappelijk draagvlak. Een deel van de Nederlandse belanghebbenden kan zich niet vinden in verbreding van de Westerschelde, omdat deze maatregel volgens hen ten koste gaat van de voedselproductie, verzilting in de hand werkt, hoogwaterstanden niet significant verlaagt en grote maatschappelijke impact heeft. Ondanks het vastgelopen debat is er wél overeenstemming om het concept van wisselpolders verder te verkennen als mogelijk alternatief [3].

### **Wisselpolders: dubbele dijken met een opslibbend tussengebied**

Een wisselpolder is een systeem van dubbele dijken: de huidige primaire waterkering (zeedijk) en een landwaartse dijk. Deze landwaartse dijk wordt nieuw aangelegd, tenzij er een bestaande regionale kering aanwezig is die hiervoor benut en versterkt kan worden. Door openingen te creëren in de huidige primaire waterkering wordt het tussengebied in verbinding gebracht met het getij, waardoor de laaggelegen polder langzaam maar zeker opslibt [4], [5]. De opslibbing voltrekt zich het snelst tegen de tweede, landwaartse kering, waar na verloop van enkele decennia een zogenoemd pionierschor ontstaat dat volledig begroeid is en een hoge bodemsterkte heeft. Dit pionierschor zal zich verder ontwikkelen tot een volwassen schor, dat is opgeslibd tot aan het gemiddeld hoogwaterniveau bij springtij, zoals op Zuidgors en Saeftinghe. Een groot voordeel is dat het schor kan meegroeien met de zeespiegelstijging. De snelheid waarmee schorren opslibben verschilt tussen locaties en is afhankelijk van de sedimentconcentratie en het ontwerp van de wisselpolder. Experts hebben ingeschat dat voor een homogene opslibbing een indicatieve breedte van minimaal 300 tot 500 meter wenselijk is (afstand tussen de huidige zeedijk en de nieuwe landwaartse dijk). De opening in de voorliggende dijk kan na een periode van opslibbing weer gesloten worden en het opgeslibde tussengebied kan vervolgens voor binnendijks gebruik, zoals landbouw, worden benut. Ter vergelijking: bij ontpolderen wordt binnendijkse grond omgezet in buitendijkse estuariene natuur door de zeedijk landwaarts terug te leggen, zoals bij de Hedwigepolder. Wisselpolders kunnen een unieke bijdrage leveren aan het toekomstperspectief in de Westerschelde, omdat ze een combinatie van drie functies tegelijk vervullen: waterveiligheid, natuur en landbouw.

### **Dijkversterking en klimaatverandering**

Tot 2050 worden in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) veel dijken versterkt, zodat ze voldoen aan de wettelijke waterveiligheidsnormen. Ook langs de Westerschelde zijn diverse projecten in de verkennings- of uitvoeringsfase. Het HWBP streeft naar sobere en doelmatige dijkversterkingen. Kosten om aan de veiligheidsnorm te voldoen komen daarbij in aanmerking voor subsidie, maar additionele kosten voor nevendoelestellingen niet [6]. Ontwerpen komen tot stand via een Life Cycle Cost (LCC)-benadering, waarin hogere hydraulische belastingen door klimaatverandering – zoals 50 of 100 jaar zeespiegelstijging – worden meegenomen [7]. Technisch gezien zijn er geen belemmeringen om de dijken te verhogen tot een zeespiegelstijging van 3 of zelfs 5 meter [8]. Hoewel de overstromingskans hiermee gehandhaafd kan worden, zorgen zeespiegelstijging en bodemdaling er ook voor dat de overstromingsgevolgen bij een dijkdoorbraak toenemen.

Wisselpolders zijn in potentie effectief omdat daarmee het overstromingsrisico (risico = kans x gevolg), zowel via de overstromingskans als via overstromingsgevolgen wordt verkleind. De kans wordt verkleind doordat het opgeslibde land tussen de beide dijken de golven remt op de landwaartse dijk.

De overstromingsgevolgen worden verkleind omdat het opgeslibde land tussen beide dijken ervoor zorgt dat een bres in de landwaartse dijk minder diep uitslijt en minder snel groeit. Hierdoor wordt het bresdebiet beperkt en daarmee de overstromingsgevolgen [9], zoals de schade en de kans op overlijden [10]. Bij de beoordeling van wisselpolders als alternatief voor reguliere dijkversterking is het dan ook van belang om de toename van overstromingsgevolgen door zeespiegelstijging mee te wegen. De hoge initiële aanlegkosten kunnen zich op termijn terugbetalen doordat de opgeslibde polders meegroeien met de zeespiegelstijging en de opgave voor toekomstige dijkversterkingen verminderen. Maar hoe effectief is zo'n wisselpolder nu eigenlijk voor de waterveiligheid?

### **Onderzoeksproject Geen Zee te Hoog: Living Lab Zak van Zuid-Beveland**

In het vierjarige onderzoeksproject Geen Zee te Hoog (2022-2026) ontwikkelen HZ University of Applied Sciences (penvoerder), Wageningen University & Research en NIOZ samen met praktijkpartners ruimtelijke strategieën om op lange termijn om te gaan met zeespiegelstijging in de Westerschelde. Een belangrijk onderdeel is het Living Lab Zak van Zuid-Beveland (dijktraject 30-3), dat in juni 2023 van start ging met een participatief ontwerpproces. Daarbij is verkend hoe de identiteit, gebruikswaarde en de toekomstwaarde van het gebied als basis kunnen dienen voor klimaatadaptieve oplossingen. In januari 2024 bespraken experts van HZ, Deltares, HKV Lijn in Water, het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en Waterschap Scheldestromen de mogelijkheden van natuurlijke opslibbing van zowel buitendijkse voorlanden als wisselpolders. De hoofdconclusie van de experts: waar nu geen voorlanden aanwezig zijn, zullen ze door geulen en getijdenstromingen ook in de toekomst niet zomaar ontstaan. Wisselpolders daarentegen kunnen wel effectief zijn, met name rond Hoedekenskerke en Baarland. Oudlandpolders liggen hier laag en zijn geschikt voor gecontroleerde opslibbing. Aansluitend op het ontwerpproces is modelonderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van wisselpolders in deze omgeving.

### **Overstromingsmodellering met wisselpolders**

In het modelonderzoek stonden twee vragen centraal: (1) hoe nemen de overstromingsgevolgen (schade en slachtoffers) toe bij 1 en 2 meter zeespiegelstijging in de huidige inrichting van het gebied, en (2) in welke mate kan een wisselpolder deze toename beperken?

#### ***Aanpak***

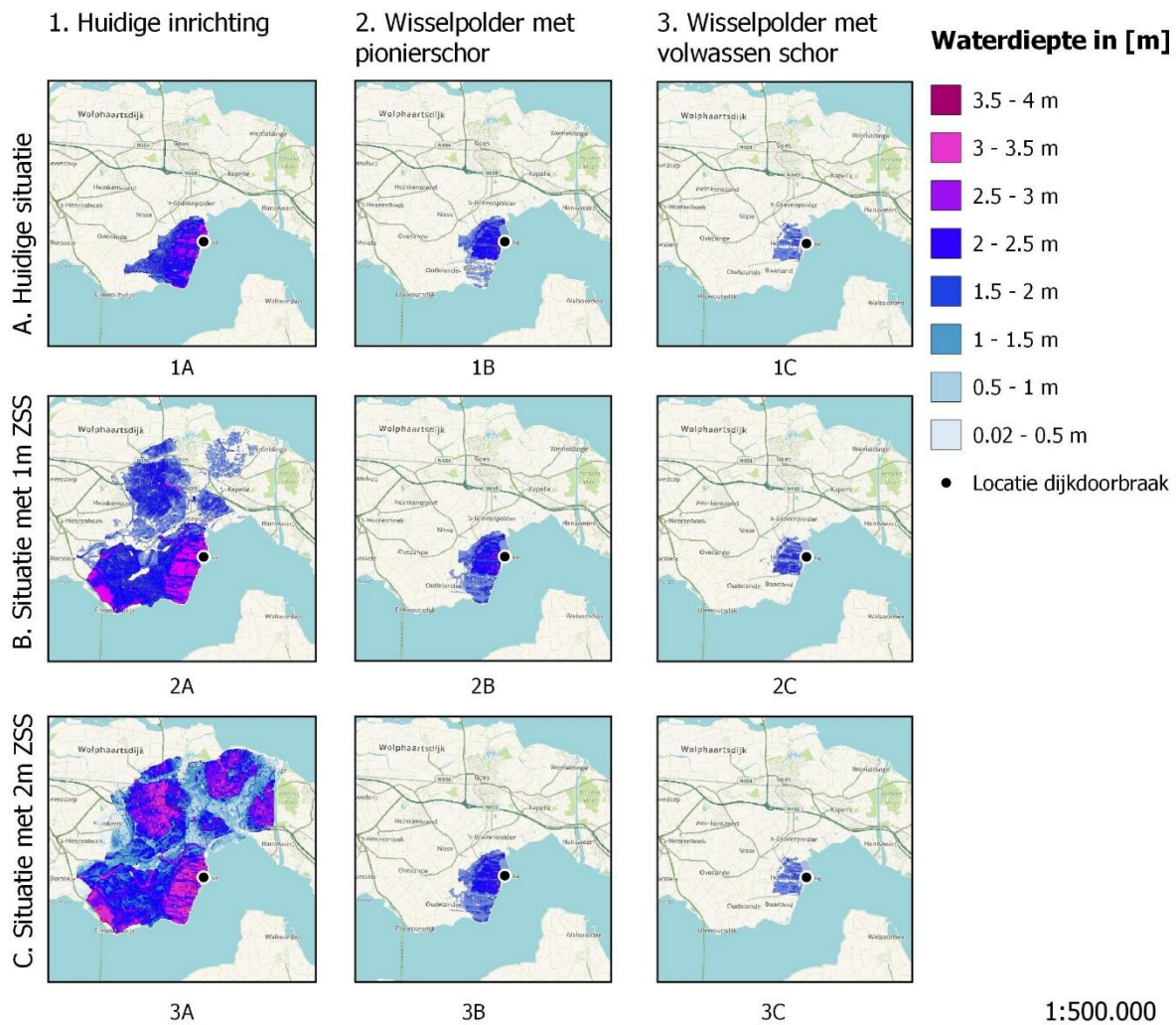
De overstromingsmodellering is uitgevoerd met recent vernieuwde overstromingsmodellen van de provincie Zeeland en Waterschap Scheldestromen, conform de landelijke leidraad voor overstromingssimulaties [11]. De overstromingsberekeningen zijn uitgevoerd voor stormwaterstanden met een statistische kans van 1/1.000 per jaar (gelijk aan de beschermingsnorm van dijktraject 30-3) in de huidige situatie, en in 2100 bij 1 en 2 meter zeespiegelstijging en 20 cm bodemdaling (3 mm per jaar). Wisselpolders zijn in het overstromingsmodel opgenomen bij Hoedekenskerke en Baarland. We bespreken hier alleen de wisselpolder bij Hoedekenskerke die grotendeels samenvalt met een natuurgebied van consortiumpartner Natuurmonumenten. De resultaten voor Baarland zijn vergelijkbaar.

Er worden hier twee stadia van opslibbing in de wisselpolder beschouwd; een pionierschor in een vroeg ontwikkelstadium dat volledig begroeid en erosiebestendig is en een volwassen schor dat is opgeslibd tot gemiddeld hoogwater bij springtij. De resulterende overstromingsdiepten en

stijgsnelheden zijn gebruikt om te beoordelen of bij zeespiegelstijging de beschermingsnorm nog volstaat om basisveiligheid te garanderen (maximaal toelaatbaar overlijdensrisico). Aanvullend wordt inzicht gegeven in de verwachte schade en het aantal slachtoffers gegeven de huidige gebiedsinrichting.

### ***Toename overstromingsgevolgen door zeespiegelstijging***

Een dijkdoorbraak bij Hoedekenskerke leidt in de huidige situatie tot een overstroming van de Hoedekenskerkepolder en de Baarlandpolder (afbeelding 1A). Zolang de achterliggende regionale keringen standhouden, verspreidt het water zich niet verder. Bij een 1 of 2 meter hogere zeespiegel leidt een doorbraak als gevolg van dezelfde storm tot een substantiële toename in overstromingsgevolgen (afbeelding 1B en 1C). De binnendijken overstromen, waardoor het zeewater zich verspreidt tot in Heinkenszand en Goes. Zelfs als de storm is geluwd, blijft er tijdens een groot deel van de getijcyclus water door de bres stromen doordat het maaiveld beneden de zeespiegel is komen te liggen. Bij 1 meter zeespiegelstijging loopt het bresdebiet tijdens de storm op tot 3000 m<sup>3</sup>/s, en na de storm nog altijd tot 1500 m<sup>3</sup>/s bij hoogwater. Ter vergelijking: de jaargemiddelde afvoer van de Rijn bedraagt ongeveer 2200 m<sup>3</sup>/s. Bij 1 meter zeespiegelstijging nemen schade en slachtoffers met een factor 10 toe, bij 2 meter zeespiegelstijging met respectievelijk een factor 25 en 50. Doorbraken langs de oostrand onder en boven Hoedekenskerke laten eveneens een forse toename zien in de potentiële schade en slachtoffers. Langs de zuidrand (bij Zuidgors) en de westrand (omgeving Westerscheldetunnel) is de toename beperkter. Om bij 1 meter en 2 meter zeespiegelstijging aan het criterium 'basisveiligheid' te voldoen zou een beschermingsnorm van respectievelijk 1/10.000 en 1/30.000 per jaar noodzakelijk zijn (een factor 10 en factor 30 strenger dan de huidige norm).



Afbeelding 1 t/m 3. Waterdiepte bij een dijkdoorbraak bij Hoedekenskerke in de huidige situatie en bij zeespiegelstijging met en zonder wisselpolders

### Effectiviteit van wisselpolders

Vanwege de forse toename van overstromingsgevolgen, zijn wisselpolders vooral interessant langs de oostrand van de Zak van Zuid-Beveland. Wisselpolders met een pionierschor kunnen al zeer effectief zijn als onderdeel van de huidige HWBP-dijkversterking (afbeelding 1B). Snelle implementatie betekent dat het schor richting 2100 kan meegroeien tot een pionierschor of volwassen schor. Het is interessant om te zien dat een pionierschor bij 1 (afbeelding 2B) en zelfs bij 2 meter zeespiegelstijging (afbeelding 2C) tot een daling van de overstromingsgevolgen kan leiden (vergelijk met afbeelding 1A). Bij 1 meter zeespiegelstijging wordt de toename in schade en slachtoffers dus volledig gemitigeerd door het pionierschor. De bres slijt minder diep en breed uit, waardoor aanmerkelijk minder zeewater instroomt tijdens en na de storm. Ook bij 2 meter zeespiegelstijging is een pionierschor naar verwachting effectief (afbeelding 3B). Of een volwassen schor bij 2 meter zeespiegelstijging in 2100 (afbeelding 3C) kan ontstaan is met de bestaande inzichten onzeker, omdat de opslibsnelheid de versnelde zeespiegelstijging dan mogelijk niet meer kan bijhouden [12]. Algemeen geldt: zolang de zeespiegel nog niet versneld stijgt, is er voldoende kans om binnen relatief korte tijd pionierschor te laten ontstaan. Dit biedt ruimte voor natuurlijke doorgroei tot een hoger volwassen schor. Als gewacht wordt met aanleg tot na de versnellingsfase van de zeespiegelstijging, dan wordt effectieve

schorvorming aanzienlijke moeilijker en duurt deze langer en neemt de kans op doorontwikkeling tot een volwassen schor af.

### **Tot slot**

Traditionele dijkversterkingen richten zich op het verkleinen van de overstromingskans. Deze aanpak houdt echter geen rekening met de toenemende gevolgen van overstromingen door zeespiegelstijging. Wisselpolders kunnen hier wél een waardevolle bijdrage aan leveren. Ze beperken zowel de kans op als de gevolgen van overstromingen en passen daarmee binnen een robuuste langetermijnstrategie voor zeespiegelstijging in de Westerschelde. Beperking van de overstromingsgevolgen door wisselpolders betekent dat veiligheidsnormen op termijn niet strenger hoeven worden, wat bij substantiële zeespiegelstijging zonder wisselpolder wel een reëel scenario is. Het aanleggen van een tweede, landwaartse kering vraagt om extra investeringen, maar leidt ook tot besparingen op de lange termijn. Doordat de hydraulische belasting op de tweede kering lager is, hoeft deze minder hoog (en breed) te worden aangelegd. Daar staat tegenover dat de voorliggende zeedijk als golfbreker fungeert en als zodanig onderhouden moet worden. Naast waterveiligheid dragen wisselpolders ook bij aan het herstellen van estuariene natuur en het behalen van de Natura2000-doelen. Direct achter de zeedijken neemt bovendien de verzilting van landbouwgronden toe, met name in Walcheren, Zuid-Beveland en oostelijk Zeeuws-Vlaanderen, door een combinatie van bodemdaling en zeespiegelstijging. Bij een halve meter zeespiegelstijging wordt een substantiële toename verwacht en bij één meter zeespiegelstijging treedt hier sterke verzilting op [13]. Door opslibbing kunnen wisselpolders direct achter de zeedijken een nieuw, klimaatbestendig toekomstperspectief bieden voor de landbouw.

Onderzoek in het lopende programma Geen Zee te Hoog en het recent gestarte programma Flexible Delta's [14], richt zich op andere fysisch geschikte locaties in de Westerschelde, juridische inpassing, bestuurlijke arrangementen, maatschappelijk draagvlak en visualisatie. Bestaande kennisvragen hoeven een pilot echter niet in de weg te staan. Door een wisselpolder te koppelen aan een dijkversterkingsproject kunnen praktijkgericht en fundamenteel onderzoek juist hand in hand gaan. Dit versnelt innovatie en vergroot het maatschappelijk bewustzijn van zeespiegelstijging en klimaatbestendige oplossingen.

### **Verantwoording**

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van het onderzoeksproject Geen Zee te Hoog, dat financiering ontvangt van Regieorgaan Sia/NWO (RAAK.PRO04.023). De auteurs bedanken betrokken consortiumpartners voor hun commentaar op de conceptversie van dit artikel.

### **Referenties**

1. Provincie Zeeland (2013). *Het ontstaan van Zeeland*.
2. VNSC (2019). *Systeemanalyse natuur Schelde-estuarium. Gezamenlijk feitenonderzoek van stakeholders, deskundigen, en de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie*.
3. Schelderaad (2024). *Advies Schelderaad inzake het Langetermijnperspectief voor de Natuur van het Schelde-estuarium (LTP-N) tbv Ambtelijk College van de VNSC*. 18 september 2024.
4. Van Belzen J., Rienstra G., & Bouma T. (2021). *Dubbele dijken als robuuste waterkerende*

*landschappen voor een welvarende Zuidwestelijke Delta*. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).

5. Weisscher S. A. et al., (2022). 'Transitional polders along estuaries: Driving land-level rise and reducing flood propagation'. *Nature-Based Solutions*, 2, 100022.
6. Hoogwaterbeschermingsprogramma (2021). *Stappenplan beoordeling sober en doelmatig ontwerp*.
7. HWBP (2025). *Kennisbank LCC*. <https://www.hwbp.nl/kennisbank/life-cycle-costing>, geraadpleegd op 1 juni 2025.
8. Zethof M. et al. (2023). *Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II. Systeemanalyse waterveiligheid, Deelrapport Zuidwestelijke delta*. Hoofdrapport. In opdracht van Rijkswaterstaat WVL.
9. Van den Hoven K. et al. (2023). 'How natural foreshores offer flood protection during dike breaches: An explorative flume study'. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 294, 108560.
10. Zhu Z. et al. (2020). 'Historic storms and the hidden value of coastal wetlands for nature-based flood defence'. *Nature Sustainability*, 3(10), 853-862.
11. Slager K., Rikkert S. (2024). *Leidraad voor het maken van overstromingssimulaties*. Update 2024. Deltares.
12. De Smit J., van Belzen J., Terpstra T. (2025). *Memo: Opslibsnelheid van wisselpolders in de omgeving van Hoedekenskerke*. I.h.k.v. onderzoeksproject Geen Zee te Hoog. HZ University of Applied Sciences en NIOZ.
13. *Klimaat-effectatlas* (2025). *Kaart 2: waar vind verzilting via het grondwater plaats?* <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/verzilting-door-zeespiegelstijging>.
14. Terpstra T. et al. (2024). *Flexible Deltas: A historical and future perspective on the societal value of flood resilient landscapes in the Southwest Delta*. Delta Climate Center.