

# DROOGVALRANGES IN DE ECOTOPENKAARTEN VAN DE WESTERSCHELDE

Ontwikkelingen, trends en ecologische betekenis

31 DECEMBER 2015



**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Projectnummer: C003041.001987

## Contactpersonen

**JELMER CLEVERINGA**  
Senior Advisor Coastal  
Mprphodynamics

**T** +31 (0)88 4261 440

**M** +31 (0)6 5073 6850

**E** [jelmer.cleveringa@arcadis.com](mailto:jelmer.cleveringa@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

---



# Inhoudsopgave

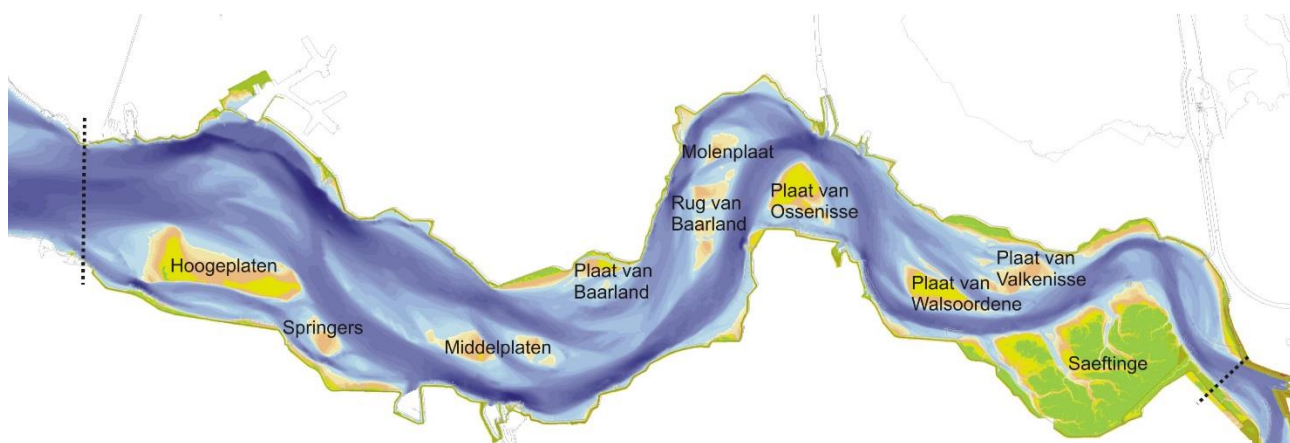
<b>1 INLEIDING</b>	<b>7</b>
1.1 Natuur in de Westerschelde	7
1.2 Ecotopenkaarten	7
1.3 Droogvalpercentages	8
1.4 Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium	9
1.5 Agenda voor de Toekomst	10
1.6 Doelstelling	10
<b>2 WAT WETEN WE AL?</b>	<b>11</b>
2.1 Inleiding	11
2.2 Morfologische ontwikkelingen platen en slikken	11
2.3 Ontwikkelingen in droogvalpercentages en ecotopen.	12
2.4 Conceptueel model voor de ontwikkeling van platen, slikken, schorren en kortsluitgeulen	13
<b>3 GEGEVENS</b>	<b>15</b>
3.1 Inleiding	15
3.2 Droogvallen oorspronkelijk	16
3.3 Droogvallen recent	16
3.4 Vergelijking van droogvalduur kaarten	16
<b>4 GEBIEDSINDELING EN WERKWIJZE</b>	<b>19</b>
4.1 Gebiedsindeling	19
4.2 Werkwijze	20
<b>5 DROOGVALPERCENTAGES IN HET LITORAAL</b>	<b>23</b>
5.1 Inleiding	23
5.2 Hooge platen	23
5.3 Middelplaten	26
5.4 Plaat van Walsoorden en Plaat van Valkenisse	29

5.5 Extrapolaties van de ontwikkelingen	33
<b>6 RANGE VAN DROOGVALDUREN IN HET</b>	
<b>LAAGDYNAMISCHE AREAAL</b>	<b>35</b>
6.1 Inleiding	35
6.2 Indicatoren voor gradiënten in het laagdynamische areaal	36
6.3 Lengte van de zone met lage droogvalpercentages aangrenzend aan het laagdynamische areaal	37
6.4 Range aan droogvalduren in het laagdynamische areaal	39
6.5 Hooge Platen	40
6.6 Rug van Baarland	43
6.7 Van de range per deelgebied naar grotere eenheden	46
<b>7 DISCUSSIE DROOGVALLEN EN</b>	
<b>DROOGVALRANGE</b>	<b>49</b>
7.1 Onderliggende veranderingen en droogvalpercentages.	49
7.2 De ecologische betekenis van de waargenomen veranderingen	51
<b>8 EEN NIEUW DENKMODEL VOOR DE</b>	
<b>VERSCHILLEN IN ONTWIKKELING TUSSEN</b>	
<b>PLAATCOMPLEXEN EN SLIKKEN</b>	<b>53</b>
8.1 Inleiding	53
8.2 Geschematiseerd slik	53
8.3 Geschematiseerde plaat	53
8.4 Verschil tussen slik en plaat	54
8.5 Verschillen in ontwikkelingen van plaatcomplexen	55
8.6 Nuanceringen	55
<b>9 DISCUSSIE ECOLOGISCHE WAARDERING</b>	
<b>VAN MORFOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN</b>	<b>57</b>
<b>10 CONCLUSIES</b>	<b>59</b>
<b>11 REFERENTIES</b>	<b>61</b>

## 1 INLEIDING

### 1.1 Natuur in de Westerschelde

De Westerschelde (figuur 1) is het zeewaartse deel van het Schelde-estuarium. De Westerschelde wordt aan de oostzijde begrenst door de Vlaams-Nederlandse grens en gaat daar over in de Beneden Zeeschelde. Aan de westzijde wordt in de meeste studies de grens met de Monding van de Westerschelde getrokken langs de lijn Vlissingen-Breskens. Het Natura2000 gebied Westerschelde en Saeftinghe omvat ook een deel van het Monding gebied. De Westerschelde is een natuurgebied van internationaal belang, vandaar de aanwijzing van het gebied als Natura2000-gebied. De natuurwaarden omvatten een range aan habitats en een lange lijst aan vogelsoorten soorten die horen bij het estuariene milieu (voor de volledige lijst, inclusief andere dieren en planten wordt verwezen naar de vigerende documenten <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/>).



Figuur 1 De Westerschelde.

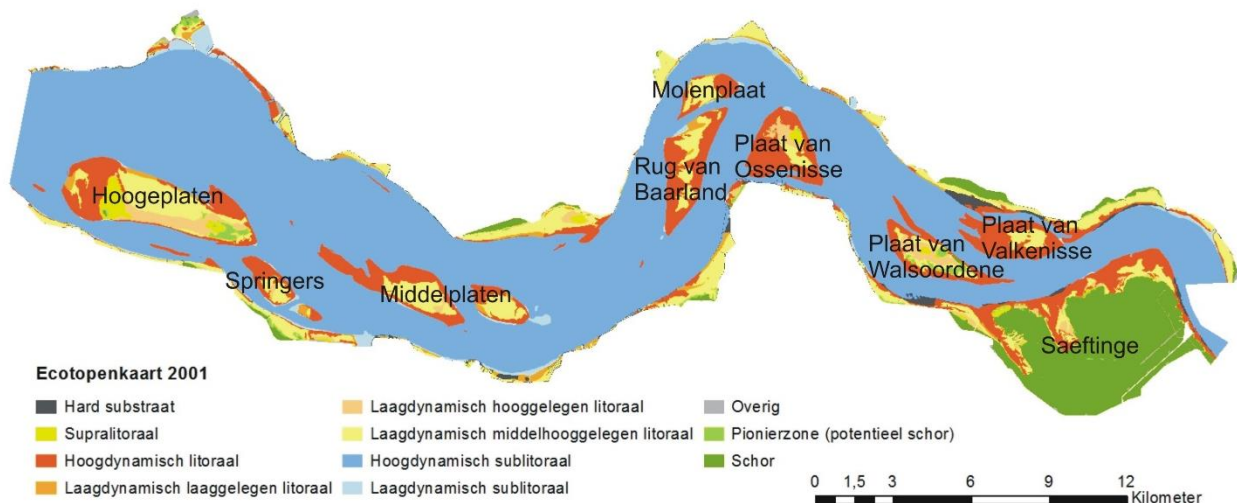
In het aanwijzingsbesluit is onderkend dat de dynamiek van het water en het sediment een wezenlijk onderdeel is van de Westerschelde. Deze morfodynamiek in de Westerschelde speelt zich op verschillende ruimtelijke schalen af en omvat onder andere de vorming en afbraak van schorren, de verplaatsing van (kortsluit)geulen en verplaatsing van megaribbels. Ook wordt belang gehecht aan de aanwezigheid van het meergeulenstelsel in de Westerschelde. Ook in andere internationale kaders wordt belang gehecht aan de morfologie, zo is het behoud van het meergeulenstelsel expliciet genoemd als doelstelling in de Lange Termijn Visie.

Voor het formuleren van beleid en beheer met de bijbehorende doelstellingen rond de Westerschelde blijkt het belangrijk om de relatie tussen morfologie en morfodynamiek en de ecologische waarden goed in de vingers te hebben. Een belangrijk middel daarbij zijn de ecotopenkaarten, met de onderliggende datasets, waaronder de droogvalpercentages. In deze ecotopenkaarten en droogvalkaarten komen de morfologie en de ecologie samen.

### 1.2 Ecotopenkaarten

Ecotopen zijn ruimtelijk begrensde ecologische eenheden, “waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid.” volgens de definitie uit het Zoute EcotopenStelsel (ZES, (Bouma e.a., 2005). Het ecotopenstelsel is een hiërarchisch classificatiesysteem, waarin de meest belangrijke abiotische omgevingsfactoren (mate van droogvallen, type substraat,

saliniteit) en biotische aspecten (aanwezigheid begroeiing,) van de habitats van de Nederlandse kustwateren worden weergegeven. In de ecotopenkaarten, waarvan een voorbeeld is getoond in figuur 2, wordt bijvoorbeeld een onderscheid gemaakt in de geulen (delen die altijd onder water staan, sublitoraal), het intergetijdebereik op de platen en slikken (delen die tijdens laagwater droogvallen, litoraal) en de delen die hoger zijn dan vrijwel alle hoogwaters (supralitoraal). het supragetijdebereik. De begroeide delen worden aangemerkt als schor of pionierschor. Het substraat varieert van zand, slibrijk zand tot natuurlijk hardsubstraat (veen- en kleilagen) en door



mensen aangebracht hard substraat (stortsteen).

Figuur 2 Ecotopenkaart 2001.

Het belangrijkste onderscheid in de ecotopenkaarten voor deze studie betreft de dynamiek van het sediment, dat in twee categorieën is onderverdeeld, namelijk laag- en hoogdynamisch. De dynamiek van het sediment is de mate waarin het zand en slib op de bodem ieder getij in beweging is. Als er veel sediment in beweging is, wordt gesproken over hoogdynamisch en als er weinig sediment in beweging is dan wordt gesproken over laagdynamisch. Overigens wordt hoog- en laagdynamisch op de platen en slikken gekarteerd met luchtfoto's tijdens laagwater. Daarbij is niet in beeld hoeveel sediment in beweging is, maar moet worden afgeleid hoeveel sediment normaal gesproken in beweging is. Dat afleiden gebeurt aan de hand van aan de aan- en afwezigheid van kenmerkende bodemvormen en patronen. In het veld wordt geverifieerd of de indeling op basis van de luchtfotokartering juist is en hierbij de aanwezigheid (laagdynamisch) of afwezigheid (hoogdynamisch) van bodemdieren als criterium gehanteerd. Hiermee is direct duidelijk wat het belang van laagdynamisch areaal is voor de Westerschelde: het is rijk aan bodemdieren, die het voedsel vormen voor allerhande andere dieren in het estuarium.

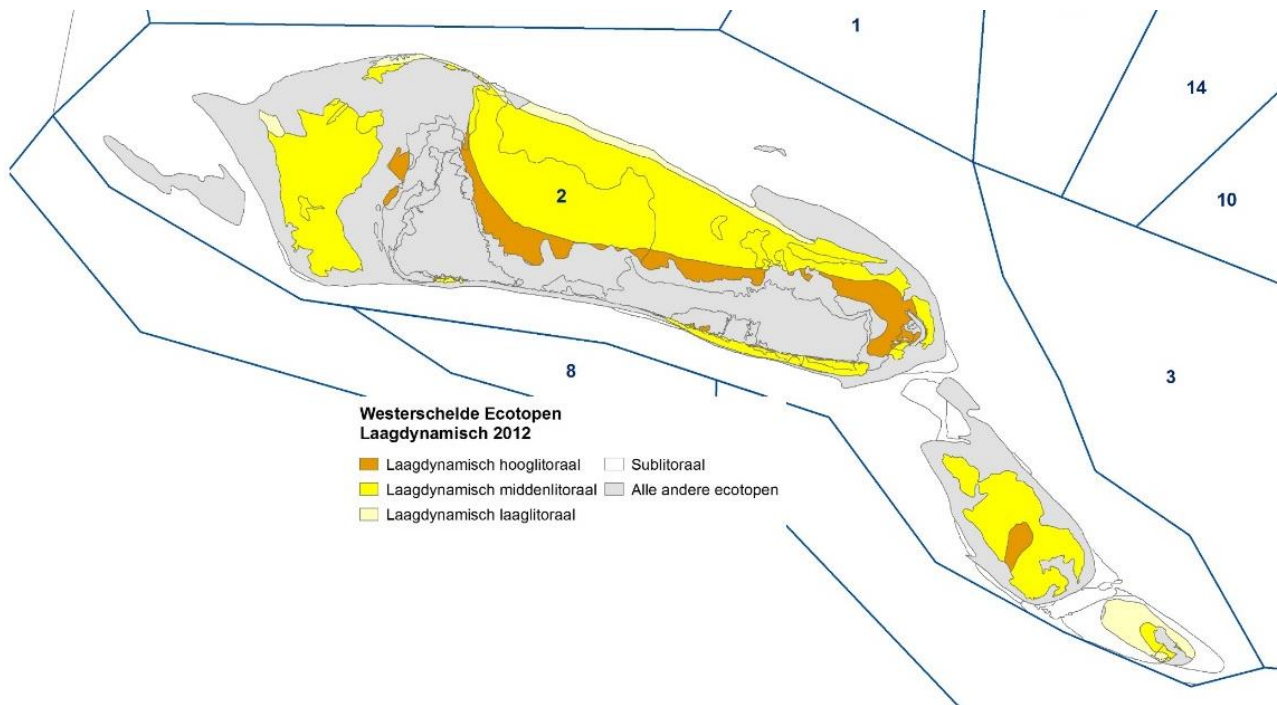
De ecotopenkaarten in de Westerschelde worden gebruikt om uitspraken te doen over de ecologische waardevolle elementen van het gebied, zoals het areaal geschikt foerageergebied voor steltlopers en ontwikkelingen daarin.

### 1.3 Droogvalpercentages

Een van de abiotische omgevingsfactoren die is opgenomen in de ecotopenclassificatie is de mate van droogvallen, die wordt uitgedrukt in droogvalpercentages. In de eerste plaats wordt een onderscheid naar habitats die nooit droogvallen (sublitoraal, 0% droogvallen), habitats die vrijwel nooit overstroomd worden (supralitoraal, 100% droogvallen) en de habitats die tijdens laagwater gedurende enige tijd droogvallen (litoraal). Binnen het litoraal wordt onderscheid gemaakt naar hoge delen die lang droogvallen tijdens laagwater, lage delen die kort droogvallen en



de gebieden daartussen in (figuur 3). Het voorliggende rapport gaat over het litoraal van de Westerschelde en mate van droogvallen.



Figuur 3 Laag dynamische litorale ecotopen in drie hoogteklassen in de ecotopenkaart van 2012.

De mate van droogvallen van de platen en slikken in de Westerschelde heeft gevolgen voor verschillende diersoorten en voor kwelderplanten. De droogvalduur is een belangrijke abiotische parameter voor het bodemleven, omdat het medebepalend is voor de condities in en boven de bodem. Voor bodemdieren die hun voedsel uit het water filteren betekent droogvallen dat er geen voedsel verzameld kan worden. Een langere droogvalduur betekent voor deze dieren korter foerageren. Droogvallen heeft ook gevolgen voor de condities in de bodem, bijvoorbeeld doordat de uitwisseling van bodemwater met het oppervlaktewater dan niet kan plaatsvinden, maar ook omdat de toplaag van zandige bodems kan uitdrogen. De mate van droogvallen heeft ook consequenties voor de predatie van bodemdieren. Daarbij moet worden bedacht dat op drooggevallen platen en slikken op bodemdieren wordt gejaagd door vogels, terwijl tijdens hoogwater vissen en andere predatoren (krabben, zeesterren, garnalen,...) op jacht gaan naar bodemdieren.

De beschikbare range aan droogvalpercentages op platen en slikken is medebepalend voor de foerageermogelijkheden van vogels. Vooral voor kleine steltlopers die de waterlijn volgen is de beschikbaarheid van een zo volledige mogelijke range aan droogvalduren belangrijk (Bouwmeester, 2014; de Jong, 2015). Natuurlijk moet dan wel voldoende voedsel in de vorm van bodemdieren aanwezig zijn. De aanwezigheid van laag dynamisch litoraal areaal geeft een aanwijzing dat voldoende bodemdieren aanwezig kunnen zijn. Een zo compleet mogelijke range aan droogvalpercentages in de laag dynamische ecotopen geeft de meest optimale foerageermogelijkheden voor vogels.

## 1.4 Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium

Het Schelde-estuarium is een complex systeem, dat in volop in verandering is en waarin vele belangen spelen. Nederland en Vlaanderen hebben samen een integrale aanpak uitgewerkt om de belangen te waarborgen: de langetermijnvisie (LTV2030).

Uit deze langetermijnvisie volgde de Ontwikkelingsschets 2010 en werd beslist het gemeenschappelijk monitoringsprogramma MONEOS. Om op basis van alle beschikbare data antwoord te geven op de vragen vanuit het beleid is de evaluatiemethodiek ontwikkeld. De uitgangspunten van deze methodiek zijn de beleidsdoelstellingen uit de LTV en een goed functioneren van het ecosysteem. De evaluatiemethodiek zal toegepast worden om elke zes jaar een evaluatie van het Schelde-estuarium uit te voeren. Eind 2011 werd de eerste versie van de evaluatiemethodiek definitief opgeleverd (Holzhauer e.a., 2011), die voor het eerst werd toegepast in de periode 2012-2013 bij de T2009 evaluatie (Depreiter e.a., 2013). De leerpunten en aandachtspunten uit de T2009-evaluatie zijn betrokken in de Update 2014 van de evaluatiemethodiek (Maris e.a., 2014).

Een van de aandachtspunten uit de T2009-evaluatie had betrekking op parameter waarmee de ecologische kwaliteit van het laagdynamische areaal wordt bepaald. Voorgesteld is om een nieuwe parameter te beschouwen die de range droogvalpercentages in het laagdynamische areaal beschrijft. Ook is een parameter voorgesteld om de ecologische kwaliteit van de laaggelegen gebieden langs de waterlijn te benoemen.

## 1.5 Agenda voor de Toekomst

De Agenda voor de Toekomst is gericht op de uitdagingen voor een duurzaam en vitaal Schelde-estuarium. De agenda omvat een onderzoeksprogramma dat is gericht op de belangrijke onderwerpen rond het Schelde-estuarium. Belangrijke onderzoeksvragen voor het programma zijn wat de gewenste en realiseerbare ecologische en morfologische doelstellingen zijn voor de Westerschelde. Hierbij past ook de vraag in hoeverre de ecologische doelen (vervat in de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe) en de morfologische doelen (behoud meergeulenstelsel) zich verhouden.

Het voorliggende rapport bevat aanknopingspunten voor verschillende van deze onderzoeksvragen van de Agenda van de Toekomst.

Inzicht in de te verwachten morfologische ontwikkelingen kan worden verkregen door het uitvoeren van trendanalyses aan waarnemingen. Op basis van een extrapolatie van trends kan dan een blik op de toekomst worden geworpen, gesteld dat de extrapolatie gerechtvaardigd is op basis van de kennis van de morfologie en waterbeweging. Hiervoor worden in dit rapport drie gebieden beschouwd, om de haalbaarheid hiervan te bepalen. Deze extrapolaties van de morfologische trends zijn bedoeld om in samenhang te beschouwen met numerieke modelsimulaties waarin extreme, maar uitvoerbare stort scenario's worden gesimuleerd (door Schrijvershof, in prep).

Om inzicht te krijgen in het de ecologische waarde van de waargenomen en voorspelde ontwikkelingen is het zinvol om eenvoudige verbanden/rekenregels te hanteren. In dit rapport wordt de relatie tussen de range in droogvalpercentages uit de waarnemingen aan de steltloperaantallen (Bouwmeester, 2014) gebruikt als een voorbeeld en worden enkele andere rekeregels aangestipt.

## 1.6 Doelstelling

In het voorliggende rapport worden de trends in de droogvalranges van het litoraal van enkele gebieden in de Westerschelde in beeld gebracht. Ook worden de ontwikkelingen van de droogvalranges in de laagdynamische litorale ecotopen in kaart gebracht. Hiermee levert dit rapport: 1. Input voor de Kennisagenda van de toekomst; 2. Input voor de evaluatiemethodiek.

## 2 WAT WETEN WE AL?

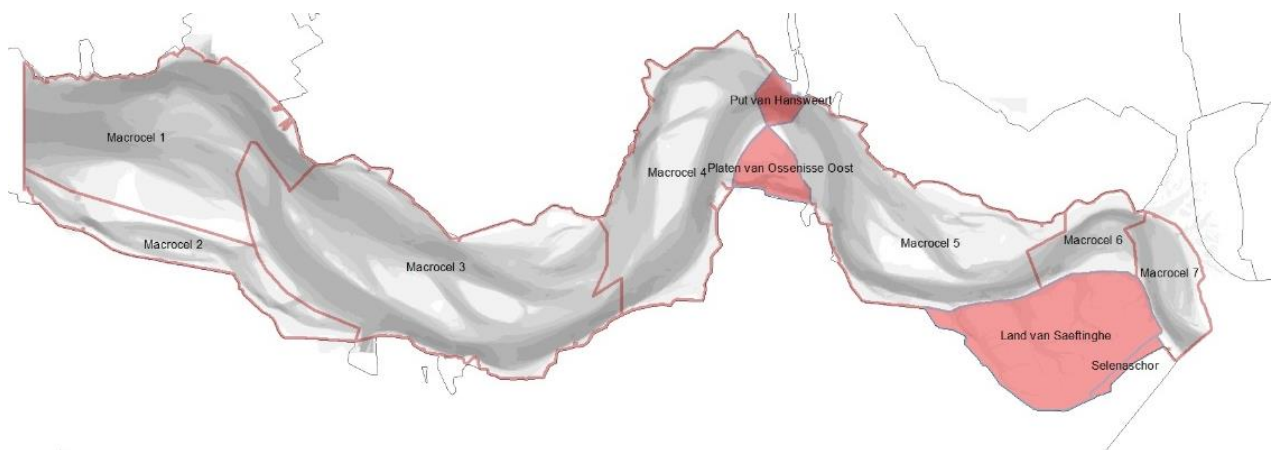
### 2.1 Inleiding

De ontwikkeling van de platen, slikken en schorren in de Westerschelde is in veel studies aan de orde geweest (onder andere: Huijs, 1995, Cleveringa, 2007, LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013). Ook de ecologische kwaliteit van het litorale areaal is in verschillende rapporten een onderwerp van aandacht geweest (onder andere Alkyon, 2006, Cleveringa, 2014). De aandacht voor de platen en slikken heeft te maken met het belang van het litorale areaal voor de ecologisch waarde van het estuarium. En het is gekoppeld aan de wens om een slim beheer van het estuarium de natuurwaarden ten minste te behouden en zo mogelijk te vergroten. In dit hoofdstuk gaan we kort in op een aantal observaties die zijn gedaan in verschillende studies.

### 2.2 Morfologische ontwikkelingen platen en slikken

#### Verschillende ontwikkelingen per complex

De morfologie van de Westerschelde is en wordt beschouwd op verschillende schaalniveaus. De indelingen variëren van oost-midden-west (Vroon e.a., 1997), polyhalien en mesohalien (Holzhauer e.a., 2011; DePreiter e.a., 2013) tot de macrocellen (Winterwerp, 2001; Cleveringa, 2007). Deze indelingen zijn vooral gericht op de hoofd- en nevengeul en zijn niet direct bruikbaar bij de analyse van de platen – zie bijvoorbeeld figuur 4 waarin onder andere zichtbaar is dat de grenzen tussen Macroceel 1 en 3 en mesocel 2 dwars door de platen snijden. Voor het beschouwen van de ontwikkelingen van de droogvallende platen is een beschouwing per plaatcomplex aanbevelenswaardig.



Figuur 4 Indeling in macrocellen, zoals gehanteerd in de Rijkswaterstaat Zandbalans van de Westerschelde (DePreiter e.a., 2013).

Analyse van de verschillende plaatcomplexen en slikken (o.a. in Cleveringa, 2007 en LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013) heeft laten zien dat de ontwikkeling per complex duidelijk verschillen. Dit heeft verschillende consequenties:

- Bij het analyseren van grotere eenheden dan de complexen is het mogelijk dat trendmatige ontwikkelingen die per complex plaatsvinden uitmiddelen of in ieder geval veel minder duidelijk zijn.
- Het extrapoleren van trends is alleen betekenisvol als het plaatsvindt op de schaalniveaus waar de ontwikkelingen plaatsvinden, zijnde de schaal van de plaatcomplexen.

Ook binnen de complexen kunnen verschillende platen, of onderdelen van platen een andere ontwikkeling doormaken. Daarvoor geldt ook dat deze ontwikkelingen eigenlijk per element beschouwd moeten worden. Maar hierbij wordt al snel de grens bereikt van wat nog zinvol onderscheiden en geanalyseerd kan worden. In het voorliggende rapport worden daarom complexen beschouwd.

#### **Verschillen tussen platen en slikken**

Een van de uitkomsten van de analyses van de morfologie van bij elkaar in buurt liggende de platen en slikken is dat de ontwikkelingen ervan duidelijk verschillen (Cleveringa, 2007). Daar waar veel plaatcomplexen de afgelopen zestig jaar hoger zijn geworden, geldt dat niet voor de nabijgelegen slikken. De slikken zijn overwegend stabiel of zelfs verlaagd (Sinke, 2011). De uitzondering daarop wordt gevormd door slikken waarbij ingrepen hebben plaatsgevonden, zoals bij het Schor van Waarde waar twee lange dammen zijn aangelegd (Cleveringa, 2014a). Blijkbaar zijn de processen die verantwoordelijk zijn voor de netto aanvoer van sediment naar de platen anders dan de processen bij de slikken.

#### **Afname van het aantal platen & geometrie effecten**

Een van de waarnemingen aan de morfologische ontwikkeling van de plaatcomplexen is dat het aantal plaat-elementen per plaatcomplex is afgenomen en dat de complexiteit van de plaatgeometrie is afgenomen. Dat laatste is ook wel beschreven worden als het gladder worden van de omtrek of het gladder worden van de waterlijn (Cleveringa, 2007). Deze veranderingen zijn hetzelfde als de afname van het aantal kortsluitgeulen dat door de plaatcomplexen steekt en met de afname van het aantal eb- en vloedscharen dat de waterlijn insteekt.

De consequente van het afnemen van het aantal plaat-elementen en het gladder worden van de platen is dat de lengte van de laagwaterlijn is afgenomen. Eén grote plaat heeft simpelweg minder waterlijn dan meerdere kleine platen die samen hetzelfde oppervlakte hebben als de grote plaat. Veranderingen in de geometrie van de plaatcomplexen (aantal plaat-elementen, gladder worden van de omtrek) hebben ook gevolgen voor de verdeling van arealen over de verschillende droogvalklassen. Minder plaat-elementen en een gladdere waterlijn betekent minder areaal in de lagere droogvalklassen.

## **2.3 Ontwikkelingen in droogvalpercentages en ecotopen.**

De ontwikkelingen van het droogvallen en de ecotopen in de Westerschelde is in verschillende studies gerapporteerd. Alkyon (2006) bevat de ontwikkelingen van het droogvallen in de periode 1959-2004. Cleveringa (2007) geeft de ontwikkelingen in de ecotopen voor deze periode. Voor de periode 1996-2010 zijn de ontwikkelingen van de ecotopen en de droogvalpercentages opgenomen in Cleveringa (2014a). Cleveringa (20014b) geeft de ecotopenontwikkelingen van 1996 tot 20102. In Dijkstra en Holzhauer (2015) is een uitgebreide beschouwing opgenomen van de waarde van de ontwikkelingen in de periode 1996-2012.

Ook voor de droogvalpercentages en de ecotopen geldt dat de beschouwingen bij voorkeur plaatsvinden op het niveau van de plaatcomplexen en slikgebieden. Bij grotere gebieden kunnen, net als bij de morfologische ontwikkelingen, ontwikkelingen in het ene deel van het gebied wegvallen tegen omgekeerde ontwikkelingen in het andere deel.

De belangrijkste ontwikkelingen van de droogvalpercentages en de ecotopen zijn:

- De platencomplexen worden over het algemeen hoger en droger. De arealen met hoge droogvalpercentages zijn relatief toegenomen ten opzichte van de middelhoge en lage droogvalpercentages. Dit geldt voor alle plaatcomplexen met uitzondering van de Middelplaten.
- In het litoraal heeft sinds 1996 een afname van het hoogdynamisch litoraal plaatsgevonden. De afname van het litorale areaal met megaribbels vindt al langer plaats.

- Op de hogere delen van de platen heeft schorvorming plaatsgevonden na 2001, met uitzondering van de Plaat van Ossensisse.

De veranderingen die op de slikken hebben plaatsgevonden zijn over het algemeen minder uitgesproken dan de veranderingen op de platen.

## 2.4 Conceptueel model voor de ontwikkeling van platen, slikken, schorren en kortsluitgeulen

Een van de vragen vanuit de Agenda voor de Toekomst heeft betrekking op het extrapoleren van de waargenomen ontwikkelingen naar de toekomst, zodat duidelijk wordt welke veranderingen verwacht mogen worden. Het simpelweg extrapoleren van waargenomen trends is niet verstandig als er niet ook begrip wordt toegevoegd over het 'waarom' van de waargenomen ontwikkelingen. Het 'waarom' vatten we in een conceptueel model, of denkmodel waarin de onderliggende processen worden geduid en kennisleemtes worden geadresseerd. Dit model is gebaseerd op verschillende onderliggende studies en hierboven zijn ook alle enkele elementen ervan benoemd:

De processen op het ruimtelijke niveau van de niveau van plaatcomplexen en slikken bepalen de ontwikkelingen ervan (Cleveringa, 2007).

- Steeds minder plaatelementen door afname van het aantal kortsluitgeulen en eb- en vloedscharen.
- Veranderde aanstroming en afstroming van de platen en daarmee samenhangende veranderingen in de aan- en afvoer van sediment: Bij hogere, meer aaneengesloten platen lijkt het waarschijnlijk dat de afvoer van sediment tijdens het afstromen van de platen afneemt en dit is een zelfversterkend proces (Cleveringa (2007) en (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013b).
- Lokaal kunnen stortingen in de nabijheid van platen en slikken voor een extra netto aanvoer van sediment hebben gezorgd, leidend tot een toename van de hoogte ervan ((Krijger, 1993; Storm & Pieters, 1994 & Huijs (1995) in (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013b).
- Aan de westzijde van de Hooge platen Het is niet uitgesloten dat de golven hebben bijgedragen aan de opbouw ervan.
- Bij een hoogtetoeename van de platen en slikken tot boven het niveau van gemiddeld hoogwater, kan kweldervegetatie vestigen. De vegetatie beïnvloedt de stromingscondities en de sedimentatie kan toenemen doordat sediment effectief wordt ingevangen. Dit is een zelfversterkend proces, waardoor de al hoge delen verder in hoogte toenemen.
- De ontwikkeling van de plaathoogte lijkt geen functie te zijn van de ontwikkeling van het niveau van hoogwater (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013b).
- Aan de vereffenende rol van kortsluitgeulen op de ontwikkeling van de hoogte van de platen wordt getwijfeld (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013b).

Natuurlijk weten we nog veel meer van de Westerschelde en het Schelde-estuarium, maar voor de ontwikkelingen van de foerageergebieden voor steltlopers op de platen en slikken zijn dit de belangrijke morfologische processen.





## 3 GEGEVENS

### 3.1 Inleiding

Voor het uitvoeren van de analyses is gebruik gemaakt van twee gegevenssets in de vorm van digitale GIS-bestanden. De twee gegevenssets zijn:

1. De set die hoort bij de oorspronkelijke reeks ecotopenkaarten;
2. De set die hoort bij de recente ecotopenkaarten (versie V3, december 2013).

Bij beide ecotopenkaarten is sprake van een gegevensset, omdat de ecotopenkaarten worden opgebouwd met behulp van verschillende gegevens, namelijk:

- Geomorfologische kaart van het litoraal;
- Droogvalpercentages in een kaart;
- Interpretatie van het sublitoraal in kaart.

Onderliggende aan de droogvalpercentages en de kaart van het sublitoraal is:

- Bodemligging (hoogte in cm NAP).

De twee series ecotopenkaarten zijn op verschillende wijze opgebouwd. De belangrijkste verschillen zitten in de wijze waarop droogvalduur is berekend, de wijze waarop is omgegaan met de sublitoraal en de kartering van de geomorfologie.

#### **Kartering geomorfologie**

De kartering van de geomorfologie vindt plaats op basis van luchtfoto's. Voor de recente ecotopenkaarten zijn steeds false-colour luchtfoto's gebruikt en bij het opstellen ervan is deze kartering ondersteund met veldbezoeken. De oorspronkelijke kartering<sup>1</sup> heeft plaatsgevonden op basis van het beschikbare luchtfotomateriaal. Voor oudere kaarten betrof dat zwartwit opnames, voor de recente opnames kleurenfilm en de meest recente opnames zijn op basis van false-colour uitgevoerd. Veldbezoeken konden, met terugwerkende kracht, niet worden uitgevoerd.

#### **Sublitoraal**

Het sublitoraal in de oorspronkelijke kaarten is onderverdeeld in diep en ondiep. Bij de recente serie is het in laag- en hoogdynamisch onderverdeeld, op basis van numerieke modelsimulaties van de waterbeweging.

#### **Droogvalduur**

De combinatie van de bodemligging en het waterstandsverloop uit dat jaar of vier jaar is de basis voor het bepalen van droogvalpercentages. Het droogvalpercentage is gedefinieerd als de fractie van de tijd (bezien over het geanalyseerde interval) dat het betreffende gridpunt boven water ligt. Een overzicht van methodes kan gevonden worden in Groot & West (2007). Recent is voor de Waddenzee interpolatie uitgevoerd middels triangulatie (Rappoldt, 2014, via het Walter-project) en een aanvullende methode beschikbaar gekomen gerapporteerd met een numeriek model (Nauw e.a., 2014, via het Walter-project).

Voor de oorspronkelijke kaarten is gewerkt met de methode die is gerapporteerd in Habets (2003). Voor de recente kaarten is gewerkt met een methode op basis van het M2-getij, zoals is beschreven in Schrijver (2012). Hieronder worden de beide methoden beknopt toegelicht.

Van de recente serie zijn alle gegevens bruikbaar voor kwantitatieve analyse. Van de oorspronkelijke kaarten zijn de droogvalpercentages bruikbaar voor kwantitatieve analyse. De droogvalpercentages van de eerste en de tweede serie mogen niet

---

<sup>1</sup> In de geomorfologische kaarten van de oorspronkelijke kaarten zitten structurele fouten doordat gebieden met verschillende geomorfologische klassen overlappen. De consequentie van deze structurele fout is dat de optelsom van de verschillende geomorfologische klassen groter is dan de Westerschelde als geheel. Het gevolg van deze fout is dat de geomorfologische kaarten en de ecotopenkaarten van de oorspronkelijke set niet bruikbaar zijn voor een kwantitatieve analyse van de ontwikkelingen.

onderling worden vergeleken, omdat ze op verschillende wijze zijn opgebouwd. De geomorfologische kaarten en de ecotopen kaarten van de oorspronkelijke analyse kunnen wel worden gebruikt bij een kwalitatieve interpretatie (bijvoorbeeld om vast te stellen waar welke klassen aanwezig zijn), maar niet voor een kwantitatieve analyse.

### 3.2 Droogvallen oorspronkelijk

Voor de oorspronkelijke kaarten is gewerkt met de methode die is gerapporteerd in het rapport 'Inundatiekaarten Westerschelde' Habets (2003). Door de Universiteit Eindhoven is een set van Matlab-routines ontwikkeld, waarmee de droogvalpercentages zijn berekend. De waterstanden op ieder grid-punt worden daarin ruimtelijk geïnterpoleerd uit de gemeten waterstanden op de meetstations Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath. Daarbij wordt rekening gehouden met de looptijd van het getij. De kaarten met de droogvalpercentages zijn geproduceerd door de Meetadviesdienst Zeeland van Rijkswaterstaat (Habraken en Paree, 2006). De droogvalduurkaarten zijn gebaseerd op de waterstandsvariaties van het betreffende (gehele) jaar en dus niet voor één getij of één doortij-springtij getijperiode. Deze kaarten geven daarmee een jaargemiddelde situatie weer.

De oorspronkelijke droogvalduurkaarten zijn beschikbaar voor de volgende jaren:



### 3.3 Droogvallen recent

In Schrijver e.a. (2012) is een beschrijving opgenomen van de berekeningswijze voor de recente kaarten. Deze droogvalduurkaarten zijn gebaseerd op de waterstandsvariaties van het betreffende jaar en de drie jaar ervoor (in totaal dus 4 jaar). De interpolatie vindt plaats met behulp van een gemodelleerd M2-getij, dat voor deze gehele Westerschelde beschikbaar is. De waargenomen waterstandvariaties per meetstation worden omgezet naar droogvalpercentages. Daarna wordt voor alle gridpunten tussen de meetstations de droogvalpercentages berekend aan de hand van de verhouding ten opzichte van het M2-getij.

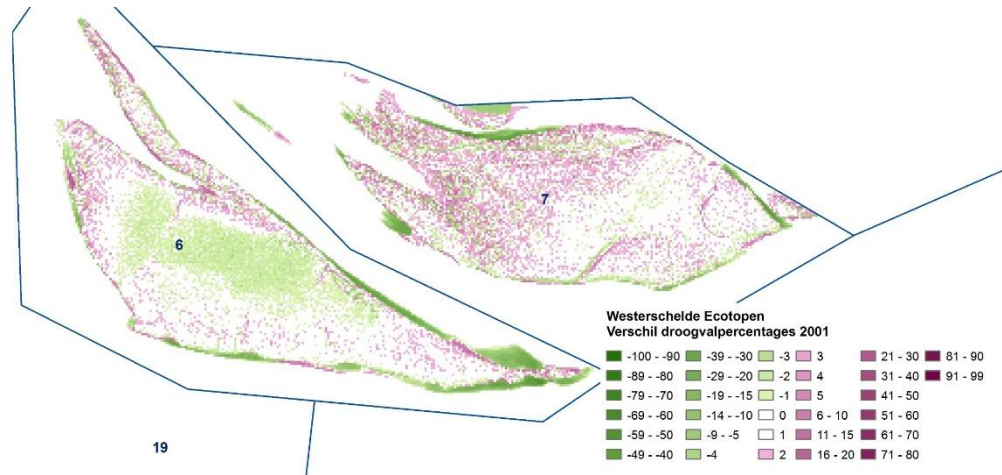
De recente droogvalduurkaarten zijn beschikbaar voor de volgende jaren:



### 3.4 Vergelijking van droogvalduur kaarten

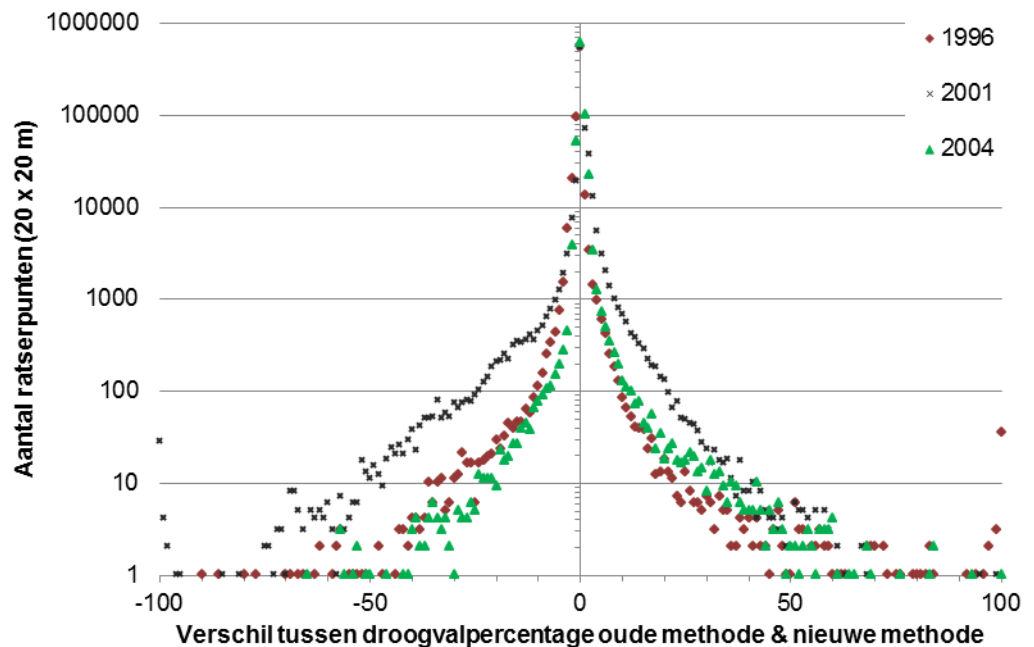
Voor de jaren 1996, 2001 en 2004 zijn droogvalkaarten beschikbaar uit de oorspronkelijke en de recente serie, zodat een onderlinge vergelijking kan plaatsvinden. Daarvoor zijn de droogvalkaarten van de verschillende methode van elkaar af getrokken. Van de verschilkaarten die dat oplevert is er een weergegeven in figuur 5, waarmee verschilkaarten ontstaan.





Figuur 5 Verschilkaart van de droogvalpercentages zoals bepaald met de oorspronkelijke en de recente methode

De waarden in de verschilkaarten variëren tussen de -100 (in de oorspronkelijke kaart is sprake van 0% droogvallen bij dat gridpunt en in de recente kaart is dat 100%) en +100 (in de oorspronkelijke kaart is sprake van 100% droogvallen bij dat gridpunt en in de recente kaart is dat 0%). Bij 0% verschil zijn de waarden van de oude en de nieuwe kaart gelijk. Deze waarden zijn voor de drie verschilkaarten weergegeven in histogrammen, met op de x-as het verschil en op de y-as het aantal gridpunten met die waarde (figuur 6). De histogrammen verschillen duidelijk voor de drie jaren. De waarden voor 2001 liggen boven die van de andere jaren. De vorm van grafiek voor 1996 en 2004 komt overeen, maar de negatieve waarden komen vaker voor in 1996 en de positieve waarden komen vaker voor in 2004.



Figuur 6 Histogram met het aantal gridpunten (op de y-as) en het verschil (op de x-as) tussen oorspronkelijke en de recente droogvalpercentage kaarten van de volledige Westerschelde.

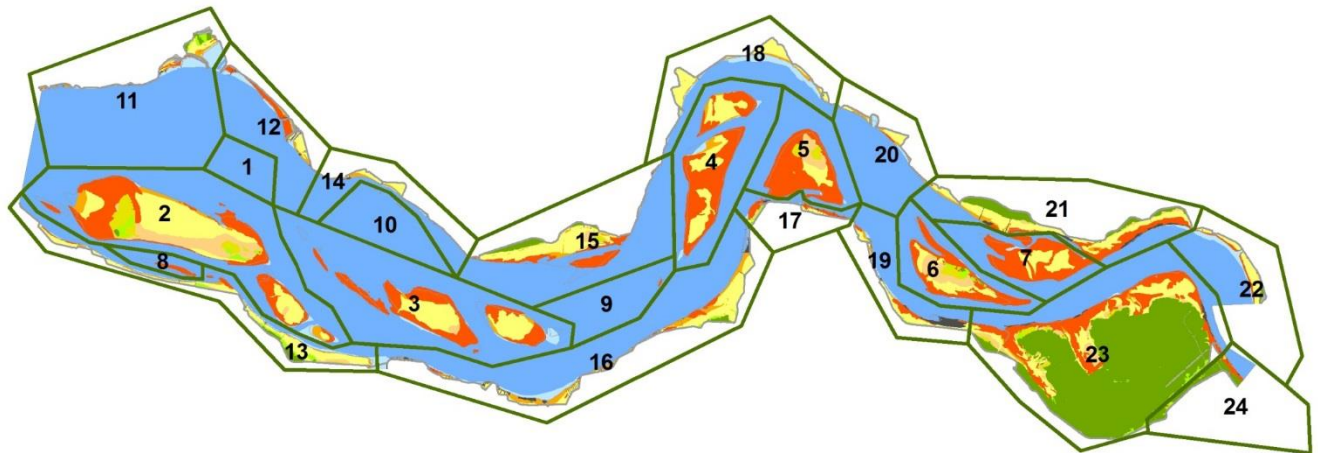
Het merendeel van de rasterpunten ligt binnen de +/-10% verschil in droogvalpercentages, zodat het gerechtvaardigd is om deze beide series te gebruiken voor analyse. Voor het doel van de voorliggende studie is het niet nodig om nader in te gaan op de oorsprong van de verschillen in de ecotopenkaarten die volgens de verschillende methoden zijn gemaakt. Een voor de hand liggende verschil is de

periode van één jaar in de oorspronkelijke serie en vier jaar in de nieuwe serie voor het bepalen van de droogvalpercentages. De verschillen zijn niet structureel, want dan hadden de histogrammen over elkaar gelegen. Het is niet verdedigbaar om de trends over de totale reeks te bepalen (dus van de oorspronkelijke en de recente droogvalkaarten samen), de trends zullen per serie worden beschouwd.

## 4 GEBIEDSINDELING EN WERKWIJZE

### 4.1 Gebiedsindeling

Voor het uitvoeren van de analyse is een gebiedsindeling gemaakt waarin de plaatcomplexen en slikgebieden zijn onderscheiden (figuur 7). De indeling is gemaakt op basis van een combinatie van alle recente droogvalkaarten. Dat betekent dat de grenzen de plaatgebieden in de periode 1996-2012 omvatten. Deze werkwijze heeft weinig arbitraire keuzes opgeleverd, omdat in vrijwel alle gevallen de grens door een sublitoraal gebied is getrokken. Alleen de grens tussen de gebieden 6 (Plaat van Walsoorden), 7 (Plaat van Valkenisse) en 21 (Schor van Waarde) is door het plaat- en slikgebied getrokken (figuur 8). Voor de oorspronkelijke droogvalkaarten uit de periode voor 1996 kunnen de grenzen wel door plaatgebieden lopen.



Figuur 7 Gebiedsindeling voor de analyse van de droogvalpercentages en de ecotopen.

De namen van de gebieden zijn hieronder aangegeven:

3. Spijkerplaat
4. Hooge platen
5. Middelpaten
6. Rug van Baarland & Molenplaat
7. Plaat van Ossensisse
8. Plaat van Walsoorden
9. Plaat van Valkenisse
10. Rug bij Hoofdplaat
11. Plaatje van Willem
12. Rug van Borssele
13. Vlissingen-Sloehaven
14. Kaloot
15. Paulinaschor
16. Schelphoek – Staarste Nol
17. Zuidgors-Schor van Baarland
18. Slikken van Terneuzen – Platen van Hulst
19. Ossensisse
20. Biezelingshe ham –Kappellebank
21. Schor van Baalhoek
22. Kruiningen
23. Schor van Waarde – Slikken van Bath
24. Appelzak
25. Saeftinghe
26. Siperda schor

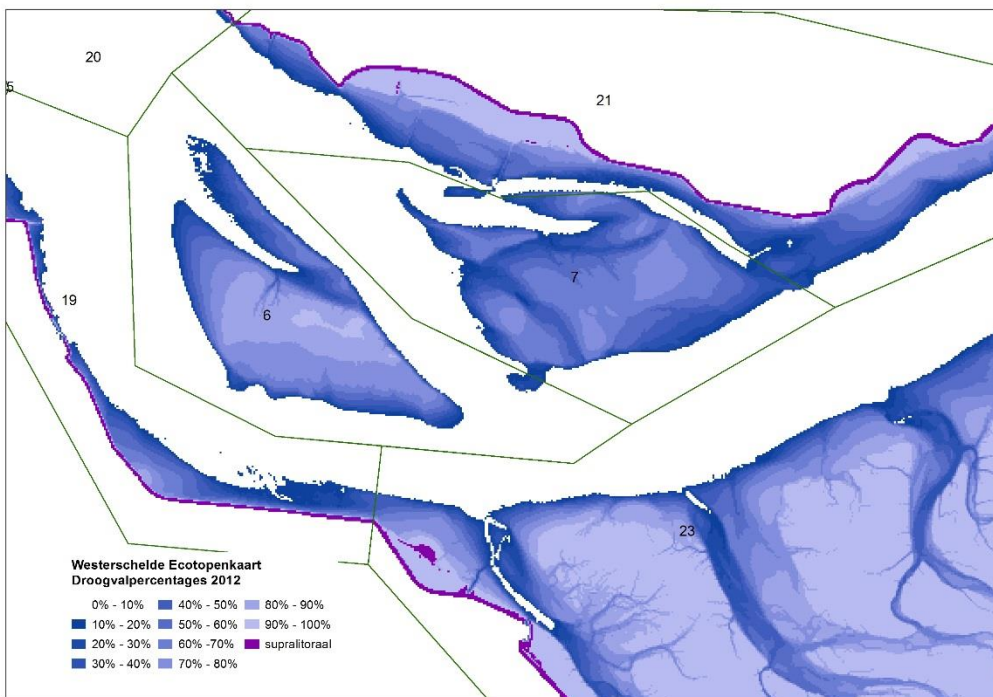
## 4.2 Werkwijze

De droogvalpercentages zijn beschikbaar in gridbestanden en de ecotopen zijn uitgeleverd in de vorm van shape-bestanden. Om de droogvalpercentages en de ecotopen te combineren moeten beide in dezelfde vorm beschikbaar zijn. Gekozen is voor het omzetten van de gridbestanden naar shape-bestanden.

De grids van de droogvalpercentages zijn 20 m x 20 m, dit komt overeen met de grids van de bodembestanden die als input hebben gediend. Deze ruimtelijke resolutie van 20 m x 20 m is voor sommige steile overgangen van litoraal naar sublitoraal dusdanig grof dat droogvalpercentages 'missen'. Het is daarom niet zinvol om met kleine bandbreedtes in de droogvalpercentages te rekenen. Gekozen is voor het werken in stappen van 10%: 0% tot 10%, 10% tot 20%, ..., 90% tot 100% en 100%.

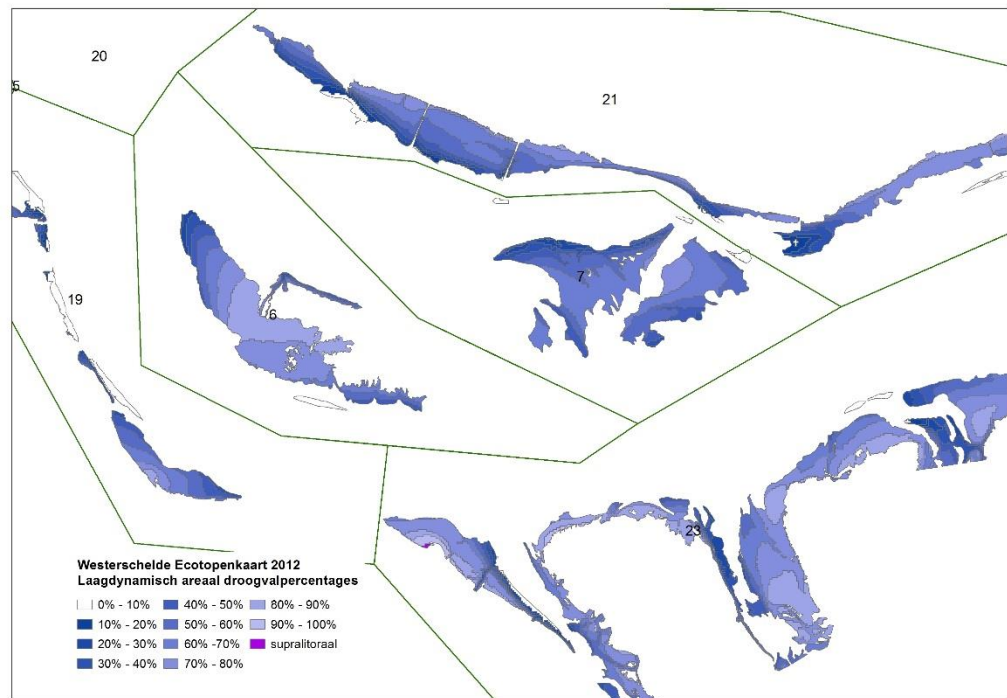
De oorspronkelijke gridbestanden met droogvalpercentages, met waarden van 0 tot 100 zijn gedeeld door 10. Deze stap levert kaarten op met waarden van 0 tot 10, die overeenkomen met de stappen van 10%. Deze gridbestanden zijn omgezet naar shapebestanden (met de functie raster to shape).

De shapebestanden met de droogvalpercentages zijn vervolgens gecombineerd met de gebiedsindeling. Een voorbeeld is getoond in figuur 8. Als laatste stap zijn deze kaarten gecombineerd met kaarten met alleen het laagdynamische areaal uit de ecotopenkaarten (figuur 9).



Figuur 8 Uitsnede van de omgeving van de Plaat van Walsoorden en de Plaat van Valkenisse van de kaart van 2012 met de droogvalpercentages in stappen van 10 %.

Een consequentie van deze werkwijze is dat het sublitorale laagdynamische areaal (met een droogvalpercentages van 0%) ook in de arealen is opgenomen. In de beschouwing van de ontwikkeling van het litorale laagdynamische areaal is daarom de klasse 0%-10% droogvallen buiten beschouwing gelaten.



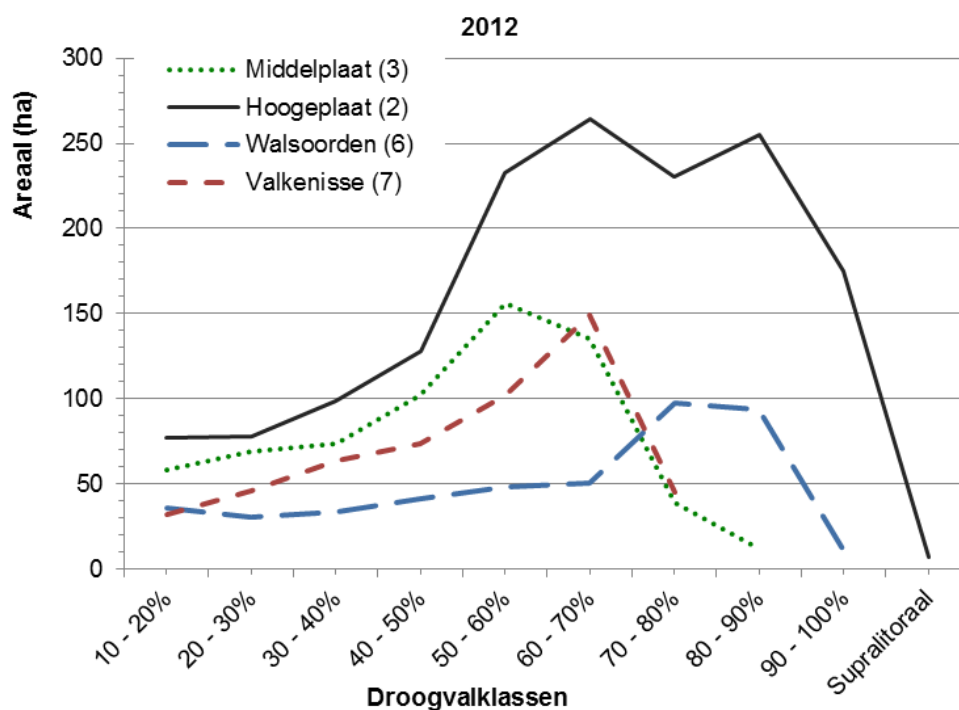
Figuur 9 Uitsnede conform figuur 8, maar nu met alleen de laagdynamische gebieden uit de ecotopenkaart en de droogvalpercentages in stappen van 10 % (2012).



## 5 DROOGVALPERCENTAGES IN HET LITORAAL

### 5.1 Inleiding

De droogvalpercentages van het litoraal zijn bepaald voor de periode van 1959 tot 2012 (uit de twee sets van kaarten met droogvalpercentages) en voor 24 deelgebieden in de Westerschelde. Daarmee is een zeer grote hoeveelheid informatie beschikbaar (17 kaarten, 24 deelgebieden en 11 droogvalklassen), die in veel detail de verschillende ontwikkelingen beschrijft. Om het overzicht hierin te behouden is gekozen voor de weergave van drie plaatgebieden, namelijk de Hooge platen (gebied 2), de Middelpaten (gebied 3) en de Platen van Walsoorden en Valkenisse (gebieden 6 en 7). Deze gebieden vertonen verschillende ontwikkelingen (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013) en de aantallen steltlopers (als maat voor de ecologische kwaliteit) die er worden aangetroffen verschillen ook sterk (Bouwmeester, 2014). De grafiek met het areaal per droogvalklasse voor het jaar 2012, laat zien dat niet alleen het areaal per gebied verschilt, maar ook dat de verdeling over de droogvalpercentages verschilt. De Hoogeplaten doen hun naam eer aan, want deze hebben een absoluut en relatief groot aandeel in de hogere droogvalpercentages.

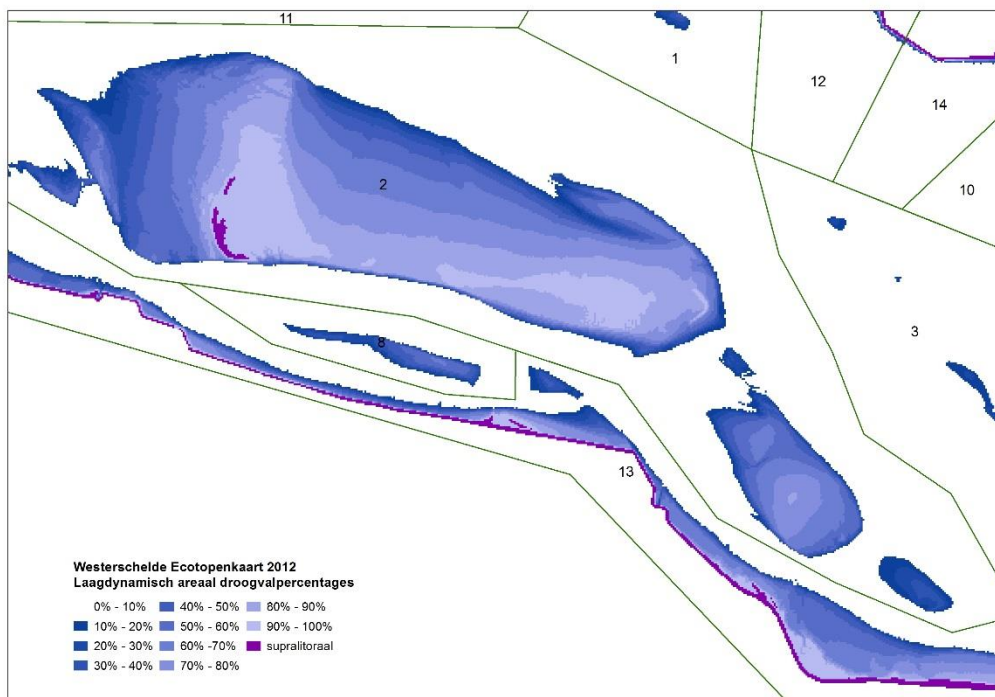


Figuur 10 Grafiek van het areaal per droogvalklasse voor vier plaatgebieden in 2012.

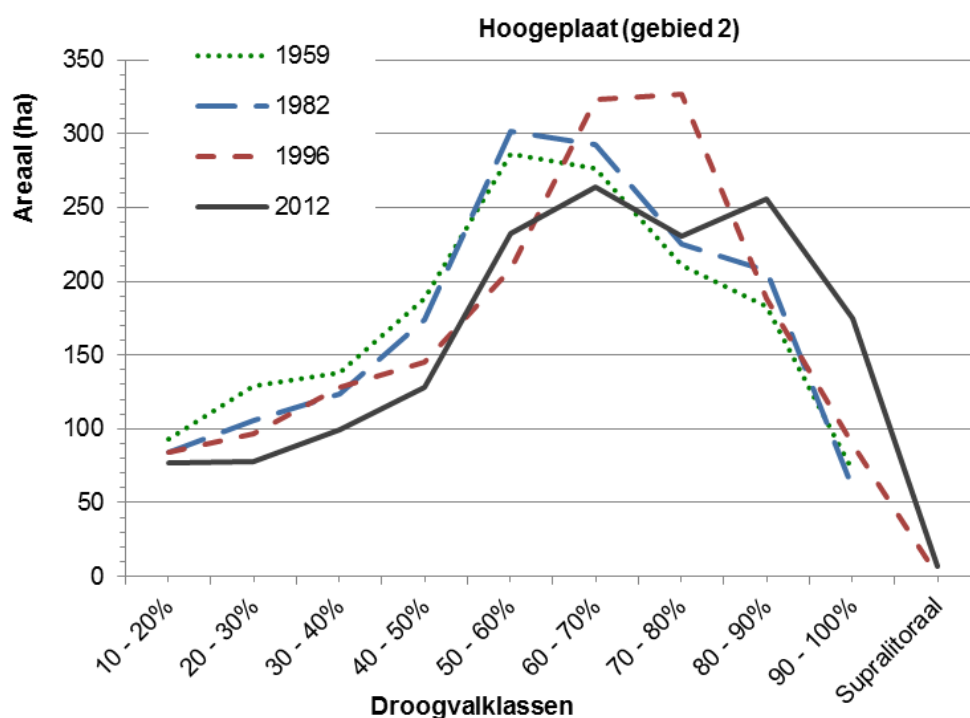
### 5.2 Hooge platen

Het deelgebied van de Hooge platen omvat de eigenlijke Hoogeplaat, waarvan ook de Hoge springer onderdeel uitmaakt, en kleinere platen Lage Springer, het Mosselplaatje en Plaat van Breskens (figuur 11). De ontwikkeling van de Hooge platen laat een doorgaande verschuiving zien van arealen naar hogere droogvalklassen, zoals zichtbaar is in figuur 12. Deze grafiek laat van een beperkt aantal jaren de arealen per droogvalklasse zien. De ontwikkelingen aan de beide uiteinden van de verdeling, in de laagste en hoogste klassen zijn duidelijk. De arealen in de laagste klassen nemen af en de arealen in de hoogste klassen nemen toe. Voor de klassen daartussen is de ontwikkeling veel minder uitgesproken.





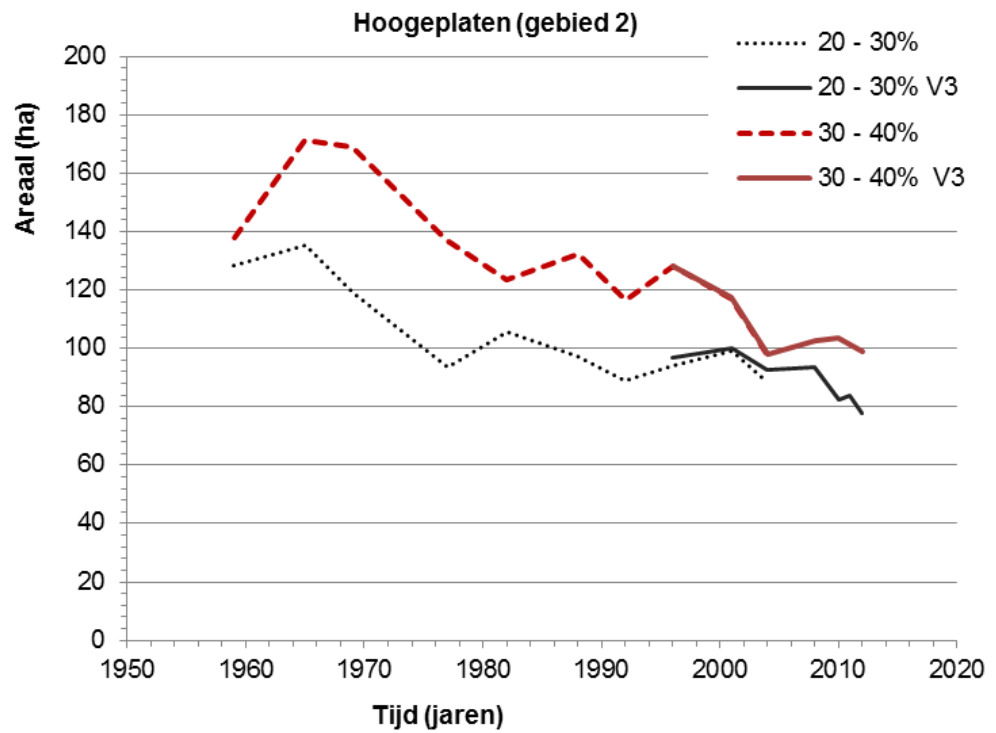
Figuur 11 Kaart van 2012 met de droogvalpercentages in stappen van 10 % in en rond gebied 2 Hooge platen.



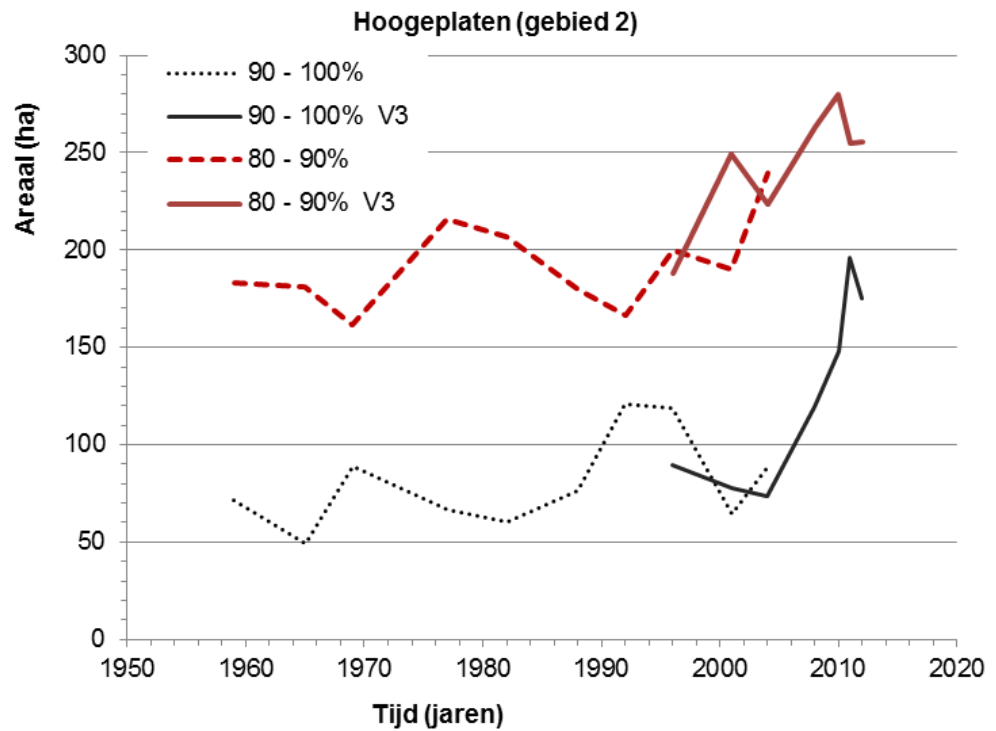
Figuur 12 Grafiek van het areaal per droogvalklasse voor vier opnamen van de Hooge platen.

De ontwikkelingen in de tijd zijn weergegeven voor een aantal droogvalklassen in de grafieken in figuur 13, figuur 14 en figuur 15. De laagste klassen (figuur 13) vertonen overwegend een afname van het areaal, met uitzondering van het eerste jaar (1959). De hoogste klassen (figuur 14) zijn redelijk stabiel tot 1996 en nemen daarna sterk in areaal toe. De klasse 90%-100% droogvallen volgt in de tijd op de klassen 80%-90%. In de grafiek (figuur 15) met de droogvalpercentages van 50% - 60% en 60% - 70% lijken de waarden na 1996 structureel lager te liggen dan daarvoor.

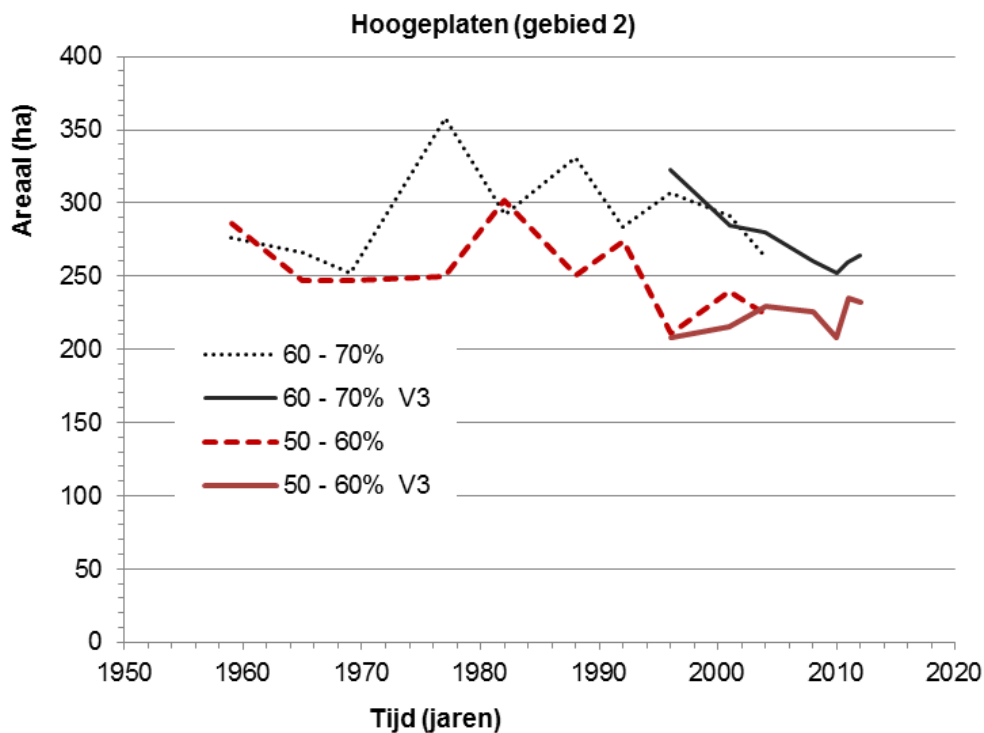




Figuur 13 Grafiek van het areaal voor twee lage droogvalklassen (20%-30% en 30%-40%) in de tijd voor de Hooge platen. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



Figuur 14 Grafiek van het areaal voor twee hoge droogvalklassen (80%-90% en 90%-100%) in de tijd voor de Hooge platen. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



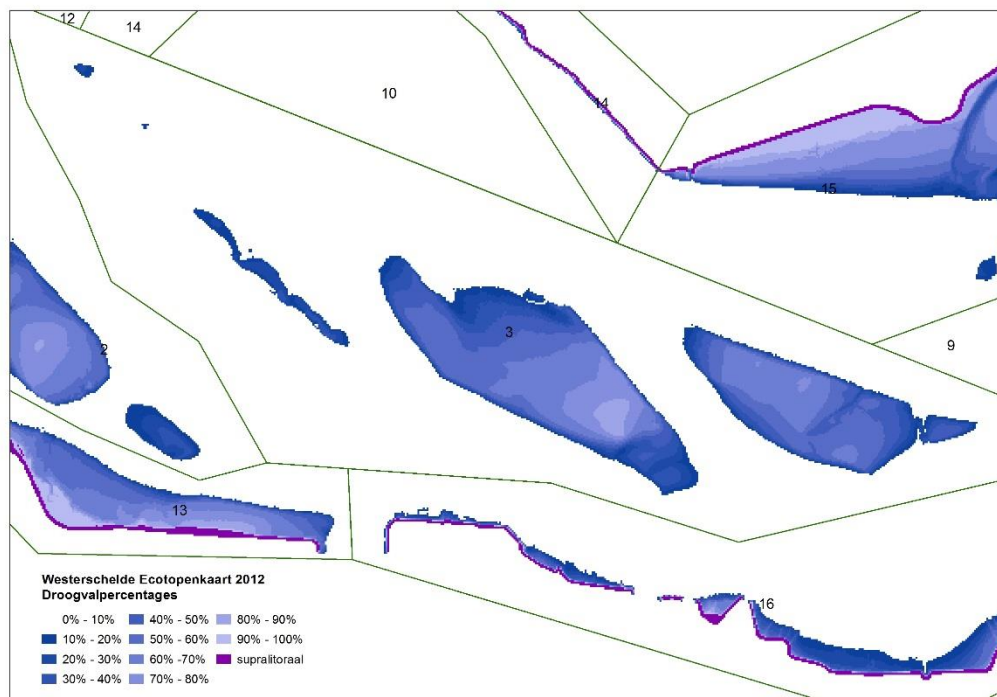
Figuur 15 Grafiek van het areaal voor twee midden droogvalklassen (50%-6% en 60%-70%) in de tijd voor de Hooge platen. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.

### 5.3 Middelplaten

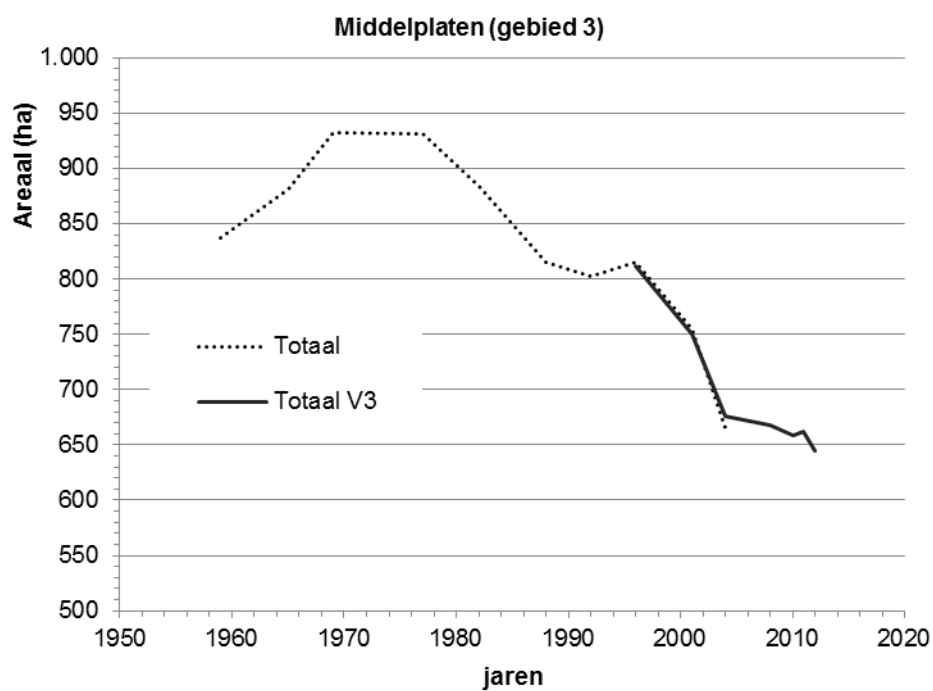
De Middelplaten (figuur 16) omvatten de twee Middelplaten (west en oost) die van elkaar worden gescheiden door de kortsluitgeul Zuid-Everingen. De westzijde van de Middelplaat-west wordt gevormd door de Suikerplaat. Ten westen daarvan liggen nog enkele kleinere platen en ook aan de oostzijde ligt soms een kleinere plaat. De meest uitgesproken ontwikkeling van de Middelplaten is de afname van het totale areaal, ruwweg vanaf de jaren '70 (figuur 17). In deze ontwikkeling zitten enkele hobbels, maar er is tegenwoordig ruime 250 ha droogvallende plaat minder. In de ontwikkelingen van de arealen per droogvalklasse is geen trend herkenbaar die de totale waarnemingsreeks omspannt, zoals zichtbaar is in de grafieken in figuur 18, figuur 19 en figuur 20.

De twee lage droogvalklassen die zijn getoond in figuur 18 laten een duidelijke afname zien na de jaren '60, gevolgd door een toename aan het begin van de 21<sup>ste</sup> eeuw. Daarna neemt het areaal weer af, maar het heeft nog niet het lage niveau uit de jaren '70 bereikt.

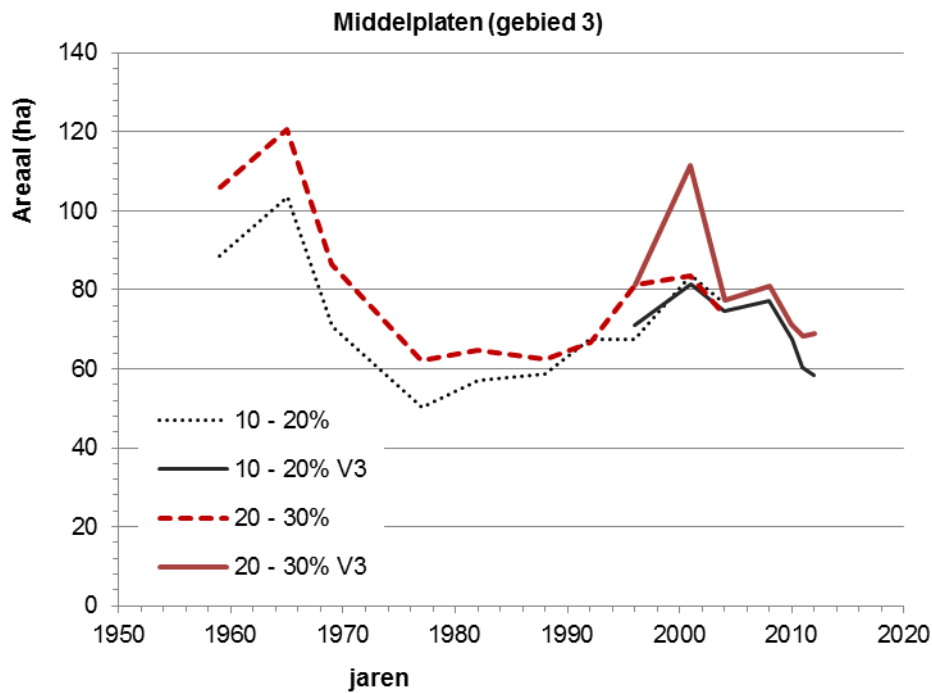
De hoge klassen die zijn getoond in figuur 19 laten een toename zien, gevolgd door een afname. En de getoonde middenklassen in figuur 20 laten een overall afname zien. Een duidelijke trendmatige verschuiving van de ene naar de andere klasse vindt niet plaats.



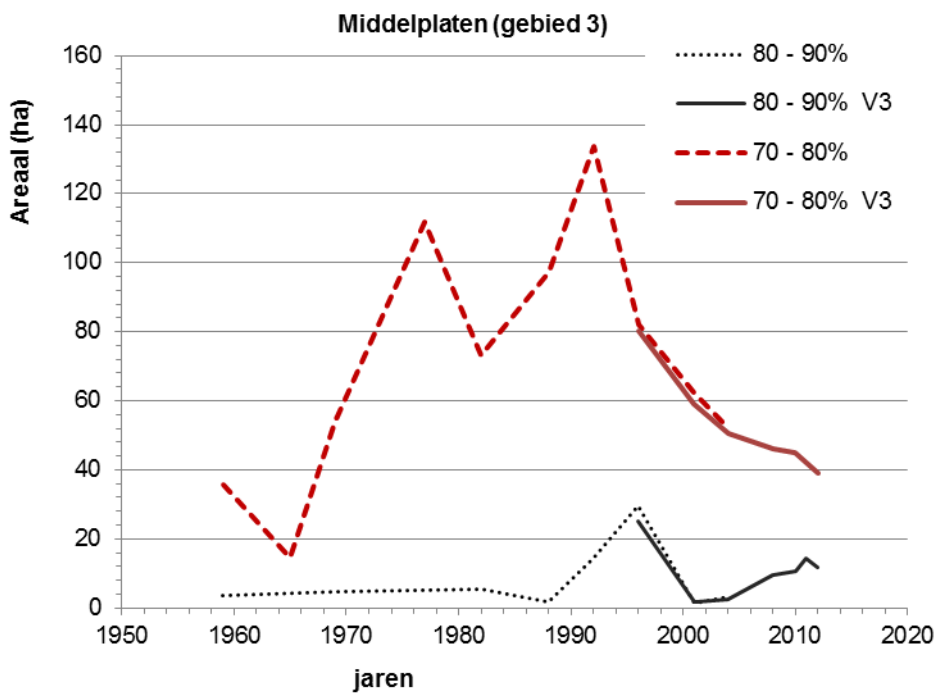
Figuur 16 Kaart van 2012 met de droogvalpercentages in stappen van 10 % in en rond gebied 3 Middelpaten.



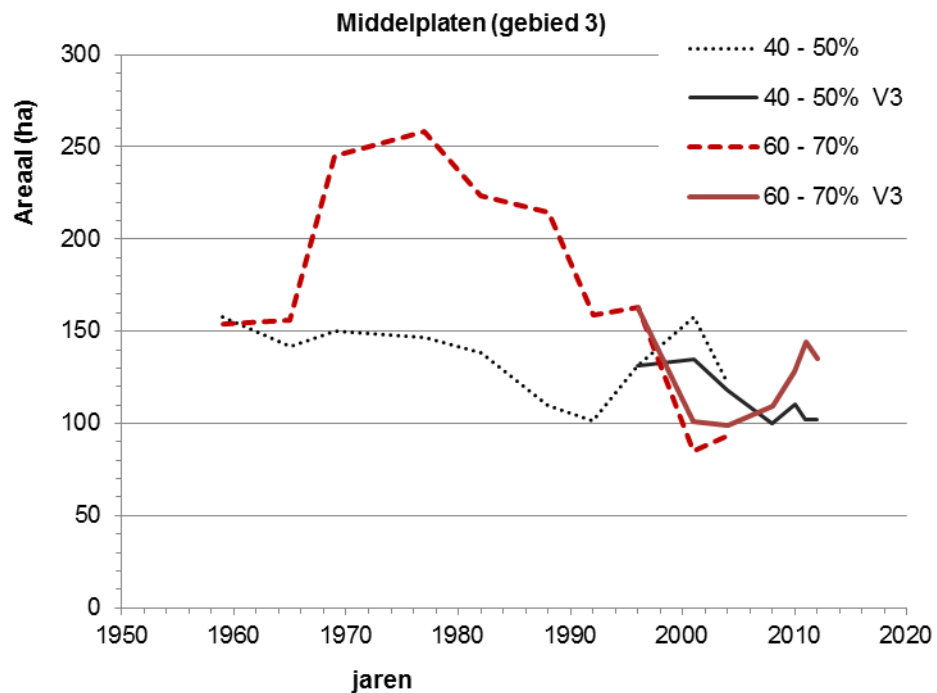
Figuur 17 Grafiek met de ontwikkeling van het totale areaal (met droogvalpercentages > 10%) van de Middelpaat.



Figuur 18 Grafiek van het areaal voor twee lage droogvalklassen (10%-20% en 20%-30%) in de tijd voor de Middelplaten. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



Figuur 19 Grafiek van het areaal voor twee hoge droogvalklassen (70% - 80% en 80%-90%) in de tijd voor de Middelplaten. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.

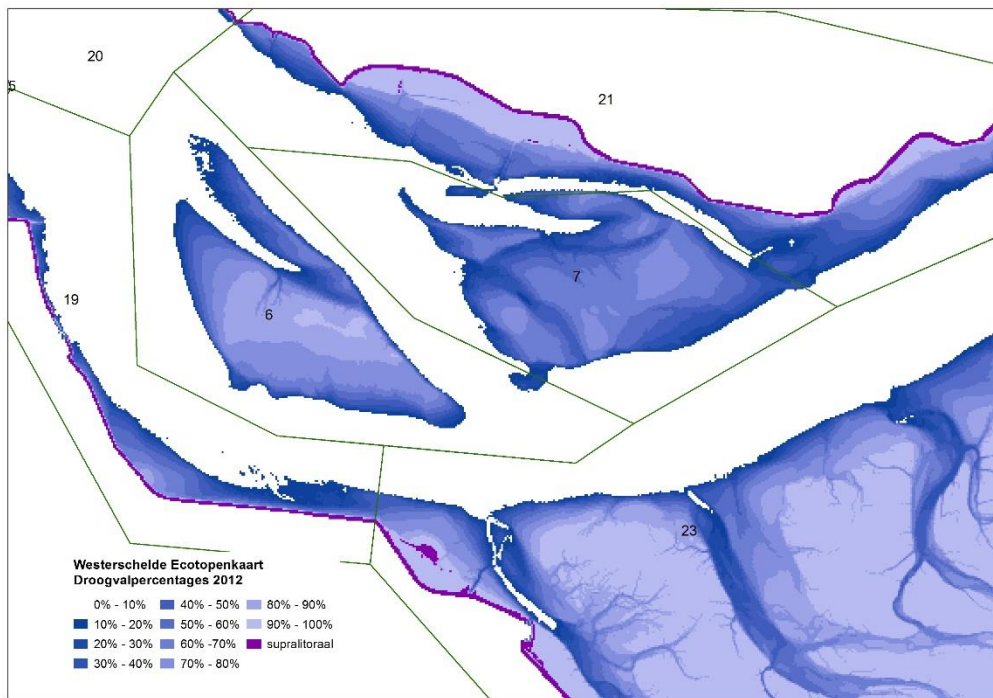


Figuur 20 Grafiek van het areaal voor twee midden droogvalklassen (40%-50% en 60%-70%) in de tijd voor de Middelplaten. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.

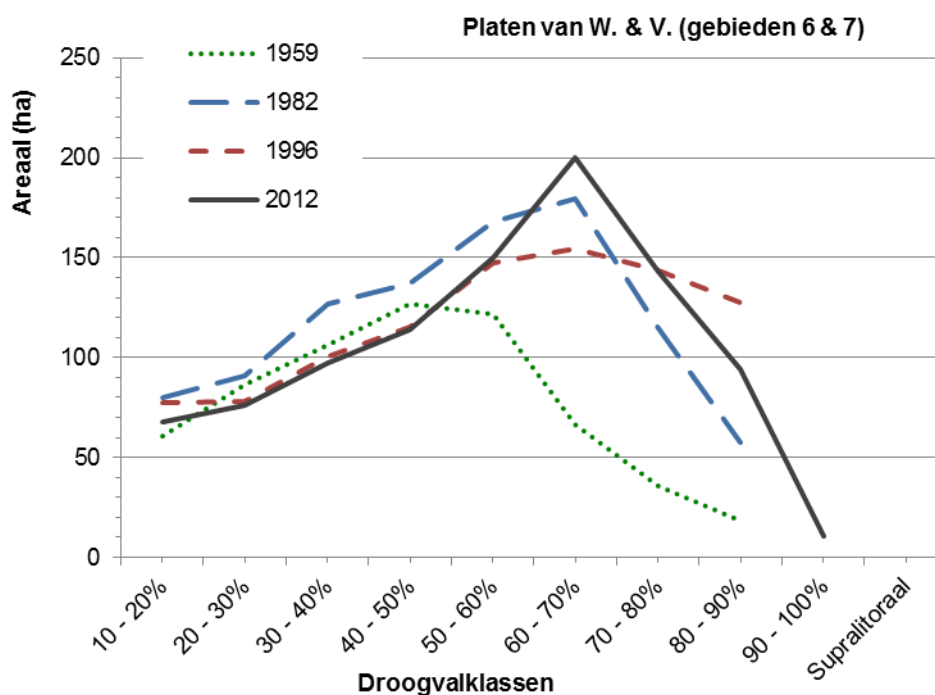
## 5.4 Plaat van Walsoorden en Plaat van Valkenisse

De Plaat van Walsoorden en de Plaat van Valkenisse liggen aan de oostzijde van de Westerschelde, in Macrocel 5 (figuur 21). Ten zuiden van deze platen ligt de hoofdgeul van de Westerschelde, die hier Bocht van Walsoorden en overloop van Valkenisse heet. De beide platen worden van elkaar gescheiden door de nevengeul die hier Schaar van Waarde – Schaar van Valkenisse heet. De Plaat van Valkenisse werd tot enkele jaren geleden van de noordoever van de Westerschelde gescheiden door de Geul Zimmerman. In de ecotopenkaart van 2004 is de oostelijke drempel van de Geul Zimmerman dermate ondiep dat de plaat en oever verheeld zijn.

In de grafiek in figuur 22 is het areaal per droogvalklasse voor vier jaren uit de periode 1959 -2012 weergegeven. In deze grafiek is duidelijk zichtbaar dat het areaal van de beide platen in 1959 kleiner was dan daarna – deze curve ligt vrijwel geheel onder de drie andere. Ook waren de hoge droogvalpercentages in die periode slechts beperkt vertegenwoordigd. In de meest recente opname zijn veel hoge droogvalpercentages vertegenwoordigd en maken deze een behoorlijk deel uit van het plaatareaal. De ontwikkeling van het droogvallende areaal van de beide platen is weergegeven in figuur 23, waarin duidelijk zichtbaar is dat sprake is geweest van een scherpe toename van het areaal na 1965 tot 1982. In deze periode nam ook volume nevengeul af door stortingen. Daarna is het areaal van de beide platen samen vrijwel gelijk gebleven. De ontwikkeling van de individuele platen, die ook is weergegeven in figuur 23, laat wel duidelijke verschillen zien. Het areaal van de Plaat van Valkenisse neemt vrijwel de gehele waarnemingsperiode toe, terwijl het areaal van de Plaat van Walsoorden sinds de jaren '80 afneemt.



Figuur 21 Kaart van 2012 met de droogvalpercentages in stappen van 10 % in en rond gebied 6 Plaat van Walsoorden en gebied 7 Plaat van Valkenisse.

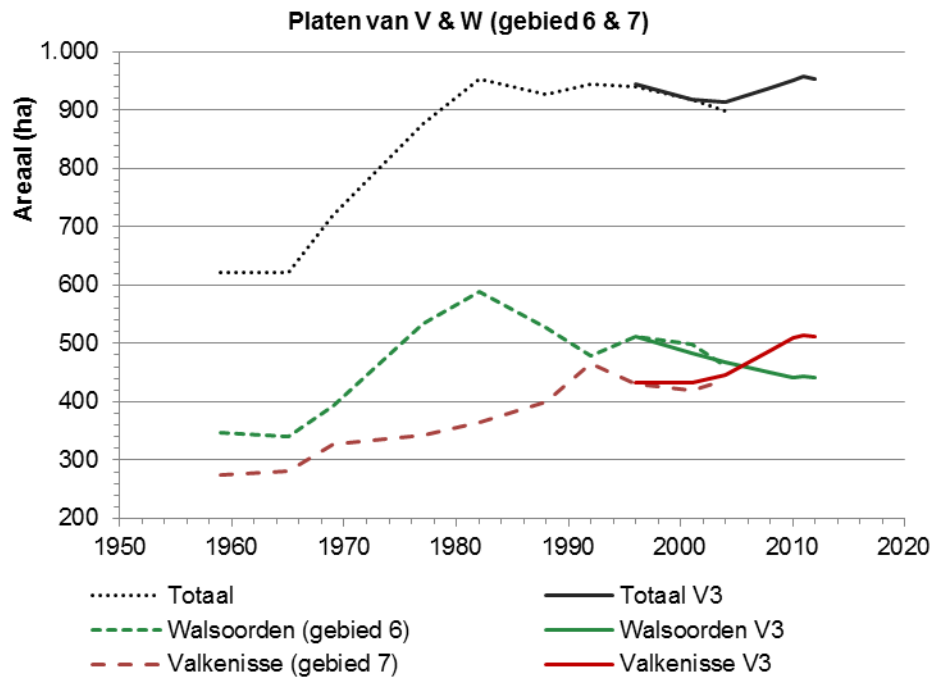


Figuur 22 Grafiek van het areaal per droogvalklasse voor vier opnamen van de Hooge platen.

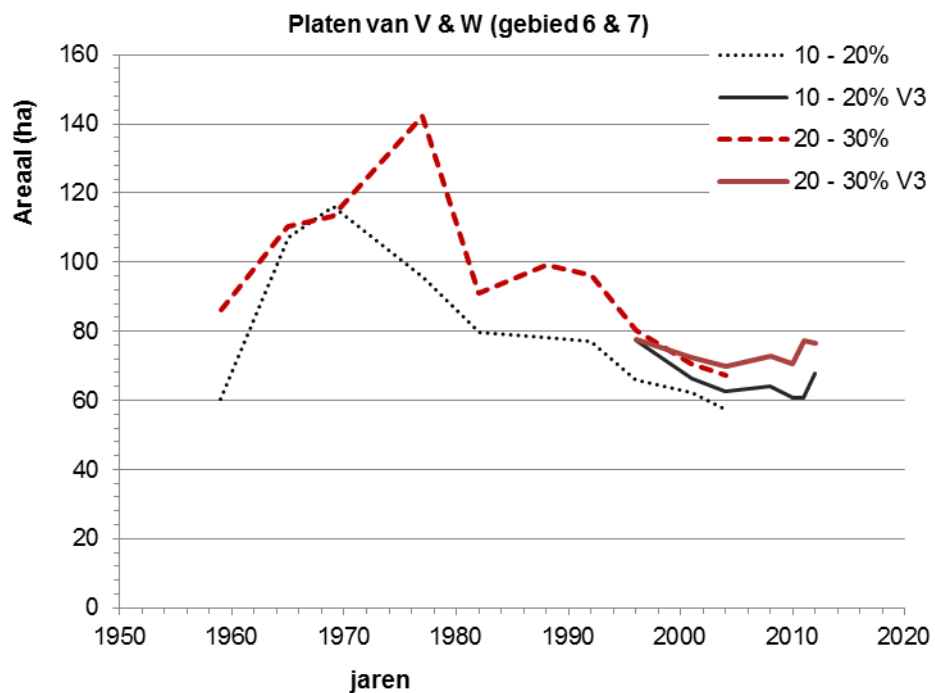
De ontwikkeling van de arealen met de lage droogvalpercentages zijn weergegeven in de grafiek in figuur 24. Hierin is zichtbaar dat voorafgaand aan de uitbreiding van het plaatareaal een toename van de arealen met de lage droogvalpercentages heeft plaatsgevonden. Na de jaren '70 is sprake van een duidelijke afname van het areaal met lage droogvalpercentages, tot in de 21<sup>ste</sup> eeuw. Tegenwoordig is sprake van een stabilisatie van het areaal met lage droogvalpercentages. Voor de arealen met droogvalpercentages in het middelste bereik geldt dat een beperkte verschuiving heeft plaatsgevonden van de lagere droogvalpercentages naar de hogere

droogvalpercentages. Dit is zichtbaar in figuur 25, waarin de lijn met het areaal in klasse 40% -50% tegenwoordig structureel onder die van 50% - 60% ligt.

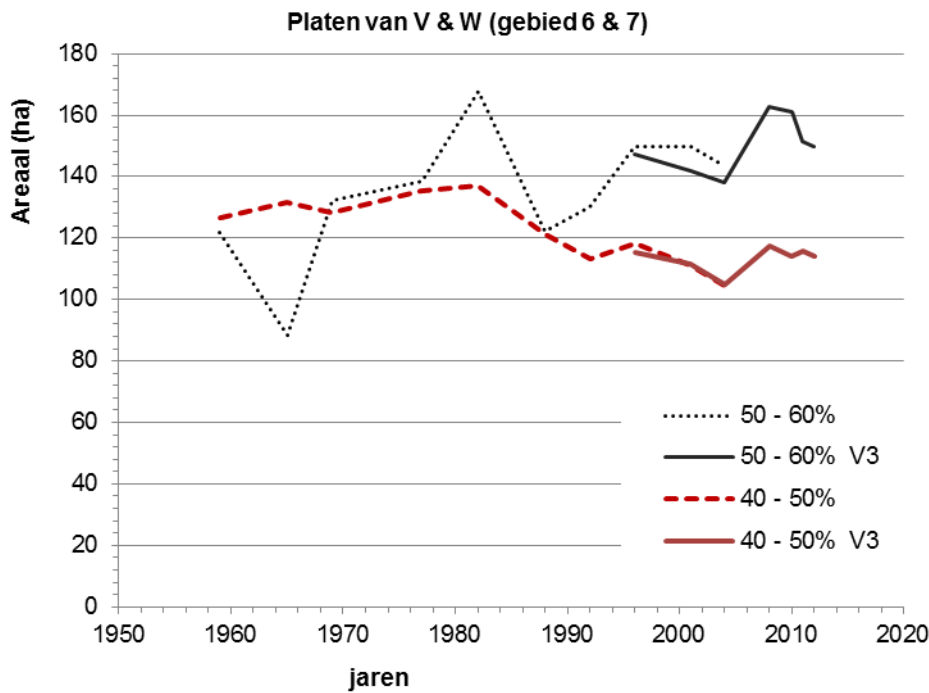
Voor arealen met de hoge droogvalpercentages, zoals getoond in figuur 26, geldt een zeer sterke toename in de periode die in de jaren '60 begint en doorloopt tot de jaren '90. Daarna is sprake van stabilisatie en zelfs een kleine afname van het areaal van de klasse 80% - 90%.



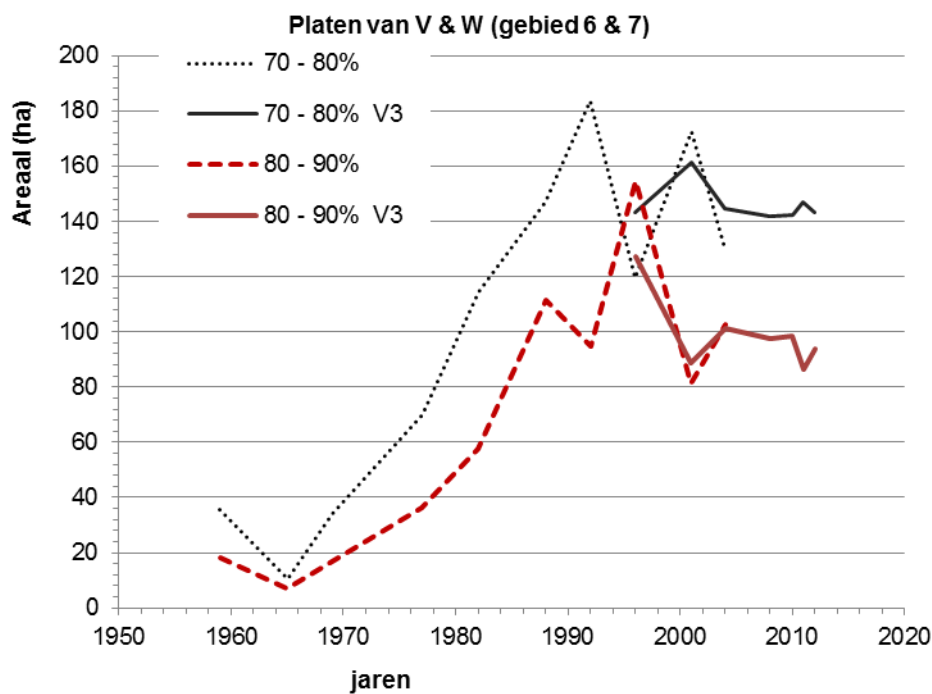
Figuur 23 Grafiek met de ontwikkeling van het totale areaal (met droogvalpercentages > 10%) van de Platen van Walsoorden en Valkenisse.



Figuur 24 Grafiek van het areaal voor twee lage droogvalklassen (10%-20% en 20%-30%) in de tijd voor de Platen van Walsoorden en Valkenisse. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



Figuur 25 Grafiek van het areaal voor twee middenklassen van het droogvallen (40%-50% en 50%-60%) in de tijd voor de Platen van Walsoorden en Valkenisse. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



Figuur 26 Grafiek van het areaal voor twee hoge droogvalklassen (70%-80% en 80%-90%) in de tijd voor de Platen van Walsoorden en Valkenisse. Gestippelde/gestreepte lijnen zijn op basis van de oorspronkelijke gegevens, de massieve lijnen (met V3 in het bijschrift) op basis van de recente gegevens.



## 5.5 Extrapolaties van de ontwikkelingen

Om zicht te krijgen op de toekomstige ontwikkelingen wordt in deze paragraaf voor de drie plaatgebieden een extrapolatie gepresenteerd van de waargenomen trends.

### Hooge platen

Bij de Hooge platen is sprake van geweest van een structurele afname van de lage droogvalpercentages. Waarschijnlijk zal deze afname verder gaan, waarbij wel de kanttekening past dat deze trend eindig is. Een plaat van een zekere omvang heeft namelijk altijd een areaal met lage droogvalpercentages, dat bestaat uit de overgang van sublitoraal naar de hogere delen van de plaat. De afname van dit areaal bestaat uit het korter worden van de waterlijn (gladdere plaatomtrek) en het hoger worden van het laagliggende areaal. Voor beide ontwikkelingen zijn bij de Hooge plaat nog mogelijkheden, bijvoorbeeld doordat de lage Springer op termijn zal verhelen met de Hooge plaat.

De structurele toename van het areaal met hoge droogvalpercentages is waarschijnlijk ook een ontwikkeling die door zal gaan. Dit geldt zeker voor de toename van de hoogste droogvalpercentages, waar tegenwoordig schorren zijn gevormd. De aanwezigheid van de schorren versterkt namelijk de sedimentatie en daarmee de toename van de hoogte.

De beperkte afname van het areaal met de midden droogvalpercentages zal naar verwachting ook doorgaan. Deze beperkte netto afname bestaat uit een grotere afname door sedimentatie en overgang naar hogere droogvalklasse en een toename van het areaal door omzetting van lagere naar hogere droogvalklassen.

Het is belangrijk om hierbij te vermelden dat niet duidelijk is welke fysische processen verantwoordelijk zijn voor de overall toename van de hoogte van Hooge platen. Vanwege de locatie aan de westzijde van het Schelde estuarium, waar het niveau van hoogwater slechts beperkt is toegenomen, is het niet waarschijnlijk dat de plaathoogte daardoor wordt beïnvloed. Ingrepen, in de vorm van baggeren en storten bieden ook geen verklaring voor de waargenomen ontwikkelingen, omdat in deze omgeving niet veel ingrepen hebben plaatsgevonden. De plaatrandstortingen die aan de west- en noordzijde hebben plaatsgevonden zijn van recente datum, terwijl de ontwikkelingen al langer hebben plaatsgevonden.

### Middelplaat

De enige ontwikkeling die een duidelijke trend vertoont in het Middelplaten gebied is de afname van het totale droogvallende areaal. De Middelplaten liggen klem tussen de hoofd- en de nevengeul. Het breder worden van de nevengeul Everingen gaat ten koste van het areaal van de Middelplaten aan de noordzijde. Aan de zuidzijde is geen ruimte voor uitbreiding van de Middelplaten, omdat daar de hoofdgeul ligt. Het gevolg is het smaller worden van het gehele complex. Het is goed mogelijk dat deze afname nog enige tijd doorgaat. Hierbij past wel de opmerking dat de ontwikkelingen van de nevengeul Everingen waarschijnlijk mede gestuurd worden door de omvang en de locaties van het storten van baggerspecie<sup>2</sup>. Veranderingen in het storten hebben mogelijk invloed op de toekomstige ontwikkeling van het areaal van de Middelplaten.

Voor de arealen met de droogvalpercentages geldt dat hier geen trends in zijn herkend en dat het dus ook niet mogelijk is om deze te extrapoleren.

---

<sup>2</sup> Een specifiek voorbeeld van de invloed van het storten op de morfologische ontwikkeling van de Everingen zijn de grootschalige stortingen in 1997 en 1998. Het is waarschijnlijk dat deze grote stortingen invloed hebben gehad op de Everingen en op de kortsluitgeul Zuid-Everingen (Cleveringa e.a., 2014).

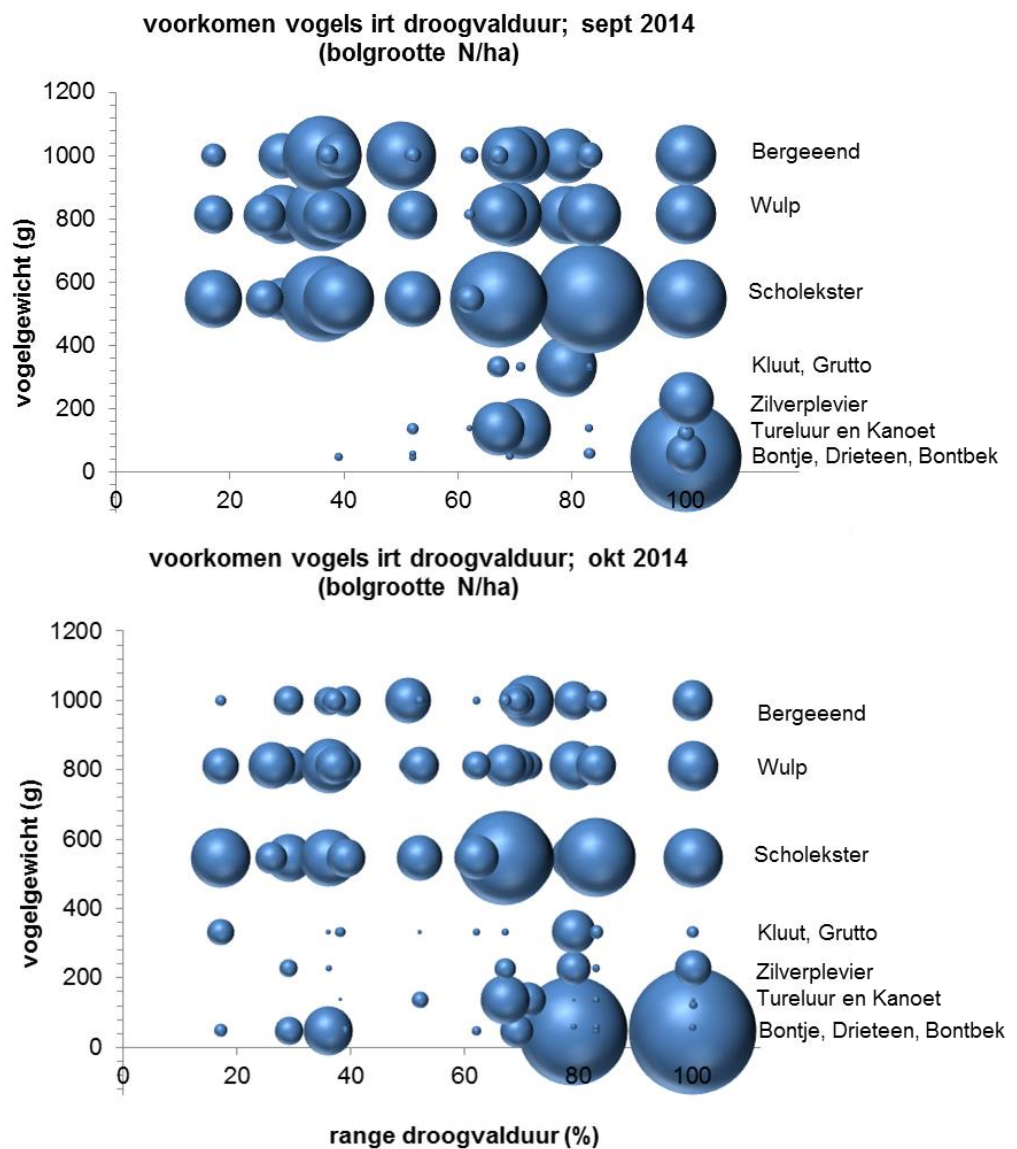
### **Plaat van Walsoorden en Plaat van Valkenisse**

Voor deze platen geldt in de eerste plaats de opmerking dat de ontwikkelingen per plaat verschillen (figuur 23). De extrapolatie voor de beide platen gecombineerd geeft geen goede weergave van de ontwikkeling per plaat en dit geldt ook voor de ontwikkelingen in de verschillende klassen van het droogvallen. Voor de ontwikkeling van de verschillende droogvalklassen geldt dat deze de afgelopen jaren relatief stabiel zijn. Er zijn geen redenen om te verwachten dat dit zal veranderen, waarbij de aanname is dat het bagger- en storten in de nabijheid niet noemenswaardig zal veranderen. De reden om deze aanname zo expliciet te vermelden is dat de toename van het areaal met hoge droogvalklassen in de jaren '70 waarschijnlijk gekoppeld is aan het storten van veel sediment in de nevengeul van deze macrocel destijds (Cleveringa, 2007; LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013).

## 6 RANGE VAN DROOGVALDUREN IN HET LAAGDYNAMISCHE AREAAL

### 6.1 Inleiding

Waarnemingen aan de vogelaantallen bij laagwater hebben inzicht opgeleverd in de verdeling van de grote en kleine steltlopers in de Westerschelde (Bouwmeester, 2014). Met name de kleine steltlopers hebben behoefte aan breed laagdynamisch areaal, waarschijnlijk omdat het foerageren in smallere gebieden betekent dat de duur van het foerageren wordt beperkt. Voor de kleine steltlopers zijn er minder tot geen alternatieven beschikbaar om te foerageren, terwijl dat voor grote steltlopers waarschijnlijk wel het geval is. Door Dick de Jong is deze relatie verder uitgewerkt, waarbij de sleutel informatie is opgenomen in twee grafieken (figuur 27).



Figuur 27 Twee grafieken met het getelde aantal vogels per soort per hectare (grootte van de bollen), de range aan droogvalduren van het gebied (x-as) en gemiddeld gewicht per vogelsoort (y-as). Figuur van Dick de Jong (pers. com.) op basis van gegevens van Bouwmeester (2015).

Bij het onderzoek van Bouwmeester (2014) is ook duidelijk geworden dat er een relatie bestaat tussen de range (door Bouwmeester aangeduid met breedte) van het

laagdynamische areaal en de aantallen vogels. Onder de range (breedte) van het laagdynamische areaal wordt door Bouwmeester (2014) de bandbreedte in de droogvalpercentages verstaan van het laagste aanwezige droogvalpercentage in het laagdynamische areaal, tot het hoogste aanwezige droogvalpercentage. In dit rapport spreken we over range om verwarring met breedte in meters te voorkomen.

In de grafiek van figuur 27 is zichtbaar dat de kleine steltlopers (Bonte strandloper, Bontbekplevier, Drieteenstrandloper, Zilverplevier, Tureluur en Kanoet) en ook de middelgrote steltlopers (Kluut en Grutto) niet of met zeer kleine dichtheden aanwezig zijn in plaatgebieden waar de range aan droogvalpercentages kleiner is dan 60%. De enige uitzondering is grotere groep bij de range van 36%, die bestond uit een groep bonte strandlopers. Als deze soort aanwezig is, dan is altijd sprake van een grote groep. Blijkbaar vormt de beperkte range aan droogvalpercentages een beperking voor deze soorten. Voor de grote steltlopers scholekster en wulp geldt deze beperking niet, hiervan worden redelijke dichtheden waargenomen in gebieden met een beperkte bandbreedte. Voor de Bergeend lijkt ook sprake te zijn van een relatie met de bandbreedte, getuige de beperkte dichtheid bij een kleine bandbreedte. Maar omdat de foerageerwijze en het voedsel van de bergeend anders is dan dat van de steltlopers is het mogelijk dat andere factoren dan de bandbreedte de aan- en afwezigheid van de bergeend verklaren. De zeer hoge dichtheden (grote bollen) aan de rechterzijde van grafiek, bij de volledige range aan droogvalpercentages worden gedomineerd door de Hooge platen en de Plaat van Baarland gecombineerd met het Zuidgors.

De benutting van het laagdynamische areaal wordt niet alleen bepaald door de aanwezigheid van een grote range in de droogvalpercentages, omdat ook andere factoren bepalen of een gebied meer of minder geschikt. Bouwmeester heeft per plaat- en slikgebied een overzicht gegeven van de mogelijke oorzaak van de benutting, waarbij bijvoorbeeld verstoring wordt genoemd. De aanwezigheid van een grote range aan droogvalpercentages in het laagdynamische gebied geeft de potentie weer van het gebied, de daadwerkelijke benutting wordt bepaald door andere factoren.

## 6.2 Indicatoren voor gradiënten in het laagdynamische areaal

In het kader van de T2009-rapportage (DePreiter e.a., 2013) is al gerapporteerd over andere indicatoren voor de kwaliteit van het laagdynamische habitat in de Westerschelde, zoals opgenomen in de evaluatiemethodiek. Het betreft de lengte van de laagwaterlijn aan de laagdynamische delen en de hoogtegradiënt op basis van het onderscheid in het laag-, midden- en hooggelegen areaal. In Cleveringa (2014a) is ook een analyse gemaakt van de lengte van de waterlijnen in verschillende droogvalklassen, als potentiële indicator. Hieronder worden deze indicatoren toegelicht.

### **Lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamisch areaal**

De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamisch areaal is bedoeld als een indicator is voor “de mate waarin steltlopers de foerageerduur kunnen maximaliseren tijdens afgaand water.” (Holzhauer e.a., 2011). Dit kan ook beschouwd worden als een indicatie voor de range aan de onderzijde van de droogvalpercentages. Deze indicator blijkt grote schommelingen in de tijd op te leveren, met name omdat soms wel en soms geen laagdynamisch areaal langs de waterlijn is gekarteerd. Als er geen laagdynamisch areaal aanwezig langs de waterlijn, dan is de lengte van de aangrenzende waterlijn nul. Of deze grote schommelingen werkelijk een indicator zijn van de variaties in de ecologische waarde, is tijdens verschillende discussies met deskundigen in twijfel getrokken.

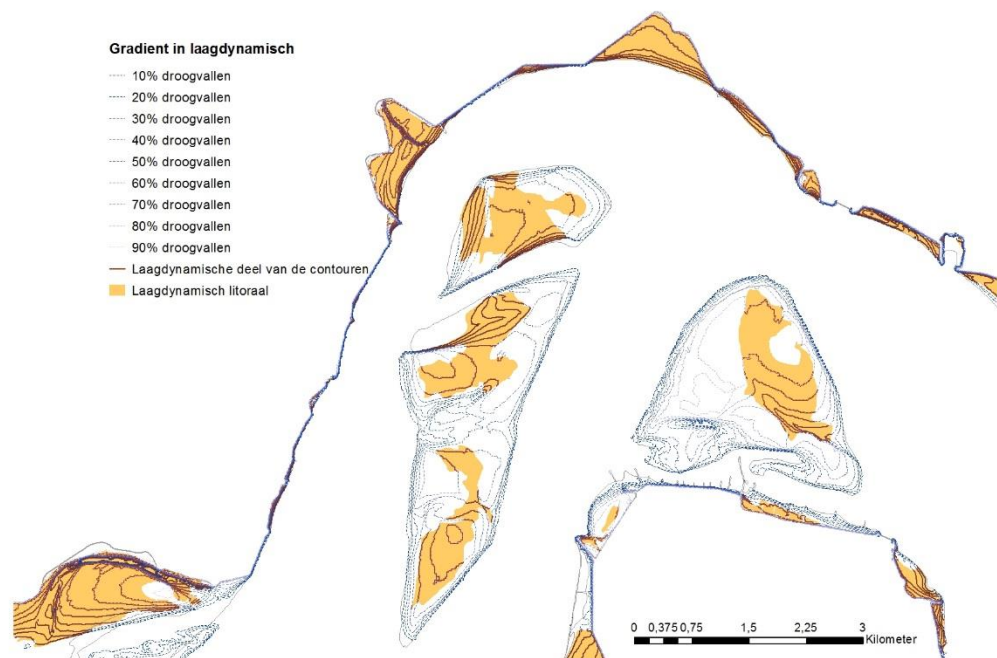
Om aan deze schommelingen voor bij te gaan is als alternatief de parameter lengte van de zone met lage droogvalpercentages aangrenzend aan het laagdynamische areaal voorgesteld, waarop in de volgende paragraaf nader zal worden ingegaan.

### Hoogtegradiënt laag-, midden- en hooggelegen laagdynamische areaal

De hoogtegradiënt op basis van het laag-, midden- en hooggelegen laagdynamische areaal blijkt zeer grote variatie te vertonen die samen hangen met het ontbreken van een van de drie klassen in de gradiënt en met het wel of niet aanwezig zijn van (kleine) onderbrekingen (met bijvoorbeeld hoogdynamisch areaal) in de gradiënt. Ook de ecologische consequenties van het wel of niet aanwezig zijn van een complete gradiënt waren niet duidelijk.

### Contourlijnen van droogvalpercentages

De lengte van de waterlijnen met verschillende droogvalpercentages (figuur 28) is uitgewerkt als aanvullende indicator voor de kwaliteit van het laagdynamische areaal, in Cleveringa (2014a). Hierbij is de absolute lengte getoond van de gehele waterlijn en van het laagdynamische deel en is de verhouding tussen beide weergegeven. Deze parameters geven inzicht in de verschillen tussen de plaatcomplexen en de slikken. Het is lastig om de ontwikkelingen in de tijd te herkennen en te duiden.



Figuur 28 Kaart van de omgeving van de Rug van Baarland in 2004 met waterlijnen (droogvalpercentages) binnen en buiten de laagdynamische gebieden (uit Cleveringa, 2014)

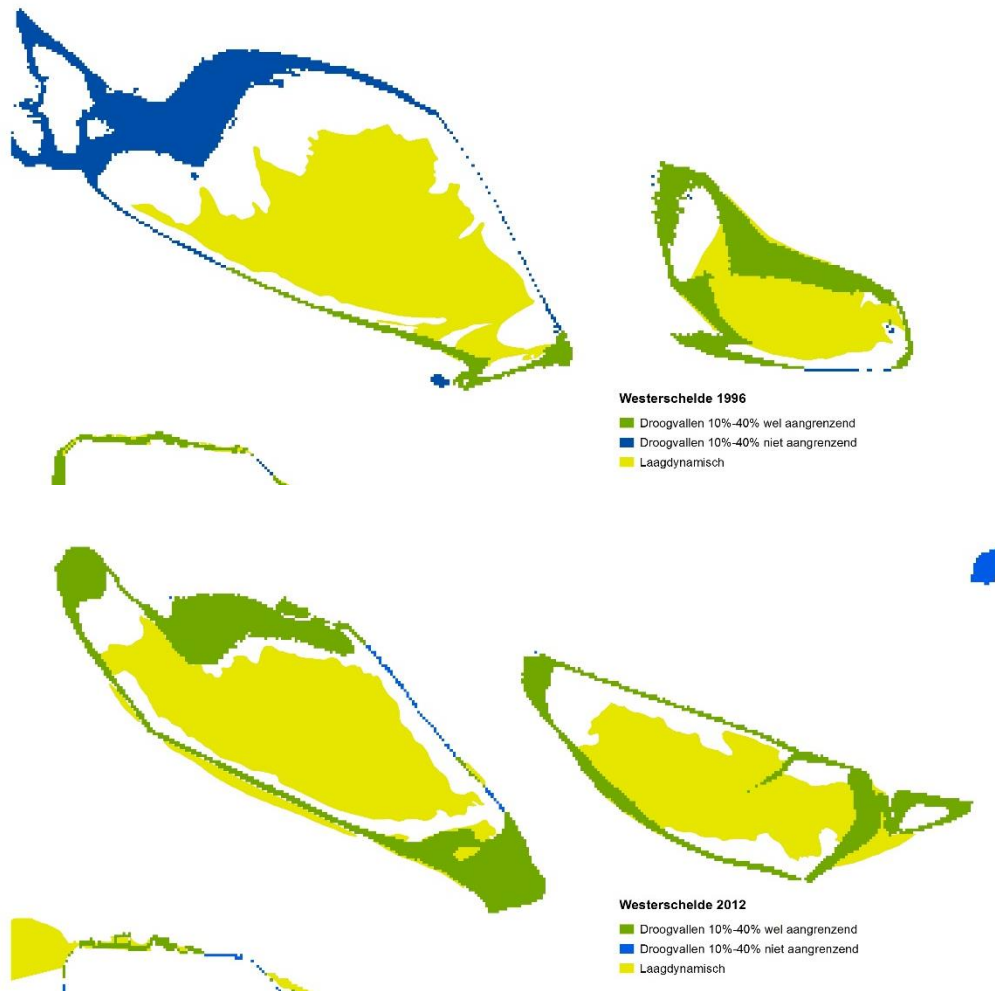
In Cleveringa (2014a) is toegelicht dat het lastig is om de daadwerkelijke ecologische waarde van de gradiënt in het laagdynamische areaal vast te stellen. De beschikbaarheid van een volledige gradiënt vergroot weliswaar in potentie de foerageermogelijkheden voor steltlopers en vormt een leefgebied voor bodemdieren in meerdere levensstadia, maar een beschrijving van de optimale verdeling van het laagdynamische areaal over de verschillende hoogteklassen was destijds niet beschikbaar. En omdat de optimale verdeling van het laagdynamische areaal over de verschillende hoogteklassen niet bekend was, was het ook nog niet mogelijk om een waarde toe te kennen aan de veranderingen die zijn opgetreden. De twee indicatoren die in de volgende paragrafen worden besproken, kunnen hier in potentie verandering in brengen.

## 6.3 Lengte van de zone met lage droogvalpercentages aangrenzend aan het laagdynamische areaal

Als een indicator voor de mate waarin steltlopers de foerageerduur kunnen maximaliseren tijdens afgaand water is voorgesteld om de lengte te beschouwen van



de zone met lage droogvalpercentages die grenst aan het laagdynamische areaal. Deze indicator zou in plaats kunnen komen van de indicator lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamisch areaal. Maar ook deze indicator blijkt in de praktijk een lastige omdat deze moeilijk is te bepalen en grote variaties kent.



Figuur 29 Kaart met de Middelplaten en zone met lage droogvalpercentages aangrenzend aan het laagdynamische areaal voor 1996 (boven) en 2012 (onder).

In Figuur 29 zijn twee kaarten opgenomen met de zone met droogvalpercentages van 10% tot 40% droogvallen in respectievelijk 1996 en 2012. Deze redelijk brede range aan droogvalpercentages levert op veel plekken langs de plaat- en slikranden slechts een smal bandje op dat in sommige gevallen niet continue doorloopt. Dit is het gevolg van de ruimtelijke resolutie van 20 m x 20 m, waar bij steile overgangen droogvalklassen in wegvallen (Dijkstra & Holzhauser, 2015). In werkelijkheid zijn bij deze steile overgangen wel degelijk alle droogvalpercentages aanwezig, maar dan in een zones die smaller zijn dan 20 m x 20 m. Rondom een plaat is een band met de droogvalpercentages 10% - 40% aanwezig, maar in de kaarten is dat niet perse het geval. Deze kennis maakt het lastig om vast te stellen welke lengte de laagwaterstrook heeft.

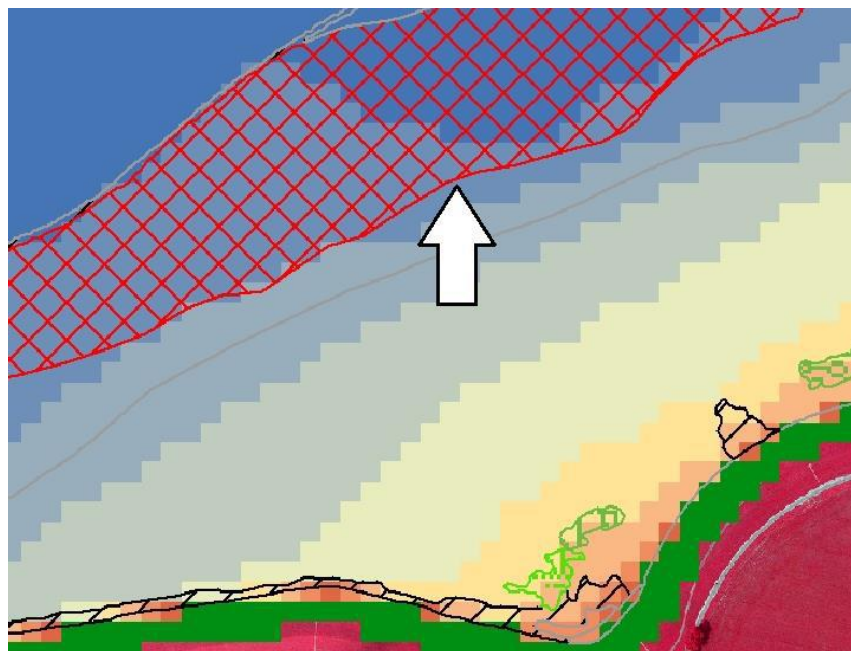
Het tweede lastige aspect aan de indicator is de vereiste dat de band met droogvalpercentages grenst aan (dan wel overlapt met) laagdynamisch areaal. Hoewel de strook met droogvalpercentages 10% - 40% een brede range omvat, blijkt het laagdynamische areaal lang niet in alle gevallen te grenzen aan deze strook. Dit is niet heel verassend, omdat ook het areaal laaggelegen laagdynamisch areaal in de ecotopenkaart flink in oppervlakte verschilt. De consequentie is dat wel aangrenzen betekent dat de lengte van de strook wel meetelt en niet overlappen betekent dat dat niet het geval is. Dit betekent dus dat er grote sprongen optreden in de lengte van deze indicator. Hiermee leidt deze indicator aan hetzelfde probleem als de lengte van

de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamisch areaal die ze zou moeten vervangen. De waarden voor de voorgestelde parameter zijn daarom niet nader ecotopenkaarten uitgewerkt.

## 6.4 Range aan droogvalduren in het laagdynamische areaal

De range aan droogvalpercentages is door Bouwmeester (2014) bepaald voor de ecotopenkaarten van 2012. Voor het voorliggende rapport zijn voor alle ecotopenkaarten 1996 - 2012 de ranges bepaald, waarbij zoveel mogelijk is aangesloten bij het werk van Bouwmeester.

Bouwmeester (2014) heeft twee methodes gebruikt voor het bepalen van de range aan droogvalpercentages, namelijk een GIS-analyse van de droogvalduurkaart en een globale analyse waarin de droogvalpercentagekaart en de ecotopenkaart zijn gecombineerd. De GIS-analyse van Bouwmeester (2014) komt overeen met de methode die in het voorgaande hoofdstukken zijn gebruikt. In deze methode is geen onderscheid gemaakt in laag- en hoogdynamisch areaal en andere ecotopen. De globale analyse van de breedte van het laagdynamische areaal is uitgevoerd per telgebied. Voor het getoonde voorbeeld in figuur 30 is het duidelijk bij welke droogvalpercentage de grens in het laagdynamische areaal ligt. Een dergelijke analyse is goed uitvoerbaar op de schaal van de telgebieden, maar laat zich lastig automatiseren. Het is wel wenselijk om dit op eenduidige wijze voor alle ecotopenkaarten te berekenen.

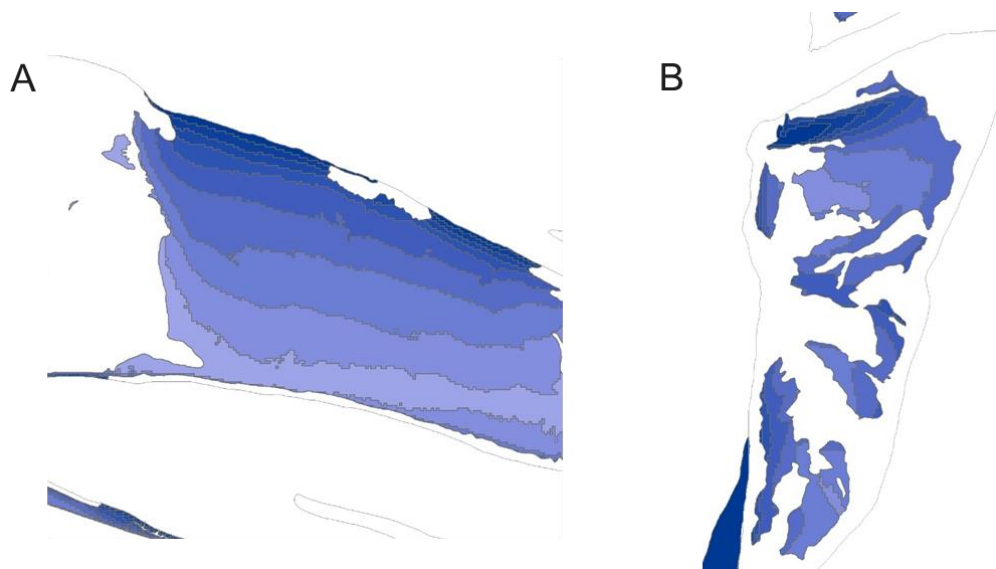


Figuur 30 Methode Bouwmeester: De droogvalduurkaart met daarover de ecotopenkaart. De witte pijl geeft de bovengrens van het hoogdynamische gebied aan. Op deze grens is de droogvalduur afgelezen als maat voor de bovengrens (uit Bouwmeester, 2014).

De complexiteit van de bepaling laat zich goed uitleggen met twee voorbeelden, van de Hooge platen en de Rug van Baarland, die getoond zijn in figuur 31. Beide gebieden zijn locaties waar hoge dichtheden steltlopers worden aangetroffen, maar de geometrie ervan verschilt duidelijk. De Hooge platen zijn een voorbeeld van een gebied waar de range direct zichtbaar is, zoals is te zien in figuur 31, bij A. In dit gebied liggen de stroken met oplopende droogvalpercentages naast elkaar. De range is hier direct af te lezen uit de oplopende droogvalpercentages. In andere gebieden is de verdeling van het laagdynamische areaal veel minder makkelijk te geven, doordat de vormen van de laagdynamische gebieden onregelmatig zijn. Het voorbeeld in

figuur 31, bij B is de Rug van Baarland, waar een grote variatie aan vormen aanwezig is. In dit gebied is niet in één oogopslag de range vast te stellen.

Door Bouwmeester (2014) zijn de ecotopen- en droogvalpercentagekaarten van 2012 gebruikt. In het voorliggende rapport zijn de gebieden Hooge platen en Rug van Baarland geanalyseerd om de ontwikkeling van de arealen en droogvalbreedte van de laagdynamische gebieden te bekijken voor de periode 1996 - 2012. Deze twee gebieden dienen als voorbeeld van een relatief eenvoudig (Hooge platen) en een relatief complex (Rug van Baarland) gebied.



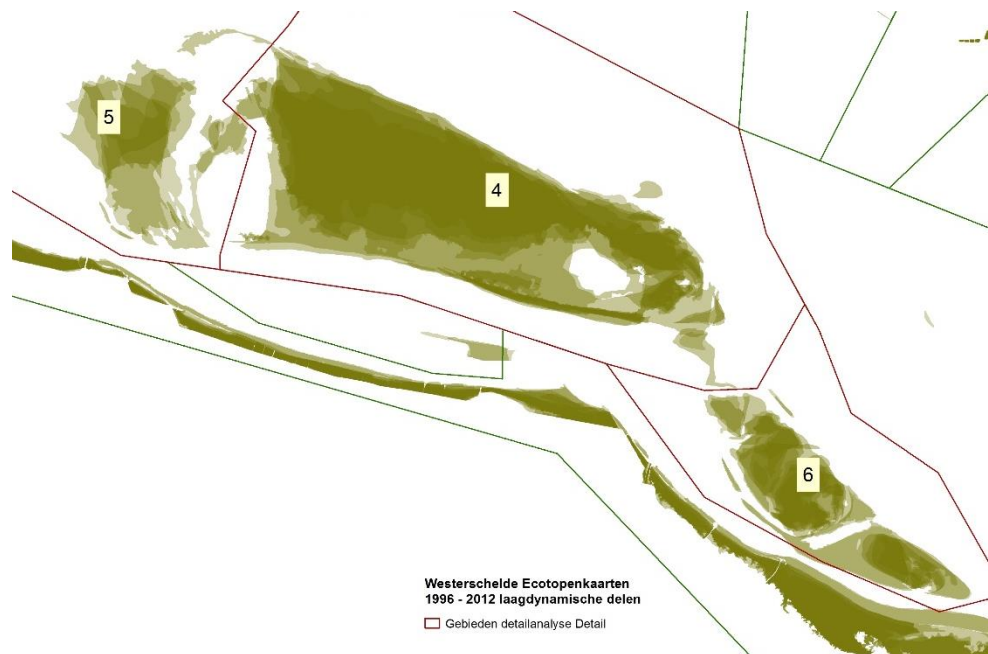
Figuur 31 Uitsnede van het laagdynamische plaatreeal in twee plaatgebieden in de Westerschelde. A. Hooge platen met een pijl die de breedte weergeeft van laag naar hoog; B. Rug van Baarland, met een mozaïek van laagdynamisch areaal (legenda in figuur 11)

## 6.5 Hooge Platen

De Hooge Platen is het enige gebied in de Westerschelde waar de volledige range aan droogvalpercentages in het laagdynamisch aanwezig is. De droogvalklasse 90% - 100% is sinds 2004 in het gebied aanwezig. Deze hoge droogvalklasse heeft weinig toegevoegde waarde voor foeragerende stellopers, omdat het voornamelijk schor betreft en dat geen foerageergebied is. De ontwikkeling van het areaal boven de 90% droogvallen wordt verder buiten beschouwing gelaten. De aanbeveling voor toekomstige studies is om dit ook te doen (analyse droogvalrange > 0% tot 90 %).

De Hooge platen zijn voor deze analyse opgedeeld in drie deelgebieden (figuur 32).





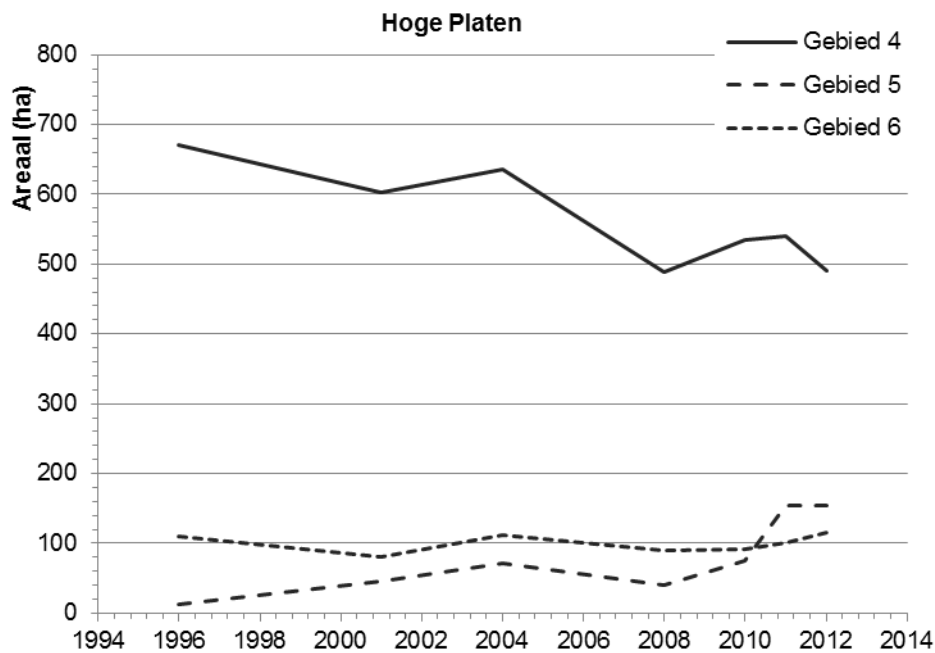
Figuur 32 Kaart met het laagdynamische areaal in alle ecotopenkaart 1996-2012 met de indeling van de deelgebieden bij de Hooge Platen. Lichtgroen – 1 jaar laagdynamisch ecotopen ; donkergroen 7 jaar laagdynamische ecotopen.

De range van droogvalpercentages tot 90% is aanwezig in alle opnamen in het centrale deel van de Hooge platen (gebied 4). Dat betekent dat de breedte van dat gebied niet is veranderd. De oostzijde van de Hooge platen, met inbegrip van de Lage Springer heeft een breedte aan droogvalpercentages tot 80%, dat ook niet is veranderd in de waarnemingsperiode. Voor de westzijde geldt dat veel variatie optreedt in de droogvalpercentages, dit is opgenomen in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht van de aanwezige droogvalpercentages aan de westzijde van de Hooge platen (gebied 5).

Jaar	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Intervallen	30%-90%	10%-100%	10%-70% & 80-90%	10% - 70%	10% - 90%	10% - 100%	10% - 100%
Range	60%	90%	70%	60%	80%	90%	90%

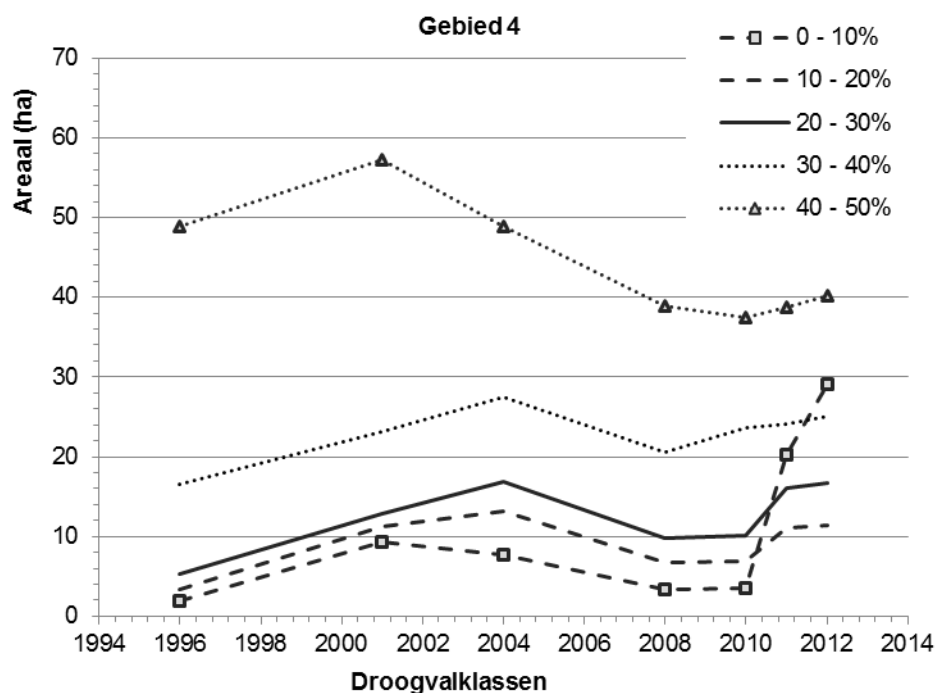
De range in de droogvalpercentages van het centrale deel van de Hooge platen verandert weliswaar niet, maar dit betekent niet dat er geen veranderingen optreden in het laagdynamische areaal. Het totale laagdynamische areaal met droogvalpercentages tussen 10% en 100% neemt bijvoorbeeld af voor dit gebied, zoals zichtbaar is in figuur 33. Deze afname wordt niet gecompenseerd voor de toename van de arealen in de aangrenzende gebieden 5 en 6.



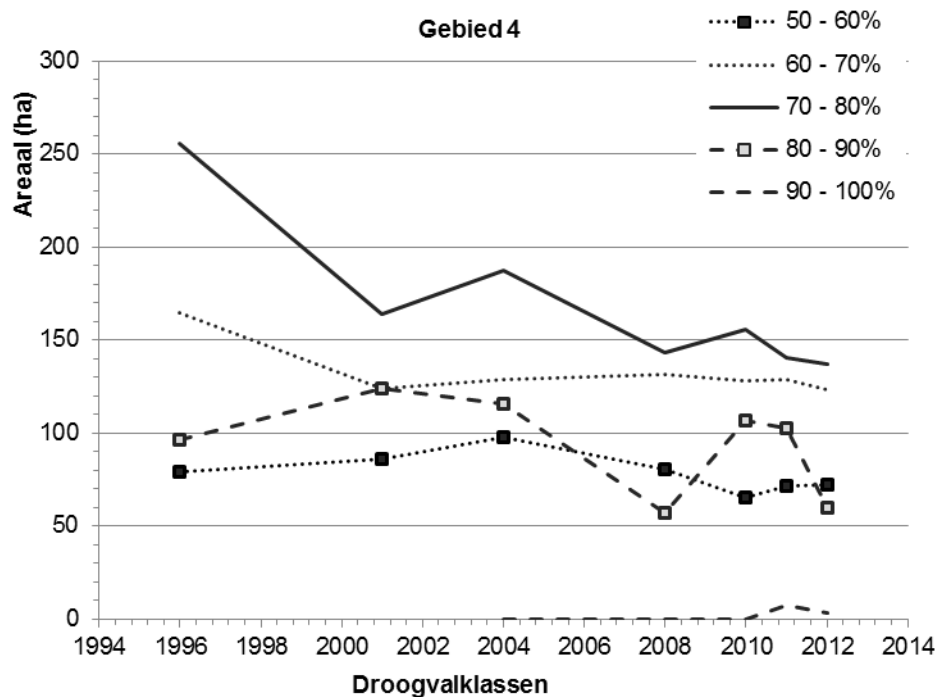
Figuur 33 Areaal van de laagdynamische gebieden op de Hooge platen met droogvalpercentages van 10% - 100%.

De arealen per droogvalklasse voor gebied 4 zijn weergegeven in figuur 34 en figuur 35. De sterke toename van het laagdynamisch areaal in de klasse 0%-10% in 2011 en 2012 in figuur 34 is geen verandering in het litoraal, maar de toename van het areaal laagdynamisch sublitoraal (met droogvalklasse 0%). Deze verandering heeft geen directe consequenties voor het litoraal.

De meest uitgesproken verandering in het litoraal is de afname van de droogvalklasse 70%-80%, die waarschijnlijk te maken heeft met de omzetting van laagdynamisch areaal naar schor. De range van het centrale deel van de Hooge platen is niet veranderd en dit ecologische kwaliteitsaspect blijft gelijk in de periode 1996-2012. Het totale areaal is wel afgenomen en de verdeling van het areaal over de verschillende droogvalklassen is ook veranderd. De afname van het areaal heeft als gevolg dat de totale capaciteit voor foeragerende steltlopers is afgenomen. De verschuiving in de verdeling van de droogvalklassen is ecologisch gezien nog niet te duiden.



Figuur 34 Areaal per droogvalklasse (0% – 50%) van de laagdynamische gebieden in het centrale deel van de Hooge platen (gebied 4).



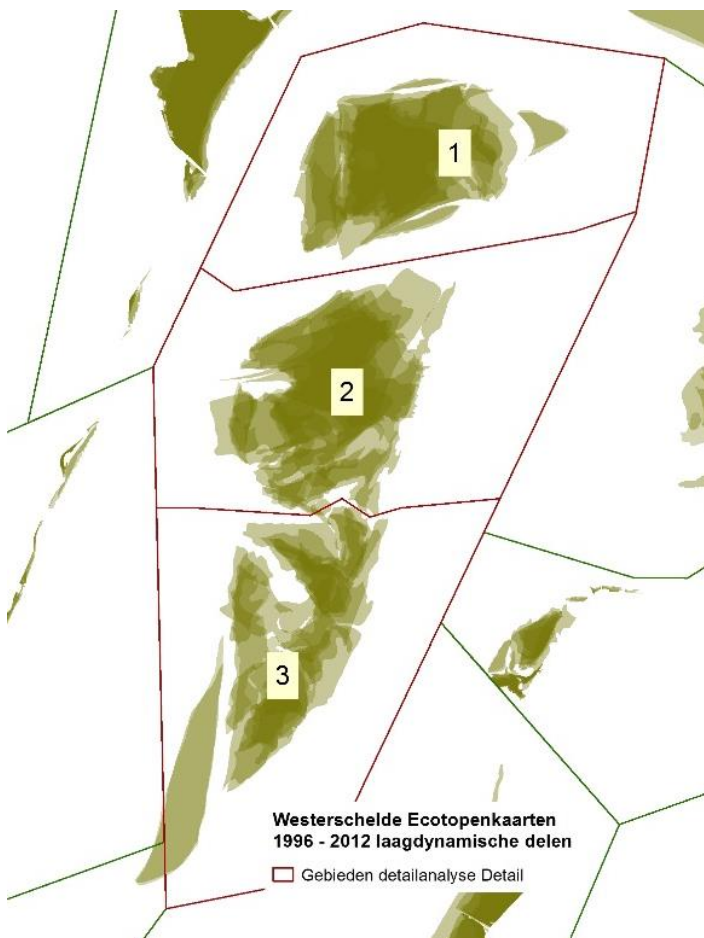
Figuur 35 Areaal per droogvalklasse (50% – 100%) van de laagdynamische gebieden in het centrale deel van de Hooge platen (gebied 4).

## 6.6 Rug van Baarland

De Rug van Baarland heeft een veel minder duidelijke verdeling van het laagdynamische areaal en van de verdeling in de droogvalklassen, dan het centrale deel van de Hooge platen (figuur 31). Dat maakt het toekennen van een range lastig. Voor de opeenvolgende kaarten is dat nog lastiger, omdat de locatie van de gebieden zeer variabel is in de verschillende kaarten. Daarom is gekozen voor het werken met

deelgebieden, zoals aangegeven in figuur 36. Het middelste gebied 2 is een gebied dat op basis van waarnemingen aan de vogelaantallen als een ecologisch waardevol gebied wordt gekarakteriseerd. Dat geldt ook voor de Molenplaat, gebied 1. Voor de zuidelijke 'staart' van de rug van Baarland (gebied 3) geldt dat niet, hier worden veel minder vogels aangetroffen. De ontwikkeling van de arealen laagdynamisch litoraal voor de drie deelgebieden staat in Figuur 37. De range van deze gebieden, in termen van de droogvalpercentages is:

- Gebied 1: 10%-80% (alleen in 2001 is het 10%-70%): breedte 70%
- Gebied 2: 10%-80%: breedte 70%
- Gebied 3: Variabel, zie tabel 2.



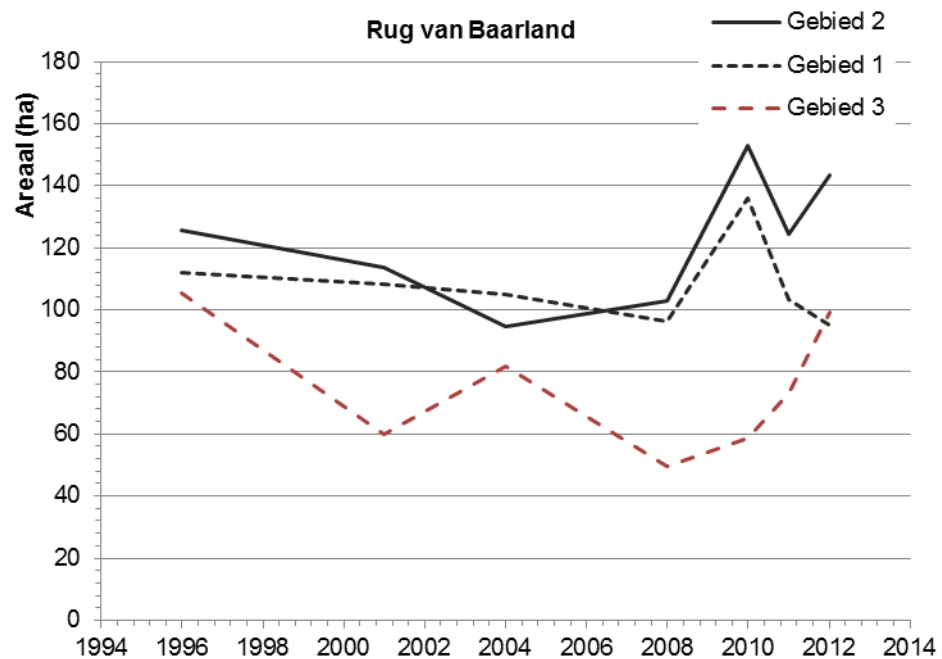
Figuur 36 Kaart met het laagdynamische areaal in alle ecotopenkaart 1996-2012 met de indeling van de deelgebieden bij de Rug van Baarland. Lichtgroen – 1 jaar laagdynamisch ecotopen ; donkergroen 7 jaar laagdynamische ecotopen.

In gebied 3 is de range regelmatig kleiner dan in de andere twee gebieden op de Hooge platen. Verder is in dit gebied het areaal laagdynamisch sterk versnipperd. Het wordt op verschillende plekken onderbroken door hoogdynamisch areaal. Voor de losse snippers geldt dat deze uit een nog kleinere range aan droogvalduren bestaan.

Net als bij de Hooge platen wordt in meer detail de ontwikkeling van de droogvalpercentages in één deelgebied bekeken, hier is dat deelgebied 2, het centrale deel van de Rug van Baarland.

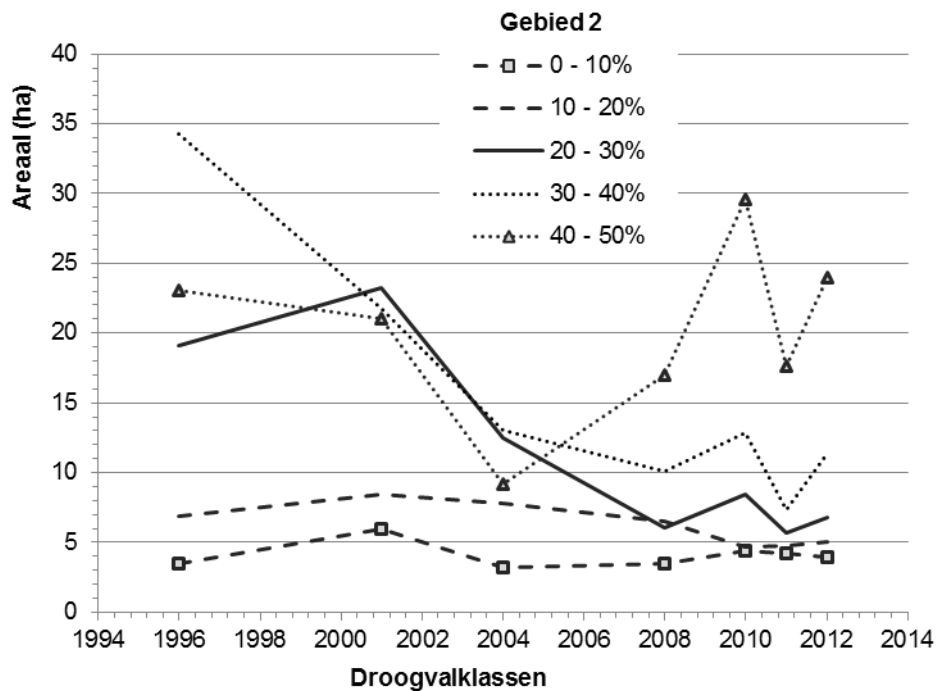
Tabel 2 Overzicht van de aanwezige droogvalpercentages aan de zuidzijde van de Rug van Baarland (gebied 3).

Jaar	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Intervallen	10%-80%	10%-80%	20%-80%	30%-70%	10%-80%	10%-80%	10%-70%
Range	70%	70%	60%	40%	70%	70%	60%

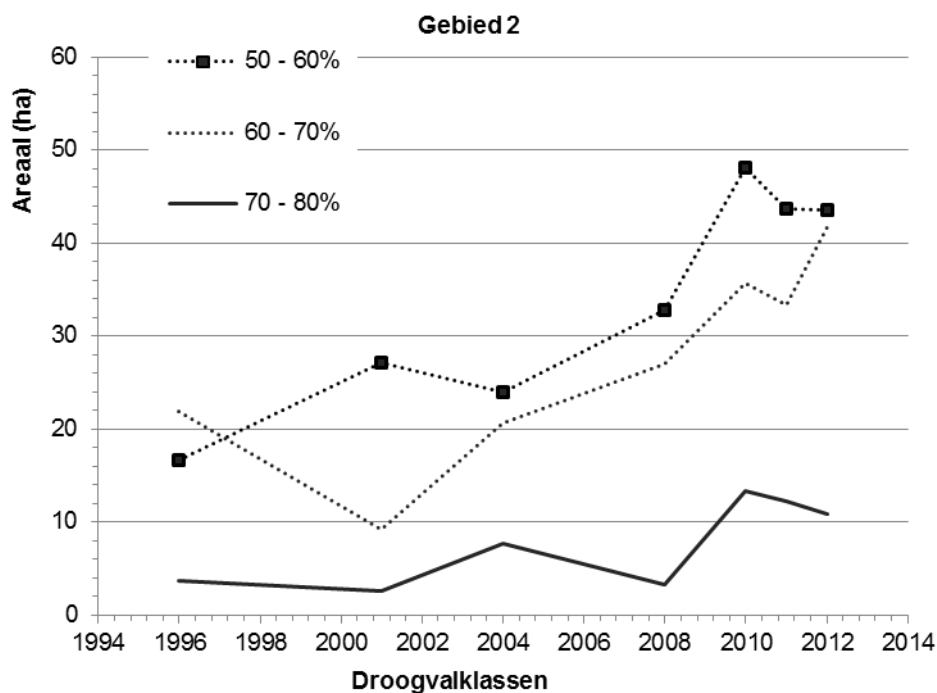


Figuur 37 Areaal van de laagdynamische gebieden op de Rug van Baarland met droogvalpercentages van 10% - 100%.

In de twee grafieken voor deelgebied 2 (figuur 38 en figuur 39) is duidelijk te zien dat de ontwikkelingen per droogvalklasse sterk verschilt. Voor de lagere droogvalklassen 20%-30% en 30%-40% is een afname van het areaal zichtbaar, terwijl voor de hogere klassen 50%-60% en 60%-70% sprake is van een duidelijke toename van de arealen. In het gebied vindt een verschuiving plaats van de lagere naar de hogere droogvalklassen.



Figuur 38 Areaal per droogvalklasse (0% – 50%) van de laagdynamische gebieden in het centrale deel van de Rug van Baarland (gebied 2).



Figuur 39 Areaal per droogvalklasse (50% – 70%) van de laagdynamische gebieden in het centrale deel van de Rug van Baarland (gebied 2).

## 6.7 Van de range per deelgebied naar grotere eenheden

De analyse van de range in de voorgaande paragrafen heeft plaatsgevonden op relatief kleine deelgebieden van de Westerschelde. Deze schaal komt overeen met de schaal van waarnemingen aan de vogelaantallen. Ook andere voorgestelde methoden (zoals het bepalen van de breedte in een aantal raaien, de Jong, 2015)

hebben dit gedetailleerde schaalniveau. De evaluatie van de ontwikkelingen hebben altijd plaats op grotere schaalniveaus. Zo worden voor de Evaluatiemethodiek de polyhaliene en de mesohaliene zone gebruikt. De polyhaliene zone omvat alle 19 telgebieden van Bouwmeester (2014). Dit levert de vraag op hoe de range en de ontwikkeling daarvan op de grote ruimtelijke schaalniveaus kan worden vastgesteld.

De aanwezigheid van de range aan droogvalduren in grote gebieden is geen geschikte maat voor de range. In de grote gebieden is simpelweg de kans groter dat er meer klassen droogvalpercentages aanwezig zijn. Werken van kleine naar grote gebieden is daarom de aangewezen manier om de ecologische potentie van de droogvalrange vast te stellen. Tabel 3 geeft voor de Rug van Baarland en tabel 4 geeft voor de Hooge platen de range aan droogvallen voor de verschillende deelgebieden en daarna zowel het gemiddelde, als het gewogen gemiddelde. In het gewogen gemiddelde zijn de arealen per deelgebied per jaar verdisconteerd.

Voor de Hooge platen geldt dat deelgebied 4 veel groter is dan andere twee deelgebieden, zodat de aan- of afwezig van een droogvalklasse in dat gebied veel sterker doorwerkt in het gewogen gemiddelde dan bij de andere gebieden. Bij de Rug van Baarland is de omvang van de deelgebieden vergelijkbaar, zodat het gemiddelde vrijwel overeenkomt met het gewogen gemiddelde. In de grafiek in figuur 40 zijn de ontwikkelingen van het gemiddelde en het gewogen gemiddelde voor de beide gebieden weergegeven. In de grafiek is duidelijk het verschil zichtbaar tussen de waarden voor het gemiddelde en het gewogen gemiddelde bij de Hooge platen. Ook is duidelijk dat het gewogen gemiddelde van de Hooge platen toeneemt.

Bij de Rug van Baarland is na een afname tot 2008 sprake geweest van een toename en stabilisatie. Op grond van de trend bij de Hooge platen wordt een toename van de ecologische potentieel in termen van droogvallen geconstateerd. Hierbij moet worden opgemerkt dat het laagdynamische areaal van de Hooge platen wel is afgenomen (figuur 33) en dat is in termen van ecologische potentieel een tegengestelde ontwikkeling.

Tabel 3 Overzicht van de range aan droogvallen per deelgebied van de Rug van Baarland, met daaronder zowel het gemiddelde als het gewogen gemiddelde (gewogen met het areaal laagdynamisch droogvallen per deelgebied).

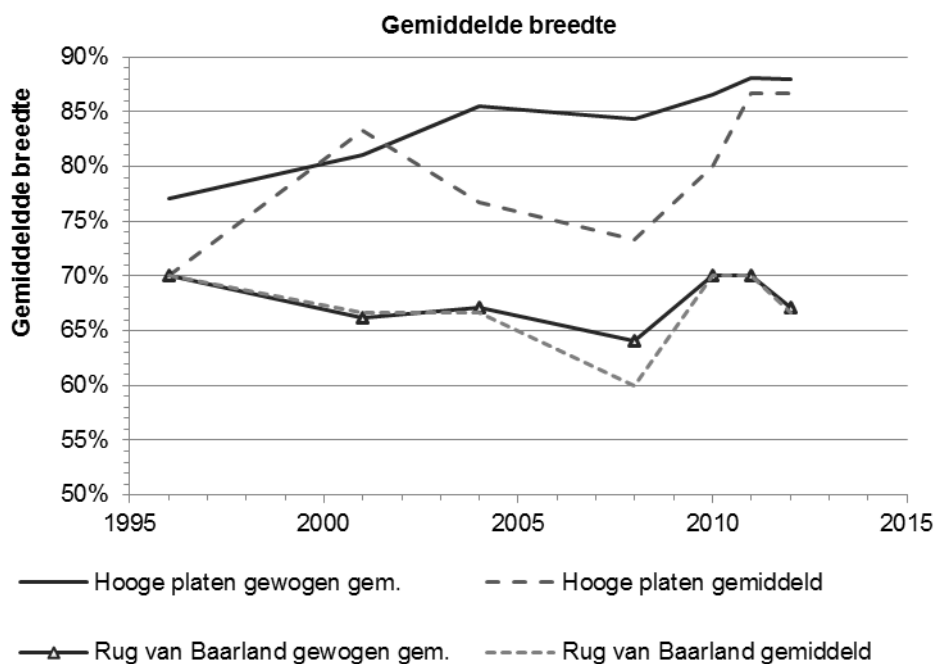
Jaar	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Gebied 1	70%	60%	70%	70%	70%	70%	70%
Gebied 2	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Gebied 3	70%	70%	60%	40%	70%	70%	60%
Gemiddelde	70%	67%	67%	60%	70%	70%	67%
Gewogen gemiddelde	70,0%	66,2%	67,1%	64,0%	70,0%	70,0%	67,1%



Tabel 4 Overzicht van de range aan droogvallen per deelgebied van de Hooge platen, met daaronder zowel het gemiddelde als het gewogen gemiddelde (gewogen met het areaal laag dynamisch droogvallen per deelgebied).

Jaar	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Gebied 4	80%	80%	90%	90%	90%	90%	90%
Gebied 5	70%	80%	70%	70%	70%	80%	80%
Gebied 6	60%	90%	70%	60%	80%	90%	90%
Gemiddelde	70%	83%	77%	73%	80%	87%	87%
Gewogen gemiddelde	77,1%	81,1%	85,5%	84,4%	86,5%	88,1%	88,0%

Deze wijze van opschaling kan vervolgens voor de verschillende gebieden worden doorgezet tot het gewenste schaalniveau. Hierbij moet worden bedacht dat met iedere stap in de opschaling het lastiger wordt om te herleiden welke veranderingen hebben plaatsgevonden. Daarmee wordt het ook steeds complexer om te bepalen wat de daadwerkelijke ecologische consequenties van de opgeschaalde ontwikkelingen zijn. Dat maakt een opgeschaalde parameter zinvol als indicator, maar niet bruikbaar om bijvoorbeeld mogelijkheden voor verbetering te identificeren. Daarvoor zijn de oorspronkelijke kleine deelgebieden bruikbaar.



Figuur 40 Gewogen gemiddelde breedte en gemiddelde breedte voor de Rug van Baarland en de Hooge platen.

## 7 DISCUSSIE DROOGVALLEN EN DROOGVALRANGE

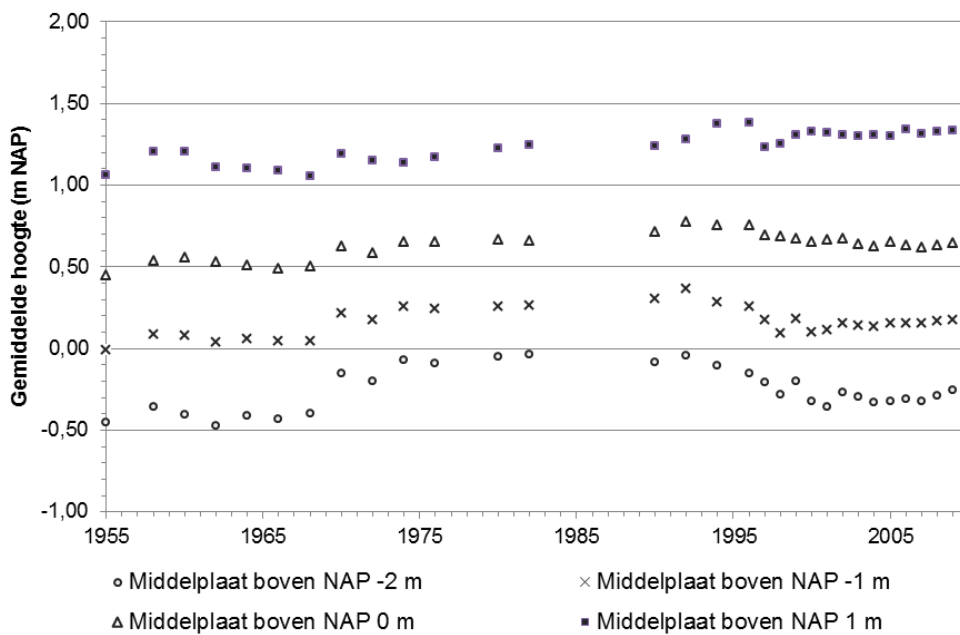
### 7.1 Onderliggende veranderingen en droogvalpercentages.

#### Veranderingen in de waterstanden

De droogvalpercentages worden bepaald uit de hoogteligging en de waterstanden. Als veranderingen in de droogvalpercentages optreden kan dat komen door veranderingen in de waterstanden en door veranderingen in de hoogte. In het rapport "T2009-rapport Schelde estuarium – Addendum Leefomgeving" (Cleveringa, 2014) is een analyse opgenomen van de veranderingen in de droogvalpercentages in de kaarten van 1996 -2010 in relatie tot de ontwikkeling van de hoog- en laagwaterstanden. Hierin staat een analyse van de veranderingen in de areaal van het sublitoraal (0% droogvallen) en het hoge supralitoraal (100% droogvallen) en de gemiddelde hoog- en laagwaterstanden. Uit deze analyse is geconcludeerd dat het plausibel is dat een deel van de waargenomen variaties in deze arealen worden veroorzaakt door veranderingen in de waterstand. Er is geen analyse gemaakt van de ontwikkelingen van de tussenliggende droogvalpercentages en de variaties in de waterstanden, omdat dit een gedetailleerde analyse van de waterstanden vereist (van de gemiddelde hoog- en laagwaterstand worden ieder jaar de waarden vastgesteld, maar dit geldt niet voor tussenliggende waterstanden). Verondersteld wordt dat ook de ontwikkeling van de arealen van de tussenliggende droogvalpercentages worden beïnvloedt door de variaties in de waterstanden.

De invloed van de waterstanden op de arealen met de verschillende droogvalpercentages heeft betekenis voor de eventuele trends in de ontwikkelingen. De variatie in de waterstanden bestaat namelijk uit trendmatige veranderingen (bijvoorbeeld de toename van de hoogwaterstanden), uit cyclische variaties (de 18,6) en uit jaarlijkse variaties door meteorologische variaties (opstuwings, afwaaien). Met name de cyclische variaties hebben in potentie de mogelijkheid om te leiden tot cyclische variaties in de arealen met verschillende droogvalpercentages. En deze variaties kunnen eventuele trendmatige ontwikkelingen overprinten. Vergelijk bijvoorbeeld de ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de Middellanden (figuur 41), die behoorlijk glad verlopen, met de springerige ontwikkelingen in figuur 18 - figuur 20.

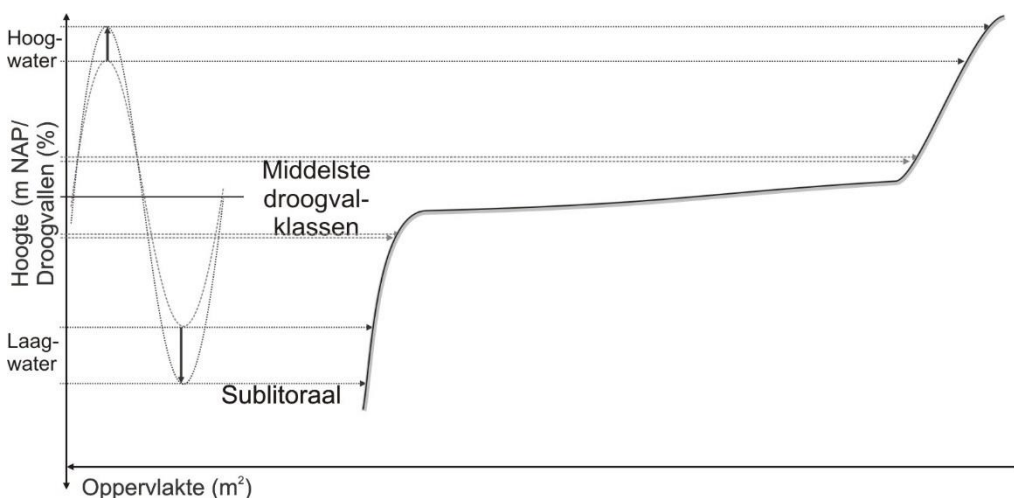
De eenvoudigste manier om dit 'springerige' effect te vermijden is om naar de trend in de arealen met een bepaalde range in de absolute hoogteligging te kijken, in plaats van de ontwikkelingen van de arealen van de droogvalpercentages. Om dan een vertaling te maken van de morfologische trends naar de ecologische trends zullen alsnog de droogvalpercentages moeten worden beschouwd.



Figuur 41 Gemiddelde hoogte (sedimentvolume/areaal) voor de Middelplaten (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013a).

### Gelijke droogvalpercentages ≠ gelijke abiotische condities

De combinatie van de morfologie en waterstanden in de droogvalpercentages heeft nog een belangrijke consequentie voor de betekenis van de arealen en droogvalpercentages. In Alkyon (2006) en Cleveringa (2014a) is hier eerder op in gegaan. Een gelijkblijvend droogvalpercentage hoeft namelijk niet te betekenen dat de fysieke omstandigheden hetzelfde blijven. Bij een toenemende getijslag en een steiler wordende plaat of slik kunnen de arealen met verschillende droogvalpercentages hetzelfde blijven. Ook een slik met veel areaal in de middelste droogvalpercentages (een plateau) hoeft een toename van de getijslag niet te leiden tot een verandering van de arealen. In figuur 42 is dit geïllustreerd met een hypsometrische curve van een slik. De omstandigheden die optreden in het litoraal veranderen dan wel. Bij een toenemende getijdeslag staat er bij hoogwater meer water boven op de plaat. Bij laagwater is het absolute verschil tussen het niveau van het litoraal en het water groter en dit kan weer doorwerken in bodemwater in het sediment.



Figuur 42 Schematische weergave van een slik in een hypsometrische curve (cumulatieve oppervlakte) en een veranderende getijslag.

## 7.2 De ecologische betekenis van de waargenomen veranderingen

De twee gekozen gebieden (Hooge platen en Rug van Baarland) uit hoofdstuk 6 zijn zeer geschikt als illustratie voor bij het bepalen van de indicator droogvalrange. Beide gebieden verschillen sterk in de verdeling van de laagdynamische gebieden over de droogvalpercentages en in beide gebieden verandert veel. Dit geldt niet voor alle gebieden in de Westerschelde.

### **Aanwezigheid laag/hogodynamische rand langs de waterlijn**

Over het algemeen zijn de platen veranderlijker dan de slikken. En daar waar veranderingen optreden in de breedte van de slikken moet goed worden gecontroleerd of de betreffende verandering het gevolg is van het wel of niet karteren van een hogodynamische strook langs de slikrand. De aan- of afwezigheid van een hogodynamische rand kan leiden tot fluctuaties in de breedte die in de praktijk geen gevolgen zullen hebben voor de ecologische waarde van het betreffende gebied. Dit betekent dat bij elke analyse per deelgebied met verstand moet worden gekeken naar de waarde van de verkregen getallen.

### **Verdeling van arealen over de droogvalpercentages**

De droogvalrange in zijn huidige vorm houdt geen rekening met de verdeling van arealen over de verschillende droogvalpercentages. Ook deze verdeling verschilt tussen de deelgebieden en verandert in de tijd sterker dan de breedte zelf. Het lijkt nuttig om een ecologische betekenis toe te kennen aan de verdeling van de arealen. Dat betekent ook dat veranderingen er van op waarde kunnen worden geschat. Waarnemingen aan het gebruik van de verschillende platen en slikken, in navolging van het werk van Bouwmeester (2014) is hiervoor onontbeerlijk.

### **Aanvullende waarnemingen gewenst**

Om de ecologische betekenis van de verschuivingen van lage naar hoge droogvalklassen in de verschillende (deel)gebieden te duiden is aanvullende informatie nodig over het gebruik van het gebied door steltlopers. Als het niet mogelijk is om deze informatie met terugwerkende kracht te verkrijgen, dan verdient het aanbeveling om voor de jaren dat nieuwe ecotopenkaarten worden opgesteld ook de vogelaantallen in de gebieden te beschouwen. Daarbij dient dan ten minste te worden waargenomen op het niveau kleine/grote steltlopers.



## 8 EEN NIEUW DENKMODEL VOOR DE VERSCHILLEN IN ONTWIKKELING TUSSEN PLAATCOMPLEXEN EN SLIKKEN

### 8.1 Inleiding

In paragraaf 2.5 is stilgestaan bij de verschillende verklaringen voor de ontwikkelingen van platen, slikken en kortsluitgeulen in de Westerschelde. In aanvulling op de daar genoemde punten wordt hieronder een denkmodel gepresenteerd dat op kwalitatieve wijze het begrip voor de verschillen in de ontwikkelingen van de hoogte van de verschillende plaatcomplexen en de slikken vergroot. De essentiële gedachte is dat het transport van water en sediment naar (met vloed) en van (met eb) slikken gelimiteerd wordt door de lokale komberging, terwijl het transport naar en van platen bepaald wordt door de stroming over de platen. Daarvoor eerst een korte beschouwing van het water en sedimenttransport bij slikken en platen.

### 8.2 Geschematiseerd slik

Ter illustratie wordt eerst een geschematiseerd slik beschouwd dat aan drie zijden wordt begrensd door dijken, zoals de Biezelingsche Ham of de Kapellebank (situatie A in figuur 43). Aan de open zijde vindt de uitwisseling van water en sediment plaats met de aangrenzende geul. Bij vloed wordt het gebied gevuld met water, uit de Westerschelde. Het water dat het gebied in stroomt, neemt sediment mee naar het gebied. Bij eb stroomt al het water het gebied weer uit en het uitstromende water neemt sediment mee. Het volume water dat bij vloed in het gebied wordt geborgen, oftewel het kombergingsvolume ( $Q_v$ ), is een functie van het areaal ( $A$ ), de gemiddelde hoogte van het gebied ( $h_{lit}$ ) en het niveau van hoogwater ( $h_{HW}$ ). Dit is ook het volume water dat het gebied in- en uitstroomt. Dit is samen te vatten in de formule:

$$Q_v = Q_e = (A \times h), \text{ waarbij } h = h_{lit} - h_{HW} \quad [1]$$

### 8.3 Geschematiseerde plaat

De tweede illustratie (situatie B in figuur 43) is een geschematiseerde plaat, die bestaat uit een langgerekt litoraal gebied, dat aan de ene zijde wordt begrensd door de hoofdgeul en aan de andere zijde door de nevengeul. Bij vloed stroomt het water in eerste instantie de plaat op, als de waterstand lager is dan de hoogste delen van de geul. Daarna stroomt het water over de plaat van de vloedgeul naar de ebgeul. Bij eb gebeurt het omgekeerde, het water stroomt dan van de ebgeul naar de vloedgeul, totdat de waterstand zo laag is dat het water alleen van de plaat af stroomt. Het volume water dat bij vloed over de plaat stroomt, is afhankelijk van het kombergingsvolume van de plaat ( $A \times h$ ) én van de stroming van de vloedgeul naar de ebgeul over de plaat ( $Q_{vg-eg}$ ). Het volume water dat bij eb over de plaat stroomt, is afhankelijk van het kombergingsvolume van de plaat ( $A \times h$ ) en van de stroming van de ebgeul naar de vloedgeul ( $Q_{eg-vg}$ ). Dit is samen te vatten in de formules voor het vloeddebiet:

$$Q_v = (A \times h) + Q_{vg-eg} \quad [2a]$$

En het ebdebiet:

$$Q_e = (A \times h) + Q_{eg-vg} \quad [2b]$$

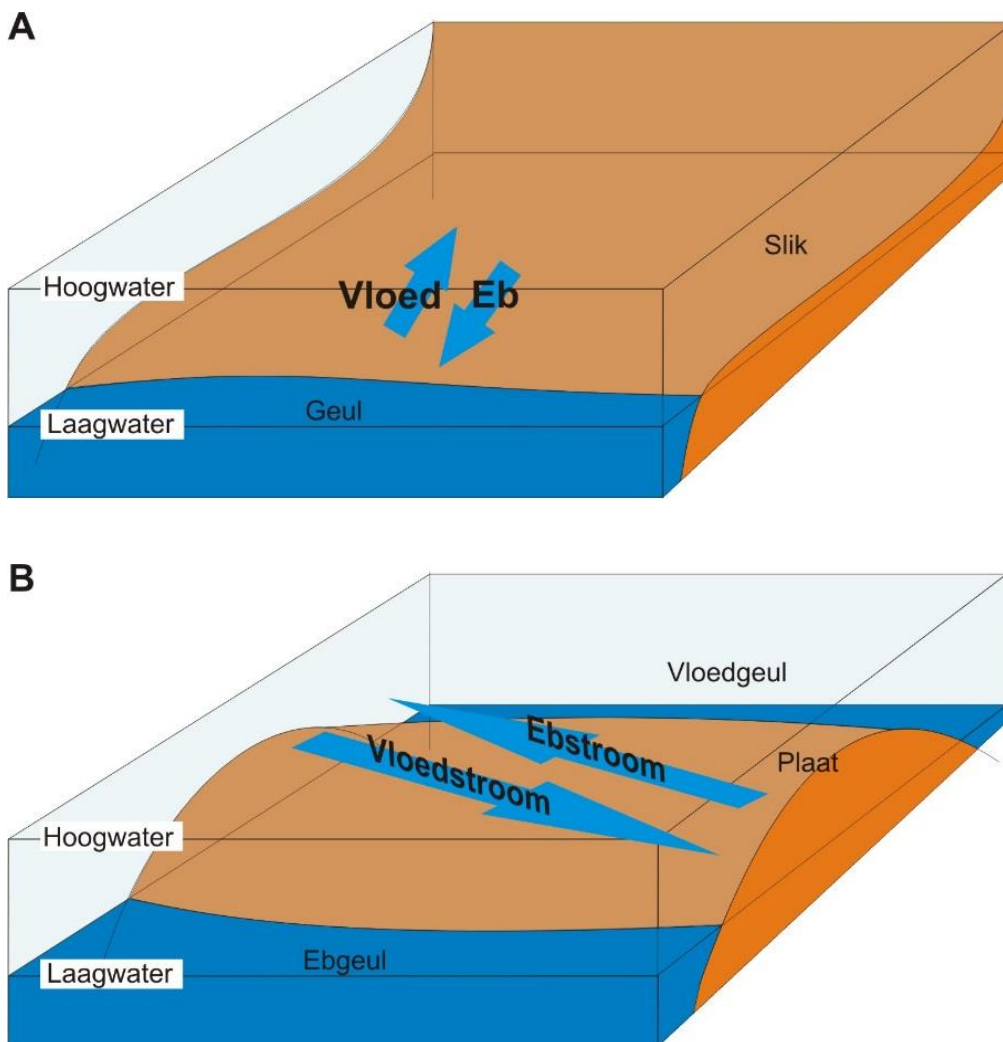
Het sedimenttransport bij vloed en bij eb is een functie van de debieten daarmee ook een functie van kombergingsvolume en van de stroming over de plaat bij vloed en bij eb.

## 8.4 Verschil tussen slik en plaat

Het verschil tussen slikken en platen dat uit het hierboven beschreven denkmodel volgt, is dat bij de stroming over de platen bij vloed en eb ( $Q_{vg-eg}$  en  $Q_{eg-vg}$ ) zijn voorbehouden aan de platen. De stroming naar en uit het gebied die bepaald wordt door de lokale komberging (de  $A \times h$  component) treedt bij platen en slikken. Deze component heeft dezelfde omvang bij vloed en eb en het resulterende netto sedimenttransport (het verschil tussen de sedimentaanvoer bij vloed en de -afvoer bij eb) van deze component wordt daardoor beperkt.

Voor de stromingscomponent ( $Q_{vg-eg}$  en  $Q_{eg-vg}$ ) over de platen geldt niet dat deze gelijk zijn bij eb en vloed. Het is denkbaar dat, afhankelijk van de aanstroming van de plaat, de stroming bij vloed, dan wel bij eb zelfs nul is. Dit betekent dat het netto transport naar de platen beduidend groter kan zijn bij platen dan bij slikken. Daar komt nog bij dat het totale debiet groter is bij platen, omdat het twee componenten omvat.

Het water- en sedimenttransport naar en van de platen is daarom in verhouding altijd groter dan naar de slikken. In potentie is dit een verklaring voor het verschil in response tussen platen en slikken



Figuur 43 Twee schematische weergaven: A. Het aan- en afstromen van een slik; B. de stroming over een plaatcomplex.

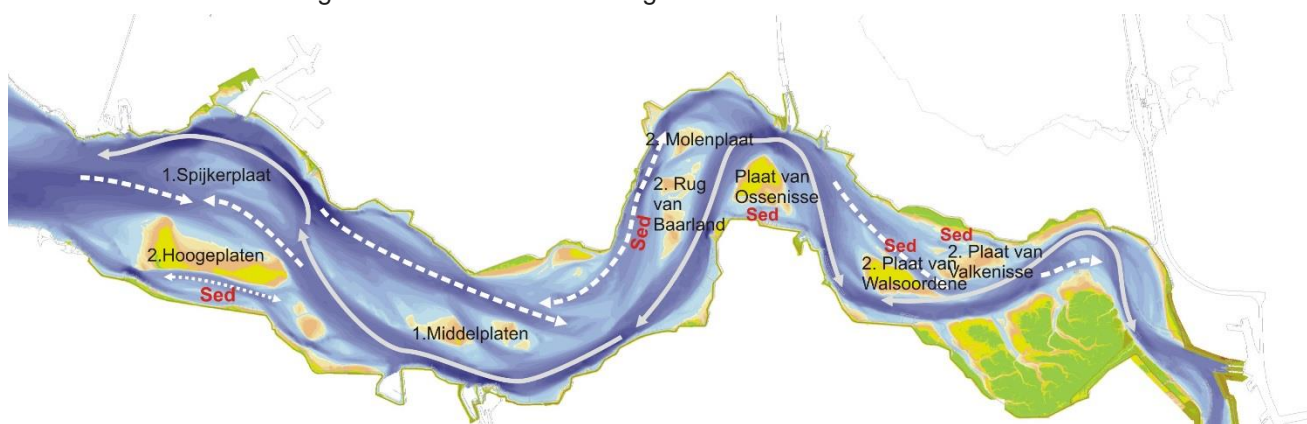


## 8.5 Verschillen in ontwikkelingen van plaatcomplexen

Dit denkmodel kan ook worden gebruikt om het begrip te vergroten van de verschillende in de response tussen de plaatcomplexen. Op hoofdlijnen zijn er namelijk twee verschillende situaties te onderscheiden in de plaatcomplexen (figuur 44):

1. Plaatcomplexen tussen een grote hoofdgeul en een grote nevengeul: Middelplaat en Spijkerplaat.
2. Plaatcomplexen tussen een grote hoofdgeul en een nevengeul die in belang afneemt: Hooge plaat, Rug van Baarland- Molenplaat, Plaat van Walsoorden en Plaat van Valkenisse.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de Plaat van Ossenissee een wat bijzonder positie inneemt, omdat deze weliswaar aan de zuidzijde door een nevengeul van beperkte omvang wordt begrensd, maar dat deze aan alle andere zijden wordt begrensd door dezelfde hoofdgeul.



Figuur 44 Setting van de plaatcomplexen tussen hoofdgeulen (grijze doorgetrokken lijnen) en nevengeulen (gestreepte witte pijlen). De geulen die in omvang afnemen zijn gemarkeerd met 'Sed'.

Voor de plaatcomplexen in de eerste categorie geldt dat deze geen ontwikkeling naar hogere droogvalpercentages of een absolute toename van de hoogte hebben laten zien in de afgelopen 60 jaar. Dit is in sterk contrast met de plaatcomplexen in categorie 2 (en de Plaat van Ossenissee) die een sterke toename in de hoogte hebben laten zien. Waarschijnlijk is bij de plaatcomplexen in de tweede categorie, waar de nevengeul in belang afneemt, de balans tussen de stroming naar en van de plaat veranderd. Deze verandering heeft blijkbaar geresulteerd in een toename van de netto aanvoer van sediment naar deze plaatcomplexen. Bij de plaatcomplexen in categorie 1 is sprake van een balans tussen de aan- en de afvoer van sediment.

## 8.6 Nuanceringen

Bij dit denkmodel voor de platen en slikken in de Westerschelde zijn allerhande nuanceringen te plaatsen. Zo geldt bijvoorbeeld voor delen van slikken geldt dat er ook stroming vanuit de geul over plaatsvindt. In die gevallen is de aan- en afvoer van water en sediment niet alleen gekoppeld aan de komberging ter plaatse. Dit treedt bijvoorbeeld op bij de slikken die aan de hoofdgeul liggen in de oostzijde van de Westerschelde. Ook geldt dat de wijze waarop de stroming bij eb en vloed van en naar een plaat of slik verloopt, afhankelijk is van allerlei factoren zoals de aanwezigheid van eb- en vloedscharen. De omvang van het sedimenttransport is mede van dergelijke factoren afhankelijk.

Voor specifieke gebieden zijn verklaringen gegeven die de lokale ontwikkelingen van de slikken en platen verklaren. Zo speelt de golfwerking vanaf de Vlakte van de Raan waarschijnlijk een belangrijke rol bij de opbouw van de westzijde van Hooge platen (De Bol). De verdere verlaging van bepaalde slikken (Bath, Baalhoek) is beperkt,

doordat erosiebestendige lagen (veen, geconsolideerde klei) aan of dichtbij het oppervlakte zijn komen te liggen.

Het denkmodel heeft voornamelijk betrekking op de ontwikkeling van de hoogte van platen en slikken. De ontwikkeling van de arealen wordt mede bepaald door de ruimte die voor uitbreiding wordt geboden door de aanwezigheid en het verplaatsen van de aangrenzende geulen. Over het algemeen is de ruimte die door de geulen wordt geboden groter bij platen dan bij slikken.

Dit denkmodel vormt een nuttige aanvulling op de bestaande denkmodellen voor de morfologische ontwikkelingen van platen en geulen, omdat het een verbinding legt tussen de ontwikkeling van het meergeulenstelsel en de platen en de slikken. In combinatie met de ecologische waardering (in termen van vogelaantallen) van de platen en de slikken geeft dit nieuwe ideeën over de waardering van het meergeulenstelsel. Hierover meer in de volgende paragraaf.

## 9 DISCUSSIE ECOLOGISCHE WAARDERING VAN MORFOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

De waarnemingen van Bouwmeester (2014) en eerdere waarnemingen en analyses van hoogwatervluchtplaatsen langs de Westerschelde (Deltares e.a., 2014) laten een duidelijk verdeling van de kleine steltlopers over de Westerschelde zien. Deze ontbreken vrijwel volledig in de gebieden met een beperkte range aan droogvalduren. In absolute aantallen vogels is de Hoogeplaat het belangrijkste foerageergebied in de studie van Bouwmeester (2014). De waarschijnlijk reden hiervoor is de combinatie van een groot areaal met laagdynamisch gebied in de volledige range aan droogvalduren.

Morfologisch gezien zijn de Hooge platen een buitenbeentje, door de grote omvang en door de ligging tussen de nevengeul en de relict nevengeul ten zuiden ervan (het Vaarwater langs Hoofdplaat in mesocel 2). De geul ten zuiden van de Hoogeplaat vertoont een zeer continue trend van sedimentatie (LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis, 2013b). In het denkmodel dat in het voorgaande hoofdstuk is gepresenteerd, wordt een verband gelegd tussen de setting van de Hoogeplaat en de sedimentatie op de plaat. Die sedimentatie is verantwoordelijk voor de huidige vorm, inclusief de droogvalrange en voor het laagdynamische karakter van een belangrijk deel van de plaat. De degeneratie van het Vaarwater langs Hoofdplaat is in dat denkmodel de reden voor de huidige vorm van de Hoogeplaat.

De Hoogeplaat heeft een grote ecologische waarde vanwege de functie voor foeragerende steltlopers. Deze grote ecologische waarde is mogelijk het gevolg van de ligging bij een geul waarvan de omvang continue afneemt. De afname van mesocel 2 wordt niet gezien als een degeneratie van het meergeulenstelsel, omdat hiervoor in de plaats het meergeulenstelsel ten noorden van de Hoogeplaat is gekomen (met hoofdgeul Honte en nevengeul Schaar van de Spijkerplaat). Desalniettemin is de ontwikkeling van de Hoogeplaat en de afname van mesocel 2 wel te beschouwen als een voorbeeld of prototype voor andere plaat-geul ontwikkelingen. Uit dit voorbeeld is af te leiden dat een degeneratie van het meergeulenstelsel kan leiden tot ecologisch aantrekkelijke ontwikkelingen in het litoraal.

De ontwikkeling die hier tegenover kan worden gesteld is die van de Middelpaten. Deze platen hebben een beperkte range aan droogvalduren. Een duidelijke morfologische ontwikkeling van de hoogte van het Middelpaatcomplex is er niet. In termen van de steltloper aantallen hoort het Middelpaatcomplex niet bij de belangrijke gebieden in termen van dichtheden en aantallen.

Bovenstaande impliceert dat het behoud van het meergeulenstelsel (en dus geen degeneratie van nevengeulen) niet noodzakelijkerwijs leidt tot ontwikkelingen in het litoraal die ecologisch gezien waardevol zijn. Mogelijk is sprake van een tegenstrijdigheid in de beleidsdoelen die zijn gericht op het behoud van het meergeulenstelsel en de ecologische doelstelling in het kader van Natura 2000.

De hierboven vastgestelde potentiële discrepantie tussen de morfologische en ecologische doelstellingen heeft betrekking op de aantallen (kleine) steltlopers. Op basis van de waarnemingen van Bouwmeester (2014) worden rekenregels opgesteld, zodat op basis van het areaal laagdynamisch en de droogvalrange het potentiële voorkomen van steltlopers kan worden vastgesteld. Deze rekenregels kunnen dan weer worden gebruikt om de ecologische consequenties van morfologische veranderingen te bepalen. Op deze wijze kan een inschatting worden gemaakt van de ecologische consequenties van wijzigingen in het morfologische beheer, door de uitkomsten van numerieke modelsimulaties hiervoor te benutten.

Maar, de aanwezigheid van (kleine) steltlopers op het litoraal is niet de enige factor die van belang voor de ecologische kwaliteit van de Westerschelde. Er is net zo goed behoefte aan eenvoudige regels voor bijvoorbeeld de aanwezigheid van benthos (op

basis van de abiotische condities in de bodem en in het water), sterns (op basis van broedbiotoop en foerageergebied met voldoende helder water en vis), (jonge) vis (op basis van de aanwezigheid van ondiep water), de aanwezigheid en de ontwikkeling van vegetatie (op basis van hoogte en overspoelingsfrequentie, stroming en ouderdom/successie) en de primaire productie. Als dergelijke rekenregels beschikbaar zijn kan een samenhangende analyse plaatsvinden van de ecologische consequenties van morfologische ontwikkelingen.

## 10 CONCLUSIES

In het voorliggende rapport zijn de droogvalduurkaarten en ecotopenkaarten van de Westerschelde geanalyseerd in het licht van de waarnemingen van Bouwmeester (2014) aan aantallen foeragerende vogels op platen en slikken in de Westerschelde. Hiermee levert dit rapport input voor de evaluatiemethodiek van het Schelde estuarium (Maris e.a., 2014) en voor het beantwoorden van kennisvragen van de Agenda van de Toekomst.

### **Droogvalranges van het litoraal**

Analyse van de droogvalranges van drie plaatcomplexen bevestigt dat de ontwikkelingen per complex verschillen. De ontwikkelingen bij de Hooge platen lijken zich te lenen voor extrapolatie, ook al zijn de onderliggende fysische mechanismen nog niet geheel begrepen. De afname van het plaatareaal bij de Middelpalaten is de enige ontwikkeling die zich leent voor extrapolatie, de veranderingen in de droogvalranges zijn zeer variabel. Bij de Plaat van Valkenisse en de Plaat van Walsoorden heeft de toename van de hoge droogvalpercentages plaatsgevonden in de periode met veel stortingen in de nevengeul. Tegenwoordig is de verdeling over de verschillende droogvalklassen relatief stabiel.

Van de andere gebieden zijn getallen voor de droogvalranges beschikbaar, maar niet opgenomen in dit rapport. Een gedetailleerde beschrijving, zoals die is uitgevoerd voor de drie gebieden is tijdrovend en de toegankelijkheid van de informatie is beperkt. Het lijkt wel zinvol om een dergelijke analyse uit te voeren als er specifieke ontwikkelingen plaatsvinden of vragen zijn over bepaalde gebieden.

### **Droogvalranges in de laagdynamische litoraal**

De analyse van de droogvalranges heeft plaats gevonden aan twee plaatcomplexen: de Hooge platen en de Rug van Baarland. Om het verband te kunnen leggen met de waarnemingen van Bouwmeester (2014) bleek een nadere detaillering in deelgebieden nodig. Per deelgebied verschillende de mate van ontwikkelingen in de droogvalrange van vrijwel niet voor het centrale deel van de Hoogeplaten, tot veel voor de zuidzijde van de Rug van Baarland. Voor het toekennen van ecologische consequenties van de droogvalranges in de tijd zijn aanvullende waarnemingen aan vogelaantallen nodig.

De lengte van de zone met lage droogvalpercentages grenzend aan laagdynamisch areaal is beschouwd als indicator. Het vaststellen van de lengte blijkt lastig en de uitkomst zeer variabel. Deze lengte is geen blijkbare parameter voor het vaststellen van (variaties in) de ecologische kwaliteit.

### **Morfologische veranderingen op de platen en slikken**

Om de morfologische ontwikkelingen van de platen en slikken in de Westerschelde betere te kunnen duiden en te voorspellen is een nieuw conceptueel model opgesteld voor de aan- en afvoer van sediment naar het litoraal. Met dit model zijn waargenomen verschillen in de ontwikkeling van platen en slikken beter te begrijpen. De onderlinge verschillen tussen plaatcomplexen worden gerelateerd aan de setting tussen hoofd- en nevengeul en de ontwikkeling van de geul. In termen van de waardering van de morfologische en ecologische ontwikkelingen blijkt sprake te zijn van een potentiële tegenstelling tussen het behoud van het meergeulenstelsel en foerageergebied voor steltlopers. Rekenregels voor andere biotische factoren in de Westerschelde zijn nodig voor een samenhangende afweging van morfologische en ecologische ontwikkelingen.



## 11 REFERENTIES

- Alkyon (2006) Plaatmorfologie Westerschelde; Veranderingen in de plaatmorfologie van de Westerschelde en de gevolgen voor het steltloperhabitat. Alkyonrapport A1774R1r2.
- Alkyon, (2006) Plaatmorfologie Westerschelde; Veranderingen in de plaatmorfologie van de Westerschelde en de gevolgen voor het steltloperhabitat. Alkyonrapport A1774R1r2.
- Bouma, H., D.J. de Jong, F. Twisk & F. Wolfstein (2005) K. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024.
- Bouwmeester, R. (2014) Het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers in de Westerschelde; De relatie tussen bodemdynamica en het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers. Delta Milieu.
- Cleveringa, J, J. Vroom & M. Taal (2014) Morfologische consequenties stortingen Everingen. Arcadis Memo.
- Cleveringa, J. (2007). MER verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Achtergrond-document morfologische ontwikkeling Westerschelde. Fenomenologisch onderzoek naar de ontwikkelingen op mesoschaal.
- Cleveringa, J. (2007). Milieueffectrapport verruimingvaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Achtergronddocument Morfologische ontwikkeling Westerschelde.
- Cleveringa, J. (2014a). T2009-Rapport Schelde estuarium - addendum Leefomgeving bij T2009-RAPPORT SCHELDE-ESTUARIUM, consortium ARCADIS, IMDC, NIOZ, Universiteit van Antwerpen (UA) en IMARES. Rapport Arcadis 077667527.
- Cleveringa, J. (2014b). Ecotopen in de Westerschelde; LTV Veiligheid en toegankelijkheid. Arcadis rapport C003041.002666.
- Deltares, Imares & SOVON, 2014. Draagkracht voor Vogels. Notitie.
- De Jong, D.J. (2015) Projectgroep Evaluatie en Rapportage; Voorstel tbv T2015, onderdeel Leefomgeving, toetsparameter "kwaliteit litoraal voor steltlopers". Notitie.
- Depreiter D., Cleveringa J., Laan van der T., Maris T., Ysebaert T. en Wijnhoven S. (2013) T2009 rapportage Schelde estuarium. IMDC, Arcadis, Universiteit Antwerpen, Imares en NIOZ.
- Dijkstra, J.T. & H. Holzhauer (2015) Nauwkeurigheid en precisie Ecotopenkaarten Westerschelde. Rapport Deltares 1209394-000-ZKS-0026.
- Huijs, S. (1995) Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdgebied in de Westerschelde 1935-1989. Rapport Universiteit Utrecht.
- LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis (2013a) Ontwikkeling mesoschaal Westerschelde (factsheets). LTV V&T-rapport K-16.
- LTV V&T Consortium Deltares-IMDC-Svašek-Arcadis (2013b) Samenhang ontwikkelingen tijd- en ruimteschalen. LTV V&T-rapport K-17.
- LTV2030, (2000). Langetermijnvisie Schelde-estuarium. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zeeland en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur, administratie Waterwegen en Zeewezen, 29 november 2000.
- Maris, T. A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, M. De Jonge, S. Van Damme, A. Nolte, K. Kuijper, M. Taal, C. Jeuken, J. Kromkamp en B. van Wesenbeeck, G. Van Ryckegem, E. Van den Bergh, S. Wijnhoven en P. Meire (2014) Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium; Update 2014. Rapport Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO.



- Nauw, J. K. Philippart, M. Duran-Matuteand & T. Gerkema (2015) Estimates of exposure times in the WaddenSea using contrasting methods Poster from the Walter-website.
- Rappoldt, K. (2014) Exposure times in the Dutch WaddenSea using triangulation on tidal gauge data. Walter-website.
- Schrijver, M., A. H. Daane en J. de Klerk (2012). Het berekenen van de droogvalduur. Een toelichting op de methodiek voor het berekenen van de droogvalduur van de Wester- en Oosterschelde. Middelburg, Rijkswaterstaat Zeeland, Meetadviesdienst.
- Sinke, O. (2011) Morfologische ontwikkelingen omgeving slikken Bath 1955-2010. Rapport Deltares 1204402-000-ZKS-0012.
- Vroon, J. C. Storm, & J. Coosen (1997) Westerschelde, stram of struis? : eindrapport van het Project Oostwest, een studie naar de beïnvloeding van fysische en verwante biologische patronen in een estuarium . Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ) Rapport RIKZ-97.023
- Winterwerp, J.C., Wang, Z.B., Stive, M.J.F., Arends, A., Jeuken, C., Kuijper, C. and Thoolen, P.M.C. (2001). A new morphological schematization of the Western Scheldt Estuary. The Netherlands. In Proceedings of 2nd IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Sept. 2001, Obihiro, Japan, pp. 525-533.