



# Effectstudie natuurvriendelijke oevers

---

## Waterschap Zuiderzeeland

*Een onderzoek naar de invloed van de aanleg van natuurvriendelijke oevers op hoogwaterstanden in het beheersgebied van waterschap Zuiderzeeland*

Opdrachtgever:  
dr. Marijke Visser  
Waterschap Zuiderzeeland

Datum: 5 oktober 2013  
Status: definitief  
Auteur: ir. Siebe Bosch  
Medewerking van: ing. Daniel van Dijk

Siebe Bosch Hydroconsult





# Inhoud

|       |                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------|----|
| 1     | Inleiding.....                                    | 4  |
| 2     | Samenvatting .....                                | 5  |
| 3     | Onderzoeksvragen.....                             | 6  |
| 4     | Werkwijze.....                                    | 6  |
| 4.1   | Simulatiemodel.....                               | 6  |
| 4.1.1 | Vervaardiging van de modelschematisaties .....    | 6  |
| 4.1.2 | Wandruwheid.....                                  | 7  |
| 4.2   | Implementatie van natuurvriendelijke oevers ..... | 7  |
| 4.3   | Berekening van het grondverzet.....               | 10 |
| 4.4   | Opzet modelsimulaties.....                        | 11 |
| 4.4.1 | Initialisatie.....                                | 11 |
| 4.4.2 | Configuratie .....                                | 11 |
| 4.5   | Nabewerking van de resultaten .....               | 11 |
| 5     | Resultaten.....                                   | 13 |
| 5.1   | Noordoostpolder.....                              | 13 |
| 5.2   | Zuidoostelijk Flevoland.....                      | 15 |
| 6     | Conclusies .....                                  | 17 |
| 7     | Literatuur.....                                   | 18 |

## 1 Inleiding

Om invulling te geven aan de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water, is het waterschap Zuiderzeeland voornemens (meer) natuurvriendelijke oevers aan te leggen in haar beheersgebied. De aanleg van deze oevers zal echter niet alleen de ecologie en waterkwaliteit in het watersysteem beïnvloeden, maar ook het hydraulische systeemgedrag.

Om inzicht te krijgen in het effect van de aanleg op waterstanden bij extreme neerslag, verzocht Waterschap Zuiderzeeland aan Hydroconsult om een hydraulische effectstudie uit te voeren. Het voorliggende rapport beschrijft de opzet, uitvoering en resultaten van die studie.

## 2 Samenvatting

Dit rapport beschrijft een hydraulische effectstudie in het kader van de voorgenomen aanleg van natuurvriendelijke oevers in het beheersgebied van waterschap Zuiderzeeland. Het waterschap verzocht om inzicht in de hoogwaterstanden en effecten onder vier inrichtingsvarianten:

- De oorspronkelijke situatie, zonder natuurvriendelijke oevers
- De huidige situatie, waarbij reeds enkele oevers natuurvriendelijk zijn uitgevoerd
- De voor 2021 geplande situatie
- Een ideale situatie, waarbij zoveel mogelijk oevers natuurvriendelijk zijn uitgevoerd

De studie werd uitgevoerd in het hydraulische simulatiemodel SOBEK Rural, versie 2.13.003 (Lit<sup>1</sup>). Het waterschap beschikt over een negental hydrologische gebeurtenissen die representatief worden geacht voor hoogwatersituaties met herhalingstijden tussen T=10 en T=100. Door varianten van de modelschematisatie te voeden met deze gebeurtenissen, kon de invloed van de aanleg van natuurvriendelijke oevers op hoogwaterstanden worden berekend.

Het waterschap leverde een modelschematisatie van de bestaande inrichting aan. Aan de hand van deze schematisatie konden wij drie varianten aanmaken:

- De oorspronkelijke situatie kon eenvoudig worden afgeleid door de verwijzing naar sommige dwarsprofieldefinities te vervangen door een verwijzing naar hun oorspronkelijke variant.
- Om de varianten “2021” en “ooit” te kunnen implementeren schreven wij een speciale software-routine. Deze routine zoekt in de bestaande profielbeschrijvingen de snijpunten met het winterstreefpeil en het winterstreefpeil minus plasbermdiepte, en vervangt het segment daartussen door een plasberm met vooraf opgegeven breedte en diepte.

In de modelschematisatie moesten enkele wijzigingen worden doorgevoerd om deze studie te kunnen uitvoeren. In de eerste plaats moesten de neerslag-afvoer- en hydraulische module sequentieel worden gedraaid om grote balansverschillen tussen de varianten te ondervangen. Dit is gedaan door het streefpeil op te drukken als randvoorwaarde aan de neerslag-afvoermodule. Ten tweede moest de koppeling tussen profielen en profieldefinities worden aangepast. In de bestaande modelschematisatie verwezen meerdere dwarsprofielen naar een en dezelfde profieldefinitie. Omdat de oevers niet overal worden aangelegd, moest ieder profiel eerst zijn eigen unieke definitie krijgen. Dit had op zijn beurt weer consequenties voor de wandruwheid, waardoor we ons genoodzaakt zagen een uniforme wandruwheid te hanteren voor alle profielen in de modelschematisatie.

De resultaten laten zien dat de aanleg van natuurvriendelijke oevers gebiedsgemiddeld enkele centimeters reducerend effect heeft op de hoogwatergebeurtenissen. De variant 2021 resulteert in de Noordoostpolder gemiddeld over alle doorgerekende buien en peilgebieden in een daling van de hoogwaterstanden met 2,75 cm, en in Zuidoostelijk Flevoland met 2,40 cm ten opzichte van de huidige inrichting. Voor de variant “ooit” geldt een daling met respectievelijk 4,75 cm en 4,30 cm.

Met beide varianten is in Zuidoostelijk Flevoland een grondverzet gemoeid van ca. 700.000 m<sup>3</sup> voor scenario 2021 en ca. 1.250.000 m<sup>3</sup> voor scenario “ooit”. Voor de Noordoostpolder geldt een grondverzet van resp. 300.000 m<sup>3</sup> en 500.000 m<sup>3</sup>.

### 3 Onderzoeksvragen

In overleg met het waterschap hebben wij twee onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoe groot is het effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers op de hoogwaterstanden in het beheersgebied, zowel voor de reeds aangelegde oevers, de voor 2021 geplande oevers en de ideale situatie met maximale lengte aan natuurvriendelijke oevers?
2. Welk grondverzet, uitgedrukt in  $\text{m}^3$ , is gemoeid met de aanleg?

### 4 Werkwijze

In dit hoofdstuk beschrijven we de werkwijze die we volgden.

#### 4.1 Simulatiemodel

Een algemeen geaccepteerde techniek om waterhoogten te berekenen is het bouwen, ijken en doorrekenen van een numeriek (software) simulatiemodel. Zo'n model kan vervolgens worden gebruikt om het effect van maatregelen te voorspellen.

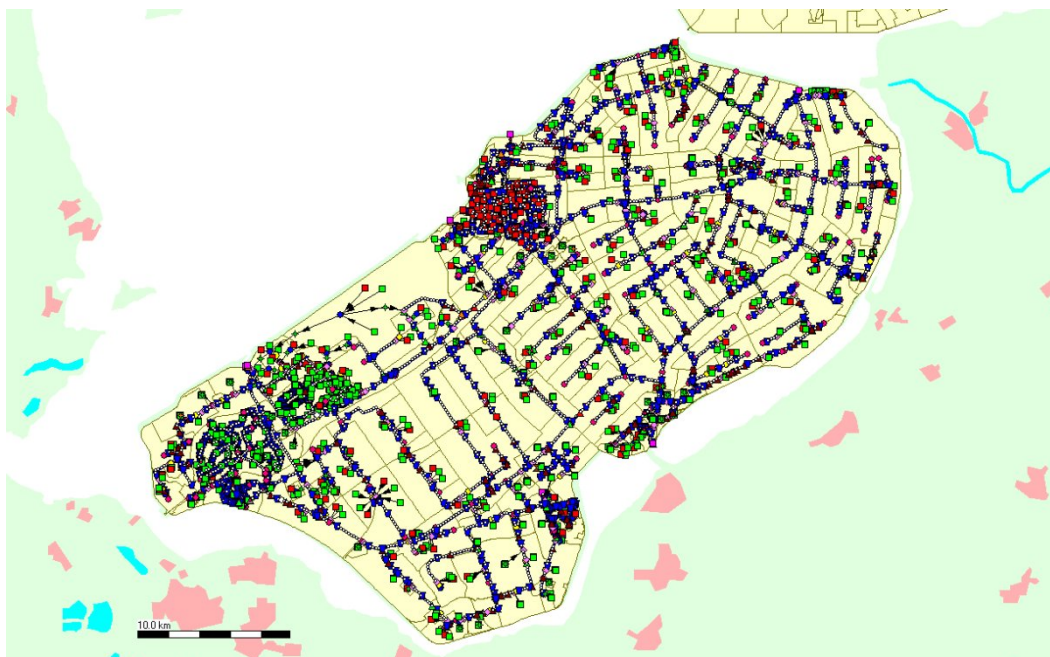
Het meest gebruikte simulatiemodel bij de Nederlandse waterschappen is SOBEK-Rural (Lit<sup>1</sup>), dat wordt ontwikkeld door het kennisinstituut Deltares. Waterschap Zuiderzeeland gebruikt dit model om achtereenvolgens het neerslag-afvoerproces en de waterbeweging in het stelsel van watergangen te simuleren. De resultaten van deze simulaties worden onder andere gebruikt om het watersysteem te toetsen aan de inundatienormen uit het Nationaal Bestuursakkoord Water.

##### 4.1.1 Vervaardiging van de modelschematisaties

Van het waterschap ontvingen wij een tweetal gekalibreerde modelschematisaties van het beheersgebied: een voor de Noordoostpolder en een voor Zuidoostelijk Flevoland. Van elk van deze modelschematisaties vervaardigden wij drie nieuwe varianten: "oorspronkelijk", "2021" en "ooit".



Figuur 1 Modelschematisatie in SOBEK van de Noordoostpolder.



Figuur 2 Modelschematisatie in SOBEK van Zuidoostelijk Flevoland.

De variant “oorspronkelijk” kon eenvoudig worden afgeleid uit de bestaande modelschematisatie door enkele dwarsprofielbeschrijvingen te vervangen door hun oorspronkelijke variant, die nog altijd in de modelschematisatie te vinden was. Dit is gedaan door telkens te verwijzen naar de gelijknamige profieldefinities, maar zonder de toevoeging (dz) -wat staat voor duurzaam ingericht- in het ID.

Om de varianten “2021” en “Ooit” te kunnen implementeren, schreven wij een speciale routine en voegden deze als functionaliteit toe aan ons programma SOBEK Utilities (Lit<sup>2</sup>). We bespreken de werking van deze routine in meer detail in paragraaf 4.2.

#### 4.1.2 Wandruwheid

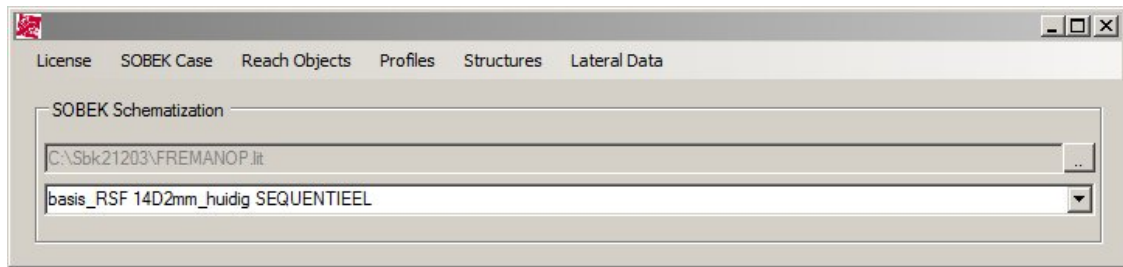
Omdat in de bestaande modelschematisatie meerdere dwarsprofielen verwijzen naar één en dezelfde profieldefinitie, was het noodzakelijk om vóór implementatie van de NVO's ieder profiel zijn eigen unieke definitie te geven. Het implementeren van een natuurvriendelijke oever in een dwarsprofieldefinitie die op meerdere plaatsen gebruikt wordt, had namelijk kunnen leiden tot nieuwe oevers op plaatsen waar die in werkelijkheid niet gepland zijn.

Deze keuze voor een één op één koppeling tussen dwarsprofiel en profieldefinitie had echter belangrijke consequenties voor de wandruwheid. Voor de nieuwe profieldefinities was geen wandruwheid gedefinieerd, waardoor hier de globale waarde gold. Deze kon echter afwijken van de ruwheid uit de oorspronkelijke profieldefinitie, wat tot andere resultaten leidde.

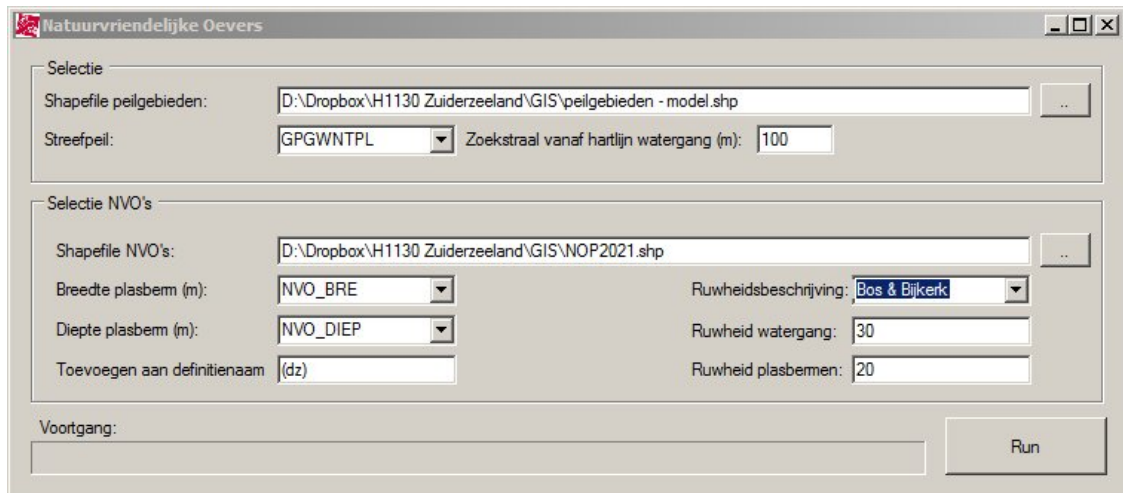
Om dit probleem het hoofd te bieden, besloten we voor alle varianten uitsluitend met een globale wandruwheid te werken, namelijk de waarde die op de meeste van de profielen al werd gebruikt. In het geval van de Noordoostpolder betreft dit een ruwheid van 45 volgens Chèzy, en in Zuidoostelijk Flevoland een ruwheid van 30 volgens Bos & Bijkerk.

## 4.2 Implementatie van natuurvriendelijke oevers

Zoals gesteld in de inleiding hebben we een speciale software-routine geschreven om de natuurvriendelijke oevers te kunnen implementeren in de modelschematisatie. Deze routine is als nieuwe functionaliteit opgenomen in ons programma *SOBEK Utilities*.

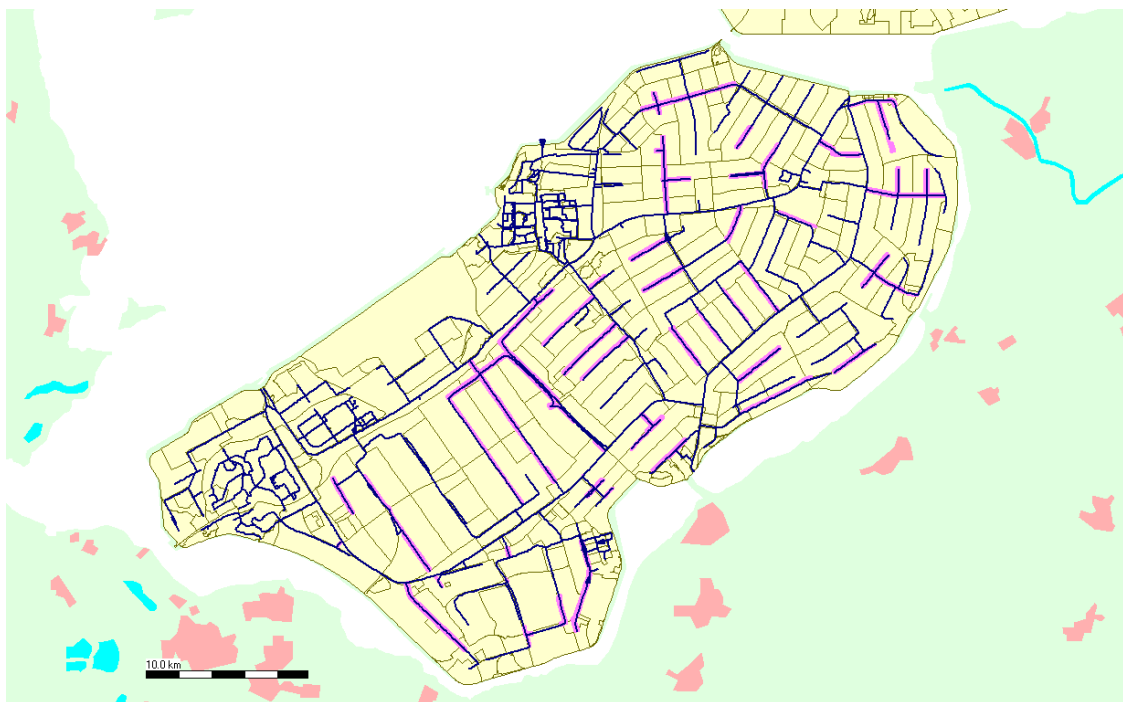


Figuur 3 Het startscherm van SOBEK Utilities. Hierin kiest de gebruiker een modelschematisatie.



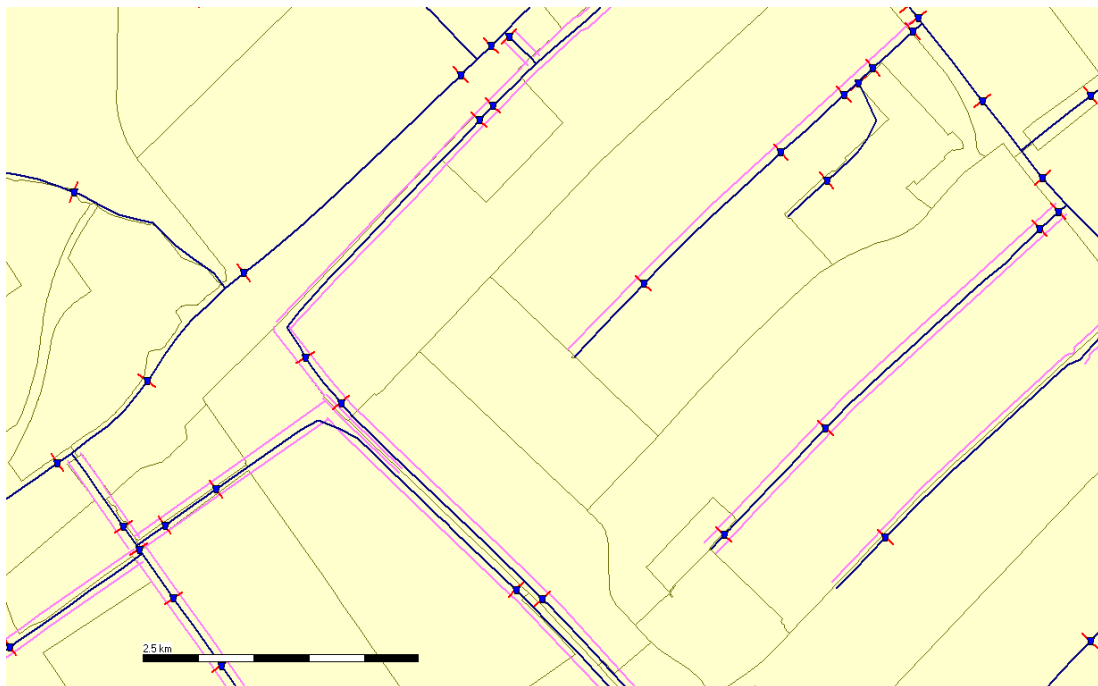
Figuur 4 Het onderdeel van SOBEK Utilities waarmee natuurvriendelijke oevers worden verwerkt.

De routine waarmee we natuurvriendelijke oevers implementeren werkt als volgt: de aan te leggen natuurvriendelijke oevers worden aangeleverd in de vorm van een *shapefile* met lijnelementen die parallel aan de watergangen liggen. In deze *shapefile* wordt de gewenste diepte en breedte van de plasberm opgenomen als waarde bij ieder lijnelement.



Figuur 5 Geplande natuurvriendelijke oevers (paars) voor het jaar 2021 in Zuidoostelijk Flevoland.

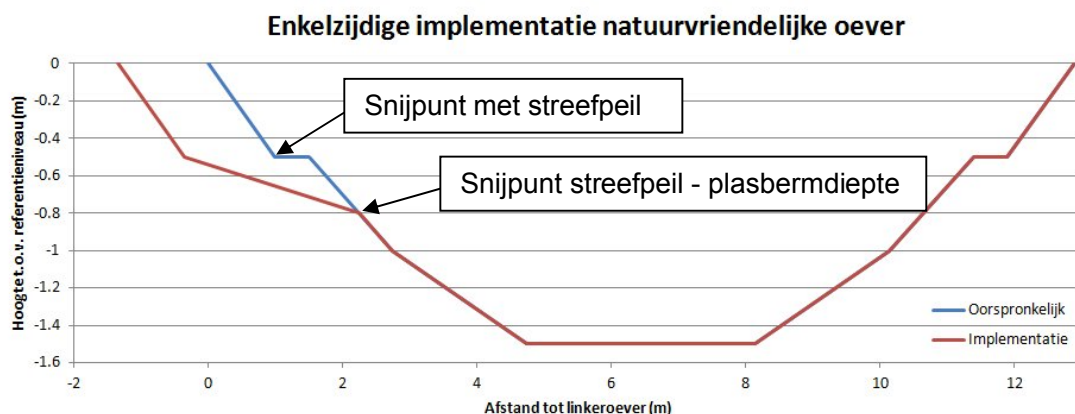
De routine doorloopt vervolgens ieder dwarsprofiel en trekt van daaruit een loodlijn naar links en een naar rechts. Wanneer de loodlijn een lijnelement uit de shapefile doorsnijdt, moet er een natuurvriendelijke oever aan die betreffende zijde worden geïmplementeerd.



Figuur 6 Loodlijnen op de watergangen, getrokken vanuit de dwarsprofielen, doorsnijden de NVO's.

De implementatie van een natuurvriendelijke oever werkt als volgt: van buiten naar binnen wordt de profieldefinitie doorlopen, en wordt gezocht naar twee snijpunten: het eerste snijpunt met winterstreefpeil en het eerste snijpunt met winterstreefpeil minus plasbermdiepte. Zijn beide snijpunten gevonden, dan wordt het segment tussen beide punten in zijn geheel vervangen door de plasborm. Het bovenwaterniveau blijft dus ongemoeid. Het schuift alleen een stuk naar buiten.

Het grondverzet dat gemoeid gaat met de aanleg van de natuurvriendelijke oevers bedraagt ca. 700.000 m<sup>3</sup> voor scenario 2021 en ca. 1.250.000 m<sup>3</sup> voor scenario Ooit. Om deze getallen in perspectief te plaatsen, noemen we ook het volume van de reeds aangelegde oevers: ca. 100.000 m<sup>3</sup>.



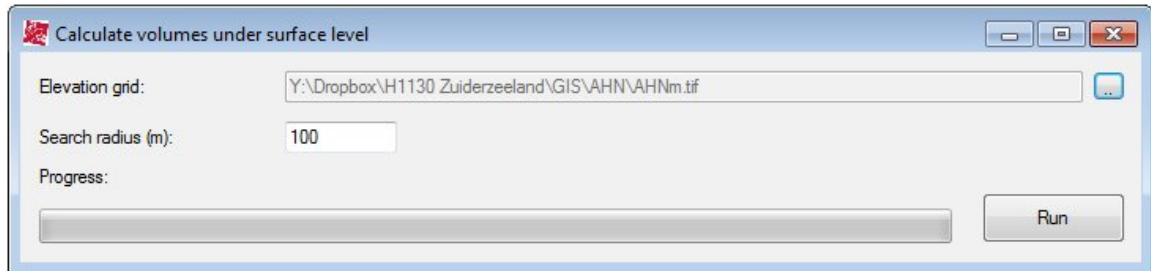
Figuur 7 Voorbeeld van de implementatie van een natuurvriendelijke oever aan de linker zijde van een profiel.

Het waterschap geeft aan dat de plasbermen ca 2 m breed en 30 cm diep worden, maar dat de aanleg in werkelijkheid iets anders in zijn werk zou gaan dan volgens onze routine. In werkelijkheid wordt de bestaande beschoeiing namelijk 30 cm naar beneden gedrukt, en wordt vanaf dat punt ca. 2 m naar de kant gegraven. In de routine wordt echter al gegraven

vanaf het snijpunt met maaiveld – 30 cm. Hierdoor onderschatten we de uiteindelijke breedte van de uiteindelijke plasberm iets. Om te corrigeren voor deze onderschatting besloten we, in overleg met het waterschap, met de bestaande routine een plasberm van 2,6 m breed te implementeren.

### 4.3 Berekening van het grondverzet

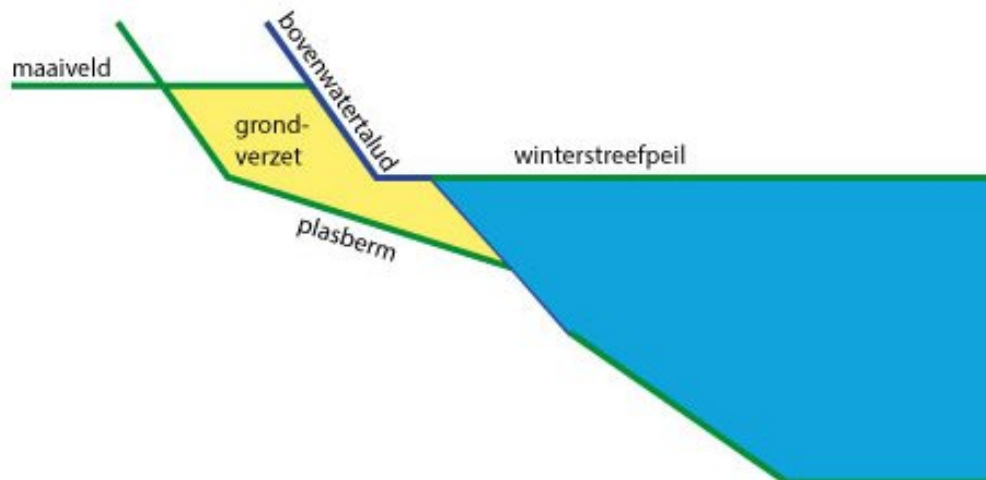
Evenals als voor het aanpassen van de dwarsprofielen, schreven we een nieuwe software-routine voor het berekenen van het grondverzet dat gemoeid is met iedere variant. Deze functionaliteit is opgenomen in SOBEK Utilities onder het menu-item *SOBEK Case – Calculate volume under surface level*. Figuur 8 toont een schermafbeelding van deze functionaliteit.



Figuur 8 Functionaliteit volumeberekening in SOBEK Utilities.

Om de volumes te kunnen berekenen, was kennis van de maaiveldhoogte noodzakelijk. De routine trekt vanaf ieder dwarsprofiel een loodlijn, dwars over de watergang. Hij doorloopt vervolgens die loodlijn tot een gegeven afstand en geeft de hoogste maaiveldhoogte uit de onderliggende cellen van het AHN2 (Lit<sup>2</sup>) terug.

Vervolgens wordt de profielbeschrijving van ieder profiel doorlopen en wordt het natte oppervlak onder het maaiveldniveau berekend. Het grondverzet in m<sup>2</sup> (m<sup>3</sup>/m) dat gemoeid is met een variant, kan worden berekend door het natte oppervlak in de bestaande situatie af te trekken van het oppervlak in de nieuwe situatie.



Figuur 9 Berekening van het grondverzet in m<sup>3</sup>/m.

De laatste stap om te komen tot het grondverzet in m<sup>3</sup> is het vermenigvuldigen van het natte oppervlakte met de onderhavige taklengtes:

- Voor het eerste profiel op een tak wordt het oppervlak vermenigvuldigd met de afstand van dat profiel op de tak.

- Voor het laatste profiel op een tak wordt het oppervlak vermenigvuldigd met de resterende taklengte vanaf de ligging van dat profiel.
- Tussen twee profielen in wordt het oppervlak van beide profielen gemiddeld en vermenigvuldigd met de afstand tussen beide profielen.

Tenslotte worden alle volumes per tak gesommeerd en weggeschreven in een Excel-document. Het document geeft de natte oppervlaktes ( $m^2$ ) onder maaiveld voor ieder profiel en het gesommeerde volume ( $m^3$ ) onder maaiveld per tak.

#### 4.4 Opzet modelsimulaties

Ten behoeve van de modelsimulaties stelde het waterschap voor zowel de Noordoostpolder als Zuidoostelijk Flevoland een neerslagreeks ter beschikking, bestaande uit negen buien. Om extreme waarden met herhalingstijden tussen  $T=10$  en  $T=100$  te kunnen berekenen met de modelschematisaties van deze gebieden, moeten die worden gedraaid in een combinatie met hoge begingrondwaterstanden.

##### 4.4.1 Initialisatie

Een bestand met begingrondwaterstanden werd door het waterschap aangeleverd in de vorm van een *unpaved.3b*-bestand. Dit bestand kon eenvoudig in de directory van de modelschematisatie worden gekopieerd.

Om ook de hydraulische module te initialiseren werd de modelschematisatie gedraaid met een constante aanvoer van water van 2 mm/d gedurende 14 dagen. De waterhoogtes in de laatste tijdstap werden vervolgens weggeschreven in een zogenaamde *restartfile*. Iedere berekening werd geïnitieerd met dat bestand.

##### 4.4.2 Configuratie

Tijdens de proefruns viel het op dat de waterbalans van de neerslag-afvoermodule sterk veranderde als gevolg van de ingrepen in de dwarsprofielen. Deze balansverschillen werden veroorzaakt door de zogeheten *volume check*; een softwarematige ingreep in het neerslag-afvoerdebiet om numerieke instabiliteiten te voorkomen. Wanneer het neerslag-afvoervolume leidt tot een te grote peilstijging op het ontvangende taksegment, wordt het debiet kunstmatig geknepen door SOBEK. Het vergroten van het dwarsprofiel leidde automatisch tot grotere volumes per taksegment, minder knijpen en dus een grotere maximum aanvoer per tijdstap; iets dat niet realistisch is.

Om het bovenstaande probleem het hoofd te bieden, besloten wij de simulatie sequentieel uit te voeren, dus eerst de neerslag-afvoermodule en daarna pas de hydraulische module. Op die manier wordt terugkoppeling vanuit de hydraulische module vermeden en kan het debiet niet langer kunstmatig worden geknepen. Dit betekende echter wel dat de randknopen van de neerslag-afvoercomponent moesten worden gevuld met het vigerende streefpeil. Dit is gedaan met de optie *Build RR-on-Flow boundary data* uit SOBEK Utilities.

#### 4.5 Nabewerking van de resultaten

Ten behoeve van de presentatie van resultaten leverde het waterschap een GIS-bestand aan met de afwaterende eenheden in het beheersgebied en voor iedere afwaterende eenheid het SOBEK-rekenpunt dat daar representatief voor wordt geacht.

Wij exporteerden de hoogste waterstanden van iedere bui in de reeks naar Excel, en zochten met een Lookup-functie voor iedere afwaterende eenheid de bijbehorende negen hoogwaterstanden op. Tegelijk legden we het verschil met de situatie huidig (in cm) vast.

Deze resultaten werden toegevoegd aan de shapefile met afwaterende eenheden. De shapefile kreeg met dit alles de volgende nieuwe velden:

- OORSPR1 t/m 9 voor de waterhoogtes in de oorspronkelijke situatie
- HUIDIG1 t/m 9 voor de waterhoogtes in de bestaande situatie
- 20211 t/m 9 voor de waterhoogtes in de geplande situatie voor 2021
- OOI1 t/m 9 voor de waterhoogtes in de ideale situatie
- EFFOOR1 t/m 9 voor het verschil (in cm) tussen oorspronkelijk en huidig
- EFF20211 t/m 9 voor het verschil (in cm) tussen 2021 en huidig
- EFFOOI1 t/m 9 voor het verschil (in cm) tussen de ideale situatie en huidig

Hierbij staan de cijfers 1 t/m 9 voor het overeenkomstige volgnummer van de bui in de neerslagreeks.

Om ook een meer dynamisch en interactief presentatiemiddel te genereren, werden de resultaten ook in het programma voor datavisualisatie Tableau ingeladen. Deze interactieve presentatie kan worden geopend met de gratis Tableau Reader <http://www.tableausoftware.com/products/reader>

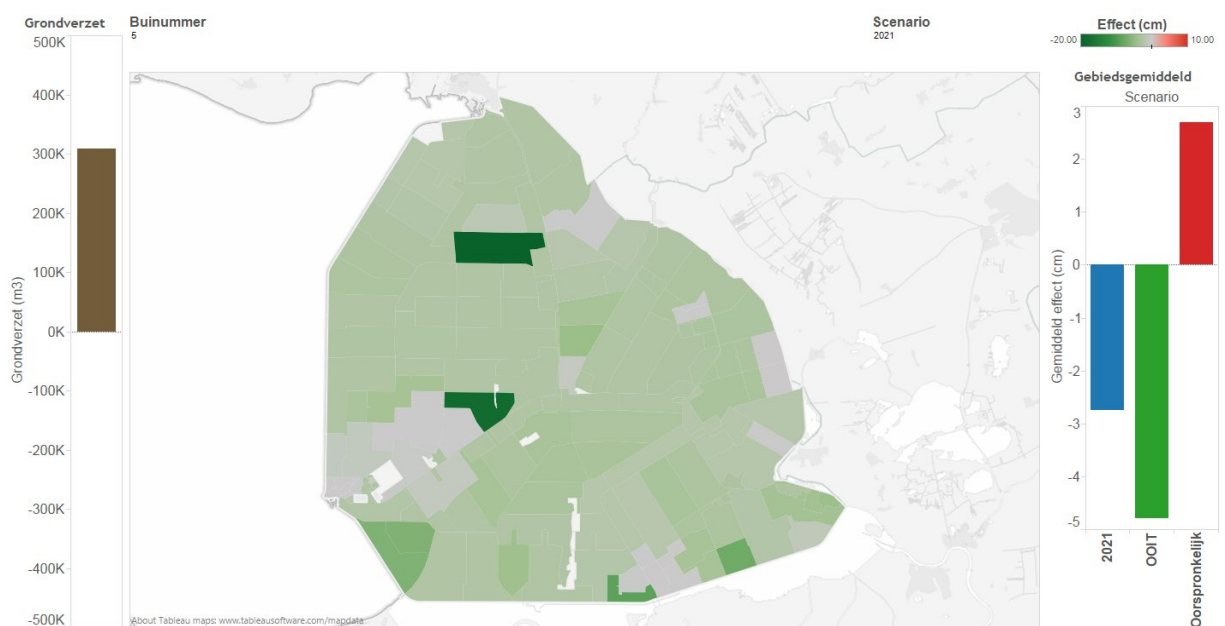
Alle genoemde resultaten worden meegeleverd op de DVD behorende bij dit rapport.

## 5 Resultaten

Het effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers hebben we berekend in cm. peilverandering ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent dat we voor het scenario “oorspronkelijk” voornamelijk peilstijgingen zullen zien, en dat de scenario's 2021 en “Ooit” voornamelijk peildalingen zullen laten zien.

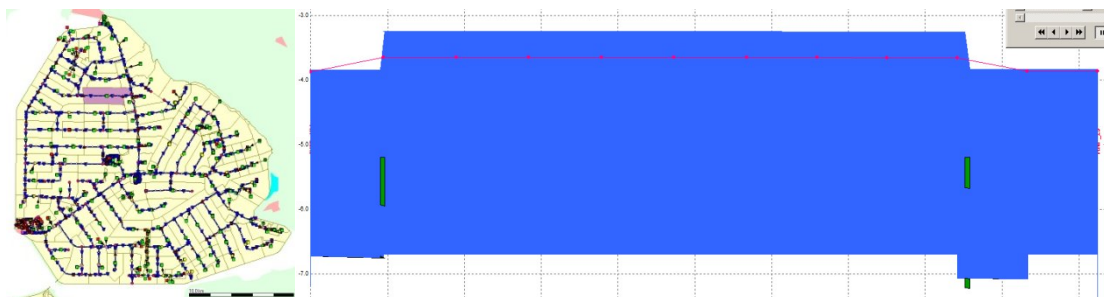
### 5.1 Noordoostpolder

Ter illustratie volgen onderstaand een afbeelding met daarin de daling van de hoogwaterstanden in de Noordoostpolder onder buinummer 5 en scenario 2021. Deze afbeelding is afkomstig uit het interactieve dashboard in Tableau. De resultaten kunnen in deze software in detail worden bekeken per bui en per scenario.



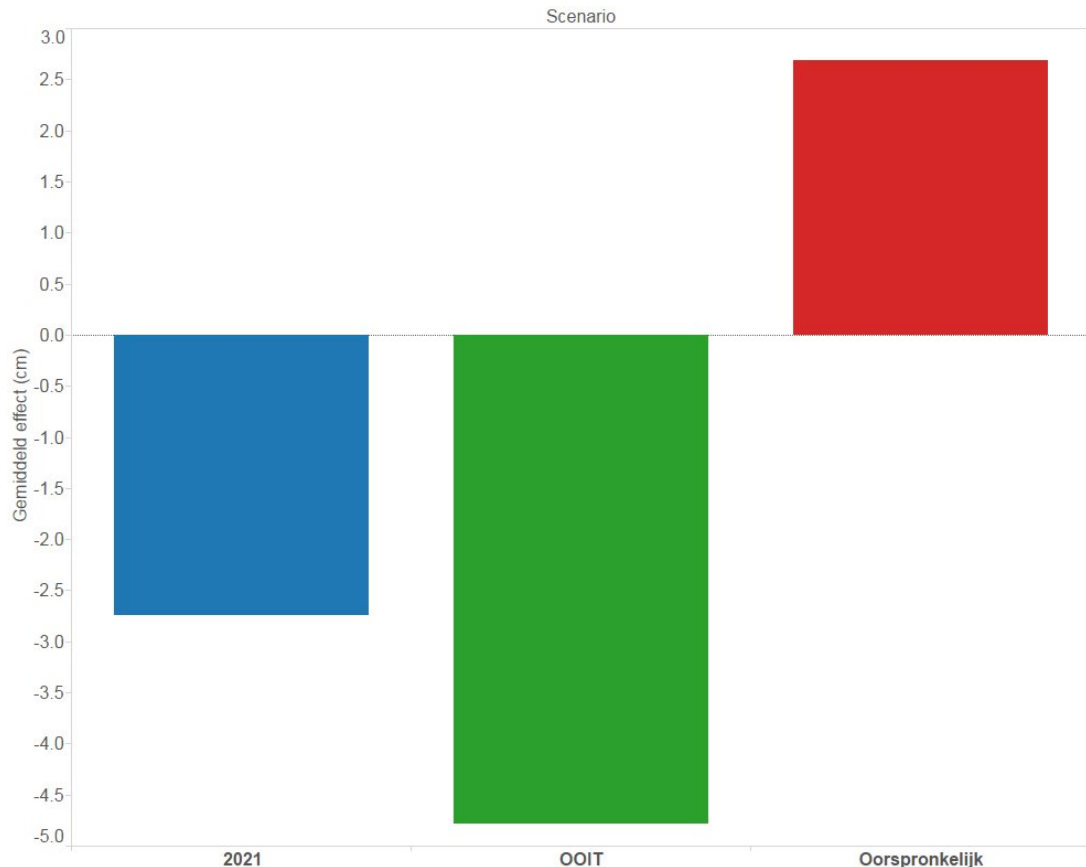
Figuur 10 Daling van de hoogwaterstanden in de Noordoostpolder onder buinummer 5 als gevolg van de aanleg van natuurvriendelijke oevers, scenario 2021.

Een aantal peilgebieden springt eruit, wat te zien is aan de donkergroene kleur. Hier zien we peildalingen van enkele tientallen centimeters. Nadere inspectie leert dat deze onevenredig grote peildaling vooral het gevolg is van de wijze waarop het gebied in SOBEK geschematiseerd is. Tussen twee knellende duikers in loost een (te) groot gebied op de watergang. Omdat dit volume niet tijdig kan worden afgevoerd via de duikers aan weerszijden van het traject, leidt het lokaal tot onrealistisch hoge waterstanden. De aanleg van een natuurvriendelijke oever heeft op die trajecten daarmee een onevenredig groot effect, wat we kunnen illustreren met een lengteprofiel.



Figuur 11 Waterhoogte in de huidige situatie (blauw) en na aanleg van natuurvriendelijke oevers (rood) op een traject met grote aanvoer en knellende duikers (linker afbeelding, paars).

Om een meer algemeen beeld te krijgen van de effecten van de aanleg van natuurvriendelijke oevers, kunnen we ze middelen over alle 9 buien en alle peilgebieden.



Figuur 12 Gebiedsgemiddeld effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers in de Noordoostpolder.

Uit Figuur 12 kunnen we afleiden dat het scenario 2021 gemiddeld ca. 2,75 cm daling van de hoogwaterstanden in de Noordoostpolder tot gevolg heeft. Voor scenario “Ooit” geldt een daling met gemiddeld 4,75 cm. Omdat we de huidige situatie als referentie hebben genomen, zien we in het scenario “Oorspronkelijk” een peilstijging van ca. 2.70 cm. Deze waarde vertegenwoordigt dus wat het waterschap al bereikt heeft met de aanleg van de bestaande oevers.

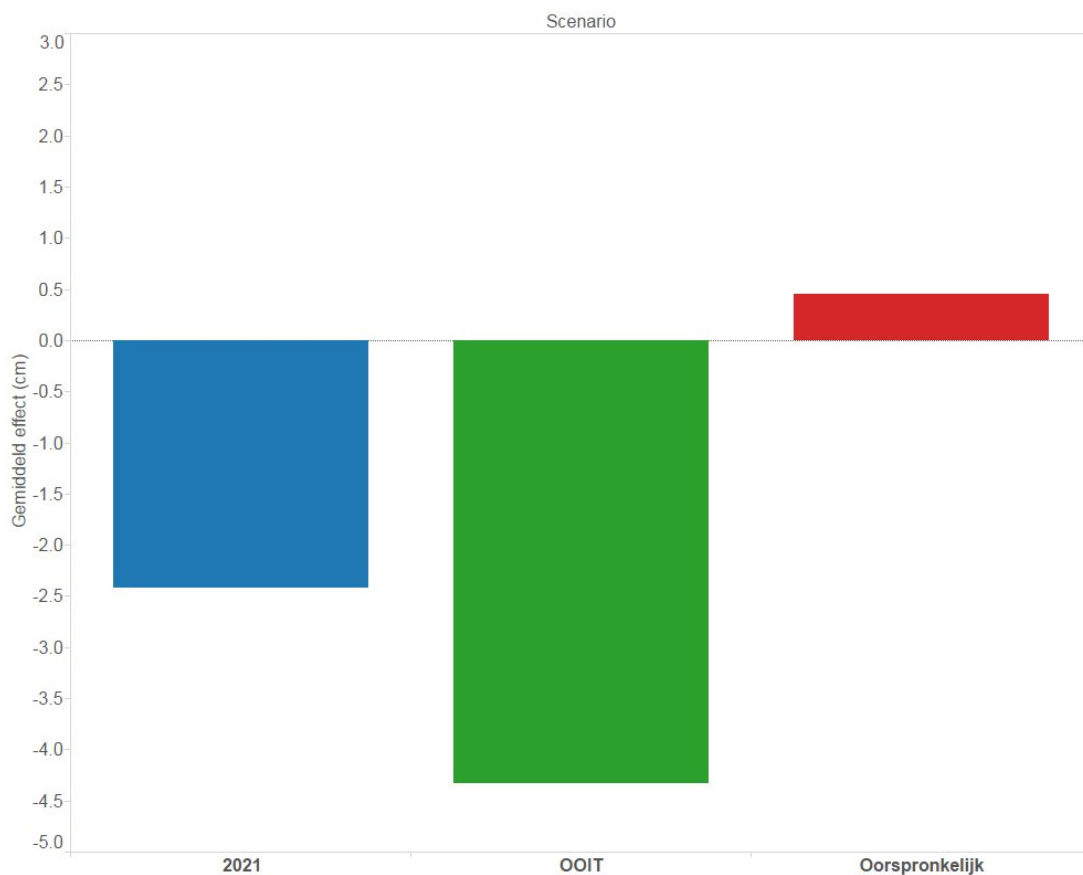
Het grondverzet dat gemoeid gaat met de aanleg van de natuurvriendelijke oevers bedraagt ca. 300.000 m<sup>3</sup> voor scenario 2021 en ca. 500.000 m<sup>3</sup> voor scenario “Ooit”. Om deze getallen in perspectief te plaatsen, noemen we ook het volume van de reeds aangelegde oevers: ca. 300.000 m<sup>3</sup>.

## 5.2 Zuidoostelijk Flevoland

Evenals voor de Noordoostpolder illustreren we het effect van de aanleg van de natuurvriendelijke oevers op de hoogwaterstanden voor buinummer 5 en scenario 2021 met een afbeelding uit het interactieve dashboard.



Figuur 13 Gebieds- en buigemiddeld effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers in Zuidoostelijk Flevoland.



Figuur 14 Gebieds- en buigemiddeld effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers in Zuidoostelijk Flevoland.

De resultaten komen vrij goed overeen met die in de Noordoostpolder. Onder scenario 2021 zien we een gebiedsgemiddelde peildaling van ca. 2,40 cm, en onder scenario "Ooit" een daling van ca. 4,30 cm. Opvallend is het veel kleinere effect van scenario "Oorspronkelijk". De oorzaak hiervoor ligt in het feit dat het waterschap nog vrij weinig natuurvriendelijke oevers heeft aangelegd in Zuidoostelijk Flevoland (pers. comm. Marijke Visser, waterschap Zuiderzeeland).

Wel moet worden opgemerkt dat Zuidoostelijk Flevoland een relatief groter areaal heeft waar überhaupt geen natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. Dit drukt het gebiedsgemiddelde effect.

Het grondverzet dat gemoeid gaat met de aanleg van de natuurvriendelijke oevers bedraagt ca. 700.000 m<sup>3</sup> voor scenario 2021 en ca. 1.250.000 m<sup>3</sup> voor scenario Ooit. Voor de reeds aangelegde oevers gold een grondverzet in het verleden van ca. 100.000 m<sup>3</sup>.

## 6 Conclusies

Middels een aantal modelsimulaties kon met succes het effect van de aanleg van natuurvriendelijke oevers op hoogwaterstanden in het beheersgebied van waterschap Zuiderzeeland worden bepaald. Ook werd berekend welk grondverzet gemoeid is met de aanleg van deze oevers.

Een aantal aanpassingen aan de modelschematisatie in SOBEK was echter noodzakelijk om een objectieve vergelijking tussen de verschillende scenario's mogelijk te maken. Zo moesten de neerslag-afvoermodule en hydraulische module sequentieel worden gedraaid in plaats van simultaan om onrealistische balansverschillen te voorkomen. Ook moest een een-op-een-koppeling tussen dwarsprofielen en hun profielbeschrijving worden aangemaakt, wat op zijn beurt weer tot gevolg had dat een uniforme beschrijving van de wandruwheid moest worden gebruikt.

De resultaten zijn goed te verklaren en liggen voor de toekomstige situaties gebieds- en buigemiddeld in de orde van grootte van enkele centimeters peildaling. Uitschieters zijn te wijten aan de wijze waarop sommige peilgebieden geschematiseerd zijn in het oorspronkelijke SOBEK-model.

## 7 Literatuur

Lit<sup>1</sup> Stichting Deltares, 2013, Gebruikershandleiding bij SOBEK-Rural versie 2.13.003,

Lit<sup>2</sup> AHN, 2009, Actueel Hoogtebestand Nederland, versie 2, [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)

Lit<sup>3</sup> Hydroconsult, SOBEK Utilities, Gebruikershandleiding in voorbereiding,  
[www.hydroconsult.nl](http://www.hydroconsult.nl)