

# MONITORING TNUL SITUATIE ECOLOGIE STUDIEGEBIED ZOUTWINNING WADDENZEE

Data-analyse

Frisia Zout BV

## Contactpersoon



**LOUISE LYSEN**

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Hand aan de kraan	5
1.1.1	Tijdreeksanalyse	5
1.1.2	Beslisschema	5
1.2	Leeswijzer	5
<b>2</b>	<b>METHODE</b>	<b>6</b>
2.1	Arima	7
2.1.1	Uitleg ARIMA	7
2.1.2	Voorwaarde ARIMA	7
2.1.3	Bepalen beste model	8
2.2	Spearman	8
2.3	Forecasting	8
<b>3</b>	<b>DATA</b>	<b>10</b>
3.1	Benthos	10
3.1.1	Inleiding	10
3.1.1.1	Beschrijving meetcampagnes/methodiek	10
3.1.1.2	Data behandeling	11
3.1.2	Data	11
3.1.2.1	Kokkels	12
3.1.2.2	Mosselen	13
3.1.2.3	Nonnetjes	15
3.1.3	Analyse	16
3.1.3.1	Kokkels	16
3.1.3.2	Mosselen	20
3.1.3.3	Nonnetjes	24
3.1.4	Forecast	28
3.1.4.1	Kokkels	28
3.1.4.2	Mosselen	29
3.1.4.3	Nonnetjes	31
3.2	HVP	35
3.2.1	Inleiding	35

3.2.1.1	Beschrijving meetcampagne	35
3.2.1.2	Data behandeling	35
3.2.2	Data	36
3.2.3	Analyse	38
3.2.3.1	Bonte strandloper – septembertelling	38
3.2.3.2	Kanoet – septembertelling	39
3.2.3.3	Scholekster – septembertelling	40
3.2.4	Forecast	41
3.2.4.1	Bonte strandloper – septembertelling	41
3.2.4.2	Kanoet – septembertelling	43
3.2.4.3	Scholekster - septembertelling	45
<b>3.3</b>	<b>Bergeenden</b>	<b>46</b>
3.3.1	Inleiding	46
3.3.2	Data	47
3.3.3	Analyse	47
<b>4</b>	<b>CONCLUSIE EN BESLISSCHEMA</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>2017</b>	<b>50</b>
4.1.1	Benthos	51
4.1.2	HVP	54
4.1.2.1	Bonte Strandloper	54
4.1.2.2	Kanoet	55
4.1.2.3	Scholekster	56
<b>4.2</b>	<b>2018</b>	<b>57</b>
4.2.1	Benthos	57
4.2.2	HVP	60
<b>5</b>	<b>BIJLAGE</b>	<b>61</b>
5.1	Bijlage 1 – Spearman ranked	61
5.2	Bijlage 2 – Teldekking HVP-tellingen	62
<b>COLOFON</b>		<b>65</b>

## **1 INLEIDING**

### **1.1 Hand aan de kraan**

#### **1.1.1 Tijdreeksanalyse**

Om een goed inzicht te krijgen in het effect van zoutwinning en bodemdaling op de Waddenzee is het van belang om inzicht te krijgen in de huidige status van het systeem. Dit wordt gedaan door een analyse te maken van een tijdreeks. Deze tijdreeks laat patronen over de afgelopen jaren zien waarbij alleen de tijd een variabele is geweest. Door de karakteristieken van een tijdreeks te beschrijven wordt er inzicht gecreëerd in de manier waarop de data (en dus het achterliggende ecologische systeem) zich gedraagt. Hierdoor wordt het mogelijk om te voorspellen wat de data (en het ecosysteem) in de toekomst gaat doen. Met deze voorspellingen kan er dus vervolgens ook aangetoond worden dat een verstoring in het systeem een verandering in het patroon teweegbrengt. Deze veranderingen van de voorspelling wordt een trendbreuk genoemd.

De voorspellingen die gedaan worden door middel van een tijdreeksanalyse kunnen gebruikt worden om het 'hand aan de kraan' principe toe te passen. Het 'hand aan de kraan' principe is opgesteld om bij overschrijding van grenswaarde van de bodemdaling en bij twijfel over de aantasting van de natuurwaarde in belangrijke gebieden aantastende handelingen te kunnen minderen of stopzetten (Auditcommissie, 2016). Het principe is in eerste instantie opgesteld voor gaswinning in de Waddenzee en is ook goed toepasbaar bij bodemdaling door zoutwinning in de Waddenzee. Naast een monitoring van de bodemdaling en morfologie worden natuurwaarden gemonitord. Jaarlijks worden monitoringsgegevens geactualiseerd en geanalyseerd. Deze gegevens worden vergeleken met drempelwaarden die bepaald zijn uit de tijdreeks. Hierdoor kan bepaald worden of er signalen zijn dat bepaalde natuurwaarde afwijken van de natuurlijke variatie of natuurlijke trend (trendbreuk). Door de Waddenzee te vergelijken met referentiegebieden kan worden bepaald of de variatie een Waddenzee brede trend is of lokaal is ontstaan als gevolg van de zoutwinning.

#### **1.1.2 Beslisschema**

Om te bepalen of een verandering in trend een aantoonbaar gevolg is van de zoutwinning en bodemdaling is een beslisschema's gemaakt, dat stap voor stap aangeeft wat er moet gebeuren om te bepalen of er een effect optreedt. Vervolgstappen kunnen aangeven dat er geen effecten zijn, het kan echter ook zijn dat een vervolg stap is om nader onderzoek, monitoring of statistische analyses uit te voeren.

### **1.2 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt besproken welke methoden zijn gebruikt om tot een voorspelling van opvolgende jaren te komen. De meeste aandacht wordt besteed aan de ARIMA. Een zeer bruikbare, maar ingewikkelde statistische methode.

In hoofdstuk 3 worden de Benthos data die zijn verzameld door WMR en de hoogwatervluchtplaatstellingen van vogels gepresenteerd. De monitoring en database opbouw wordt besproken en de databewerkingen die zijn gedaan voordat de statistische toetsen konden worden toegepast worden beschreven. Daarna wordt de statistische toets weergegeven. Ten slotte wordt er een forecast gedaan die een voorspelling doet voor de verwachte aantallen.

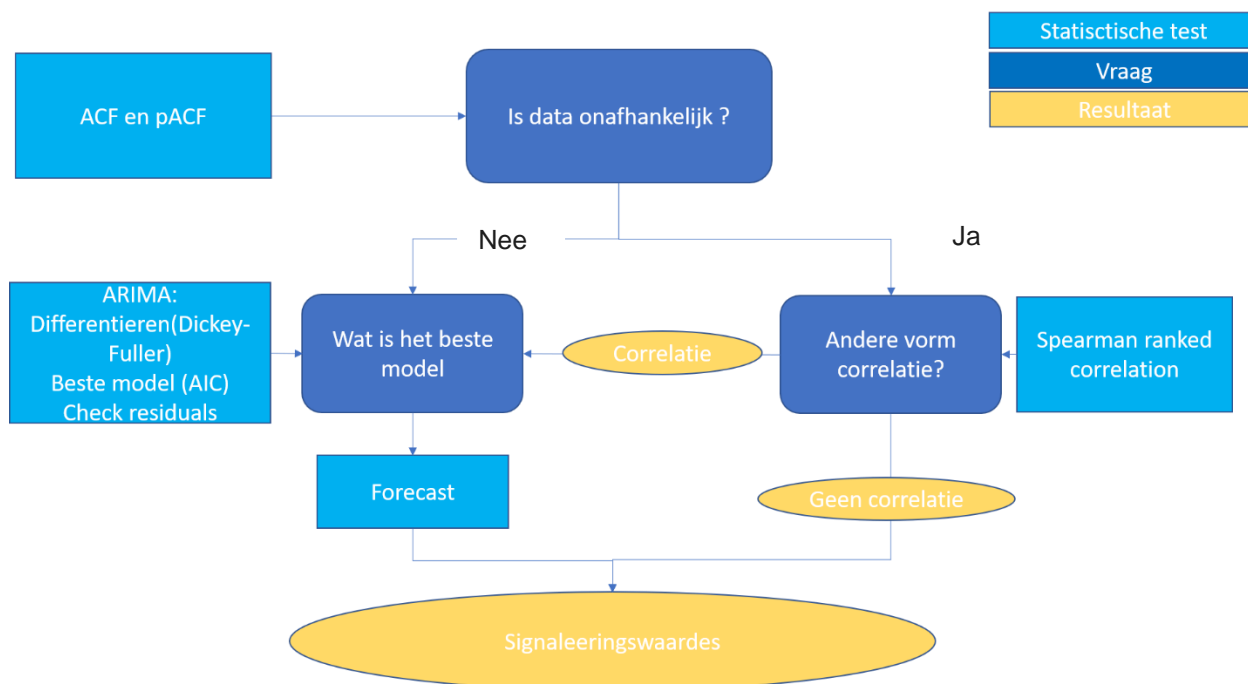
Het benthos deel (3.1) van dit hoofdstuk wordt telkens opgedeeld in Kokkels, mosselen en Nonnetjes. Per soort wordt in elk hoofdstuk de dichtheid en de biomassa los besproken.

Het onderdeel vogels (3.2) wordt telkens onderverdeeld in Bonte strandloper, Kanoet en Scholekster.

In hoofdstuk 4 worden de conclusies van de data-analyses besproken en wordt de data uit 2017 vergeleken met de forecast die zijn gemaakt.

## 2 METHODE

Om te komen tot de voorspellingswaarde wordt er gebruik gemaakt van verschillende statistische methodes. Alle data reeksen zijn volgens dezelfde methode (schema Figuur 1) beoordeeld. Volgens het beslisschema in Figuur 1 zijn er 3 verschillende manieren om bij de signaleringswaarde te komen. Bij data die niet onafhankelijk<sup>1</sup> is wordt gebruik gemaakt van een ARIMA. Bij data die wel onafhankelijk is wordt een Spearman correlatie toets gedaan. De Spearman test, test of er eventueel een andere vorm van correlatie aanwezig is. Bij aanwezigheid van een correlatie wordt alsnog een ARIMA uitgevoerd. Als er geen correlatie gevonden is dan kan de signaleringswaarde bepaald worden d.m.v. de gemiddelde en standaardafwijkingen.



Figuur 1. Bovenstaand schema geeft aan welk statistische pad er doorlopen moet worden om tot de juiste signaleringswaardes te komen.

<sup>1</sup> Onder onafhankelijk wordt verstaan dat er geen autocorrelatie is gevonden tussen opeenvolgende jaren.

## 2.1 Arima

Als er sprake is van Autocorrelatie in de dat wordt er gebruik gemaakt van een ARIMA. Het voordeel van een ARIMA ten opzichte van andere toetsen is dat deze geen normaalverdeling van de data vereist.

### 2.1.1 Uitleg ARIMA

Een ARIMA is een model dat data uit het verleden gebruikt om trends in de toekomst te voorspellen. Om het behapbaar te maken wordt er wel eens een vergelijking gemaakt tussen een ARIMA en het creëren van sugar cane juice een drankje dat erg populair is in Azië en Australië.

Sugar cane juice wordt bereid door suikerriet stengels door een wals te halen, het is echter erg taai materiaal waardoor het moeilijk is om daar in 1 keer al het sap uit te halen. Het proces van de suiker stengel walsen wordt daarom meerdere keren herhaald, tot er geen sap meer in het residue zit.

ARIMA werkt eigenlijk hetzelfde, data bevat vaak te veel informatie om er in 1 keer uit te halen, stappen volgen elkaar daarom op om tot residuen te komen waar geen informatie meer in zit. Een ARIMA bestaat uit 3 onderdelen, AR, I en MA, die vertegenwoordigd worden door  $p, d$  en  $q$ . Elk van deze drie helpt met het creëren van informatie loze residuen.

In stap 1 wordt de I ( $d$ ) bepaald. Hiermee wordt informatie over trends in de data uit de data gehaald. Dit wordt gedaan door de data te differentiëren, waardoor de trend elke keer verdwijnt. Net zo lang tot er data ontstaat die op elk tijdstip dezelfde gemiddeld waarde heeft. De hoeveelheid keren dat differentiëren nodig is geeft de waarde van  $d$ . We spreken dan van stationaire data (Figuur 2).

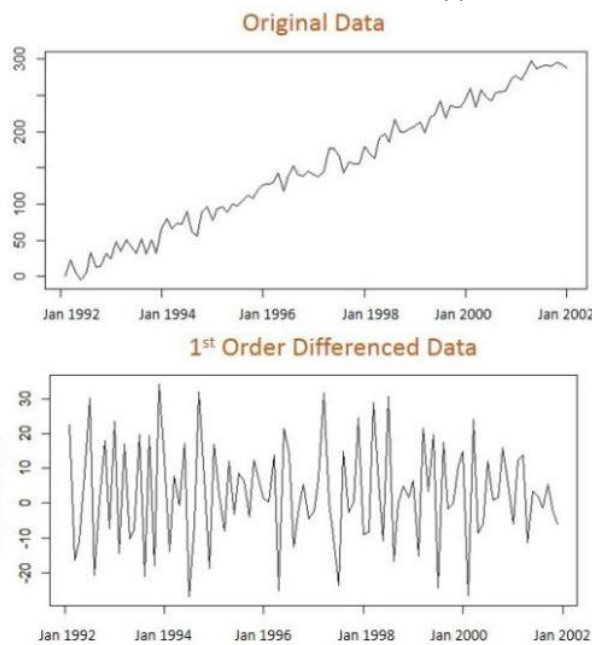
In stap 2 wordt er gekeken naar het AR deel van het model. Hier proberen we de auto-regressie uit de data te halen. Dit is het deel van de data dat wordt beïnvloed door voorgaande jaren. Bijvoorbeeld de invloed van de hoeveelheid mosselen in jaar 1 op de hoeveelheid in jaar 2. Dit wordt gedaan door de data een tijd-lag te geven tot er geen relatie meer te vinden is, de hoeveelheid lags geeft de waarde voor  $p$ .

In de 3<sup>e</sup> en laatste stap wordt naar het MA deel van het model gekeken. Deze kijken naar fouttermen in de data, met name de invloed van vorige periodes op de huidige periode. Ook deze relaties kunnen we verwijderen, dit doen we met de term  $q$ .

Als alle drie deze stappen zijn doorlopen zou de data die over blijft er uit moeten zien als white noise, vergelijkbaar met ruis op een oude tv. Data waar in geen enkele informatie of sap meer uit te persen is. De gevonden termen  $p, d$  en  $q$  geven het beste model om te voorspellen wat er in de toekomst gaat gebeuren.

### 2.1.2 Voorwaarde ARIMA

- Regelmatige frequentie
- Geen missende data
- Er is sprake van autocorrelatie (blijkt uit ACF of pACF) of;
- Er is sprake van correlatie (blijkt uit spearman)



Figuur 2. In de bovenste figuur wordt de originele data weergegeven. In de onderste figuur wordt de gefierentieerde data weergegeven. Door te differentieren is de stijgend trend uit de data gehaald.

### 2.1.3 Bepalen beste model

Zoals uitgelegd in 2.1.1 wordt er door middel van 3 termen het beste model bepaald. Dit kan op verschillende manieren. Er zijn enkele automatische toetsen die de beste ARIMA zouden moeten geven. Echter deze zijn niet altijd betrouwbaar. Er is daarom voor gekozen om een combinatie te gebruiken van handmatig bepalen van de termen  $d$ ,  $p$  en  $q$  en het gebruik van automatische toetsen.

Voor deze analyse is een gecombineerde aanpak gebruikt. Een automatische test is gerund met een beperkt aantal mogelijke waardes voor  $p$ ,  $d$  en  $q$ . Daarnaast is het model ook altijd vergeleken met de handmatige bepaling van  $p$ ,  $d$  en  $q$ . Het best passende model wordt gekozen op basis van de laagste AIC-score.

De  $d$  is de differentiatiegraad. Deze wordt handmatig bepaald door het gebruik van een Augmented Dickey-Fuller test. Deze geeft aan of een datareeks stationair is. Zo niet dan kan er gedifferentieerd worden tot de data wel stationair is. Het aantal keren dat er gedifferentieerd dient te worden is  $d$ .

- Soms kan de data door de automatische toetsen verkeerd geïnterpreteerd worden wat onterecht een erg hoge  $d$  score geeft. Er is daarom gekozen om een maximale  $d$  van 3 te hanteren.

De gedifferentieerde data kan vervolgens gebruikt worden om de autocorrelatie functie en de partiele autocorrelatie functie te bepalen. Deze geven een indicatie voor de AR en/of MA ( $p, q$ ) componenten van de ARIMA. Volgens de regels;

- Als de partiele autocorrelation function (pACF) van de gedifferentieerde tijdreeks een harde cut-off heeft en/of de lag-1 autocorrelatie is positief is (de tijdreeks ziet er ondergedifferentieerd uit) dan moet er een of meerdere AR ( $p$ ) termen aan het model worden toegevoegd. De lag waarna de Cut-off plaats vindt geeft het aantal termen aan.
- Als de autocorrelation function (ACF) van de gedifferentieerde tijdreeks een harde cutoff heeft en/of de lag-1 is negatief (de tijdreeks ziet er overgedifferentieerd uit) dan moet er 1 of meerdere MA ( $q$ ) termen aan het model worden toegevoegd. De lag waarna de Cut-off plaats vindt geeft het aantal termen aan.
- AR en MA termen kunnen elkaar uitdoven, het is daarom belangrijk om bij een mixed model altijd te proberen of het model ook goed past met minder AR of minder MA termen. Let op, het gebruik van meerdere AR en MA termen in een model is zelden nodig.

Na het vinden van het beste model is het belangrijk om een controle uit te voeren op de residuen. Deze zouden na het runnen van het model geen patroon meer mogen weergeven.

## 2.2 Spearman

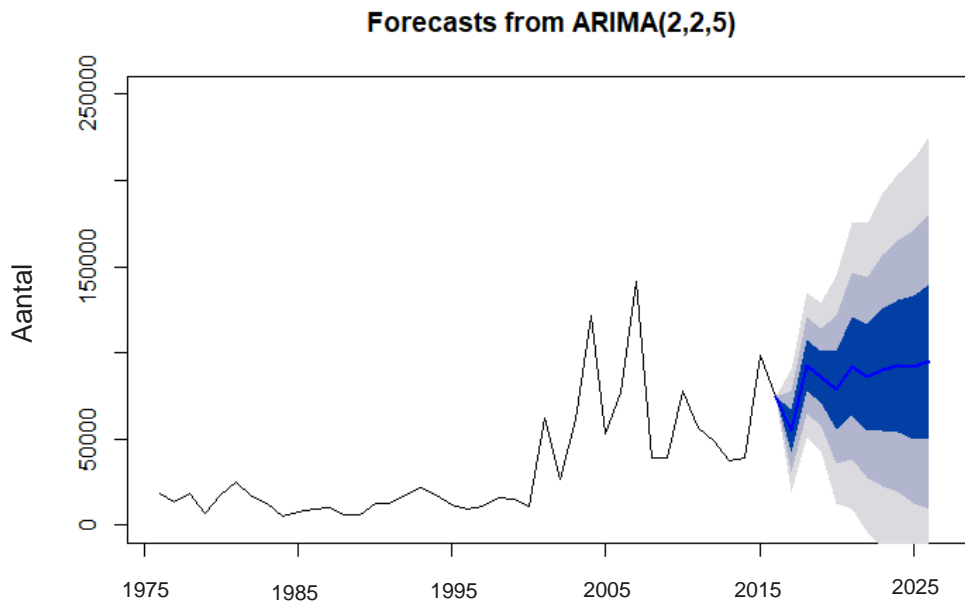
Als er geen sprake is van autocorrelatie in de tijdreeks dan wordt er getest of er andere correlaties te vinden zijn in de data. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een tweezijdige toets met een  $\alpha$  van 0.05. Dit levert voor WMR data met 27 waarnemingen (jaren) een cruciale waarde van 0.382. Als de  $r_s$  boven deze cruciale waarde valt is hij significant. Dit betekent dat er een correlatie is. Valt de  $r_s$  waarde onder de 0.382 dan is er geen sprake van significante correlatie. Andere  $r_s$  waardes zijn te vinden in Bijlage 1.

Wanneer er sprake is van een correlatie wordt er voor de tijdreeks alsnog een ARIMA toegepast, wanneer er geen sprake is van correlatie wordt er een gemiddelde met standaardafwijking gegeven.

## 2.3 Forecasting

Nadat het beste model is bepaald kan deze gebruikt worden om voorspellingen te doen. Deze forecast gebruikt de data van de afgelopen jaren om te voorspellen wat er in de komende jaren gaat gebeuren. Hieraan kun je een zekerheidsinterval meegeven (Figuur 3). Dit is de kans dat het gemeten aantal van het volgende jaar daadwerkelijk binnen die marge valt. Hoe groter het zekerheidspercentage, hoe groter ook marge. Er is in dit rapport gekozen voor een zekerheidsmarge van 80%. Dit geeft voldoende inzicht in de trend die er het volgende jaar verwacht wordt, maar laat ook ruimte voor onderzoek en trendbreuk.





*Figuur 3. Voorbeeld van forecasting met ARIMA. De blauwe lijn geeft de verwachte aantallen weer, het donkerblauwe, donkergrijze en lichtgrijze vlak is een zekerheidspercentages (50,80,90%) . Deze is in te stellen. Septembertelling Bonte strandloper (WG12)*

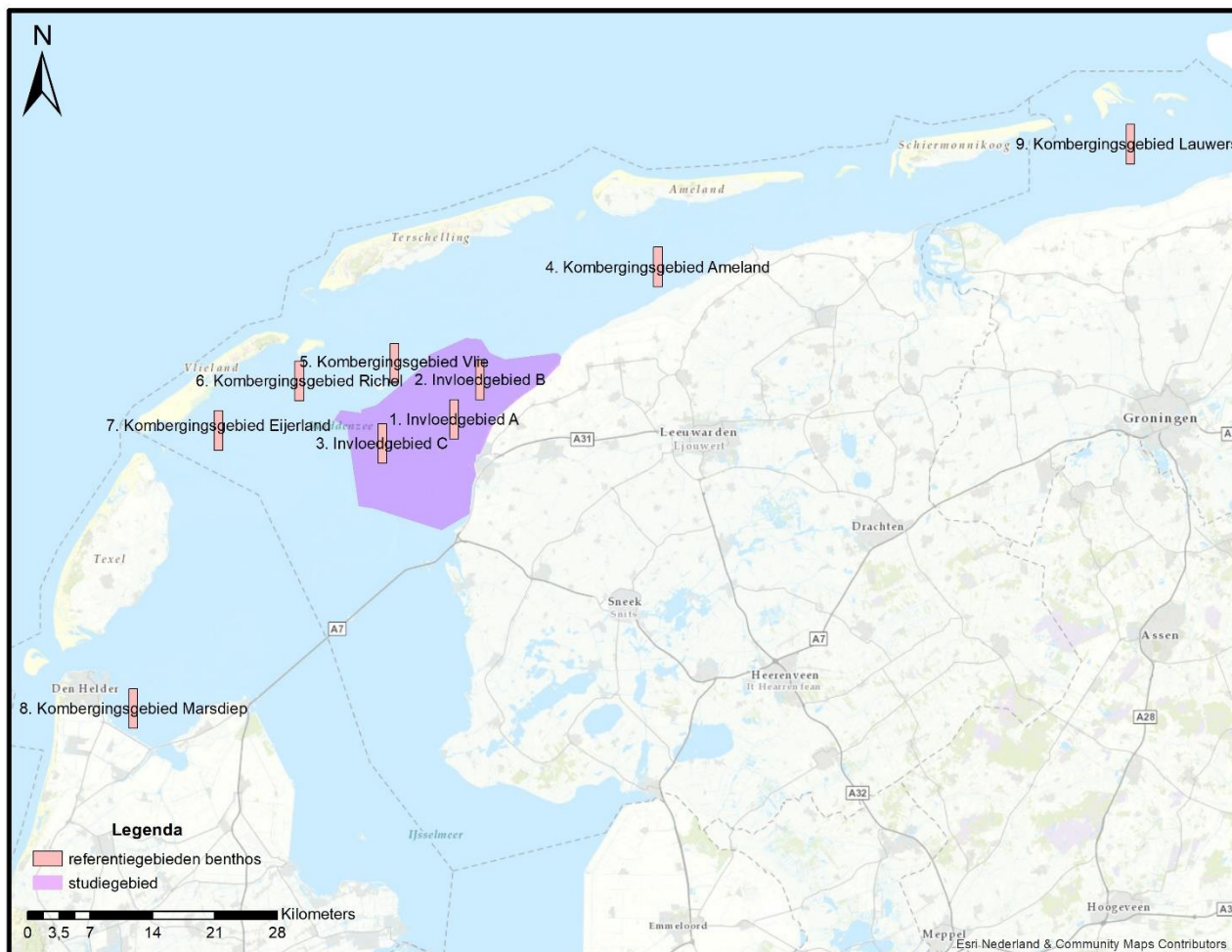
### 3 DATA

#### 3.1 Benthos

##### 3.1.1 Inleiding

###### 3.1.1.1 Beschrijving meetcampagnes/methodiek

Wageningen Marine Research monitort sinds 1990 de schelpdierbestanden in de Waddenzee. Hierbij wordt de dichtheid vastgesteld, en het natgewicht inclusief schelp bepaald. De survey richt zich primair op kokkels, maar ook andere schelpdieren worden in kaart gebracht (mossels en nonnetjes).



Figuur 4. De onderzoeks (invloeds) gebied en de referentiegebieden van benthos.

Daarnaast worden de contouren van mosselbanken sinds 1995 in kaart gebracht, en recentelijk ook oesterbanken. Daarbij wordt bepaald: leeftijd/grootte, dichtheid, bedekkingspercentage, hoogte en dikte slib en dichtheid en biomassa (natgewicht incl. schelp) voor mosselen en oesters in de banken, incl. leeftijdsopbouw (zaad, middelgroot, groot).

Bij de raaimetingen wordt gemonitord vanaf een vaartuig of te voet met een stempelkorf (0,4 m<sup>2</sup>; 7 cm diep), een kokkelschepje (0.1 m<sup>2</sup>; 7 cm diep) of een steekbuis (0.1 m<sup>2</sup>; 7 cm diep). De monsters worden gezeefd over een 5 mm zeef.

Mossel- en oesterbanken worden bij laag water te voet ingemeten met behulp van een GPS, waarna de contouren in GIS worden vastgelegd en arealen kunnen worden berekend. De bemonstering van de punten in de banken vinden plaats vanaf een vaartuig of te voet met stempelkor (0.4 m<sup>2</sup>; 10cm diep), hydraulische happer (1.06 m<sup>2</sup>), kokkelschepje (0.1 m<sup>2</sup>; 7cm diep) of steekbuis (0.1 m<sup>2</sup>; 10 cm diep), en gezeefd over een 5 mm zeef.

De monitoring vindt jaarlijks plaats in het voorjaar (april, mei, juni). Het werk valt onder de wettelijke onderzoekstaken op het gebied van visserij, in opdracht van het ministerie van EZ. Er is voorsnog geen einddatum.

### 3.1.1.2 Data behandeling

De database beschrijft alle soorten gevonden op meetlocaties en geeft aan waar er geen enkele soort is gevonden. Om ervoor te zorgen dat 0 metingen wel meegenomen worden in de data is ervoor gekozen om een lijst te maken met alle meetpunten uit verschillende jaren. Hieruit blijkt dat er erg veel verschillende meetstations zijn en deze lang niet allemaal elk jaar bemonsterd worden. Mogelijk zijn er door wisselingen van projectleider ook variaties gekomen in de namen van stations en het aantal dat is gemeten. Sommige stations zijn daarom meerdere jaren gemeten en andere niet. Er is daarom voor gekozen om de stations te bundelen per referentiegebied. Van de beschikbare stations is voor de kokkels, nonnetjes en mosselen de data waar niks gevonden is als een 0 toegevoegd.

## 3.1.2 Data

In onderstaande paragraaf staat de data na behandeling (toevoeging 0-en) weergegeven. Hieruit blijkt dat veel van de data niet erg bruikbaar is voor tijdreeks analyse. Ze bevatten bijvoorbeeld erg veel 0-en of er mist veel data. In sommige gevallen kon missende data opgelost worden door een kortere tijdreeks te nemen. Bijvoorbeeld in het geval van Kokkels in referentiegebied Vlieland, hier miste midden jaren 90 enkele jaren data, maar is voor de ARIMA gewerkt met data vanaf 1998 ipv 1990.

Voor andere datasets zoals Nonnetjes in referentiegebied Ameland is gekozen om i.p.v. elk jaar met data van om het jaar te rekenen, hiermee werk je om enkele missende jaren heen. Echter blijkt dat de ARIMA hierdoor niet goed uitpakt en dat het lastig is om het juiste model te bepalen.

Voor het invloedsgebied geldt dat alle data van drie referentie gebieden en de data in het invloedsgebied buiten de referentiegebieden samen is gevoegd. Op die manier werd de meest betrouwbare forecast voor het invloedsgebied behaald.

Andere datasets zijn in theorie wel te gebruiken voor een ARIMA, maar in de praktijk is de vraag of de data wel bruikbaar is. Bijvoorbeeld Kokkels en Mosselen in het referentiegebied Richel, waar jarenlang geen individuen zijn gevonden en slechts in een enkel jaar een uitschieter. Dit geeft aan dat het vinden van de organismen hier op toeval berust.

Al deze bevindingen hebben ertoe geleid dat sommige data niet bruikbaar of twijfelachtig is verklaard voor een ARIMA analyse. Deze zijn weergegeven in Tabel 1.

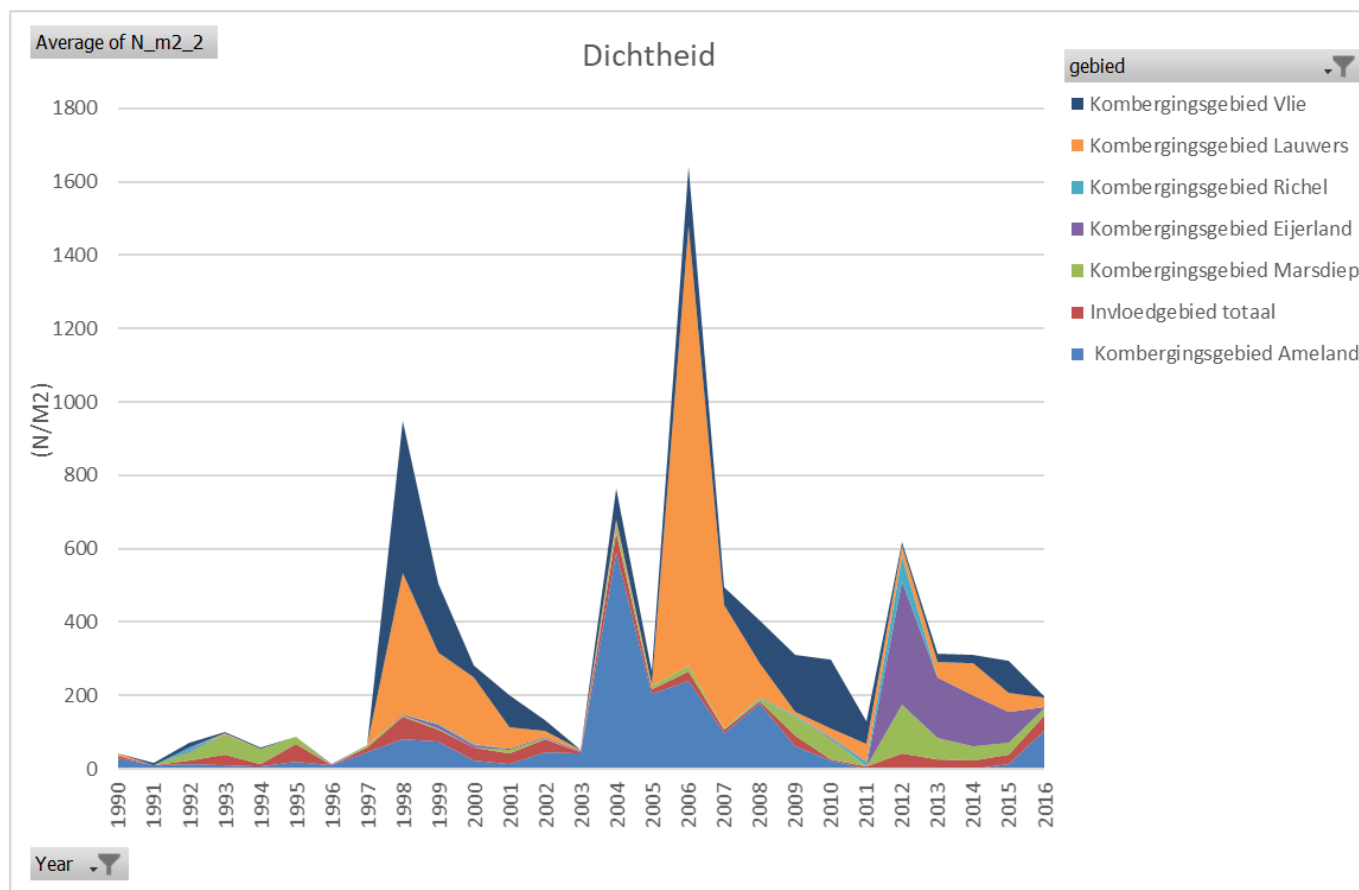
De dataset die het best te gebruiken lijkt om voorspellingen mee te doen is die van Nonnetjes. Deze geven veelal meer meetdata dan 0-en.

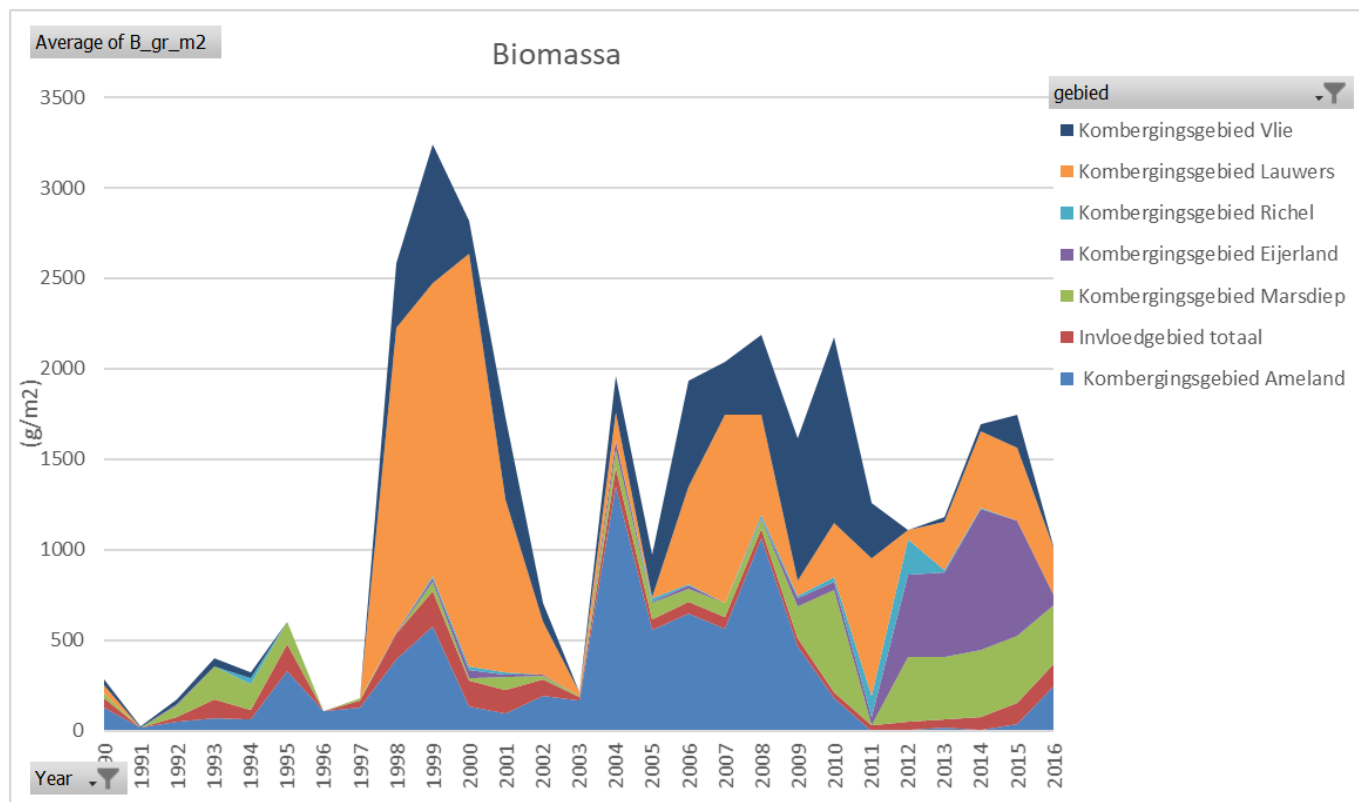
Tabel 1. Niet bruikbare Benthos data

Soort	Parameter	Regio	Reden
Kokkels	Dichtheid + Biomassa	Ameland, Richel, Eijerland, Marsdiep, Lauwers	SD in originele data is (vele malen) groter dan de gemiddelde waarde.
Kokkels	Dichtheid + Biomassa	Richel, Eijerland	Alleen data in 2012
Mosselen	Dichtheid + Biomassa	Invloed, Ameland, Richel, Marsdiep	SD in originele data is (vele malen) groter dan de gemiddelde waarde.
Mosselen	Dichtheid + Biomassa	Vlie, Eijerland	Alleen 0
Mosselen	Dichtheid + Biomassa	Richel	Piek in 2013, verder lage waarde geeft vertekend beeld in forecast (biomassa)

Mosselen	Dichtheid + Biomassa	Marsdiep	Alleen data in 2015
Mosselen	Dichtheid + Biomassa	Lauwers	Piek in 2004 geeft mogelijk vertekend beeld in forecast
Mosselen	Biomassa	Invloed en Ameland	ARIMA geeft onwerkelijk resultaat
Nonnetje	Dichtheid + Biomassa	Richel, Marsdiep	SD in originele data is (vele malen) groter dan de gemiddelde waarde.
Nonnetje	Biomassa	Eijerland	Sterke afname tot 0 in afgelopen jaren

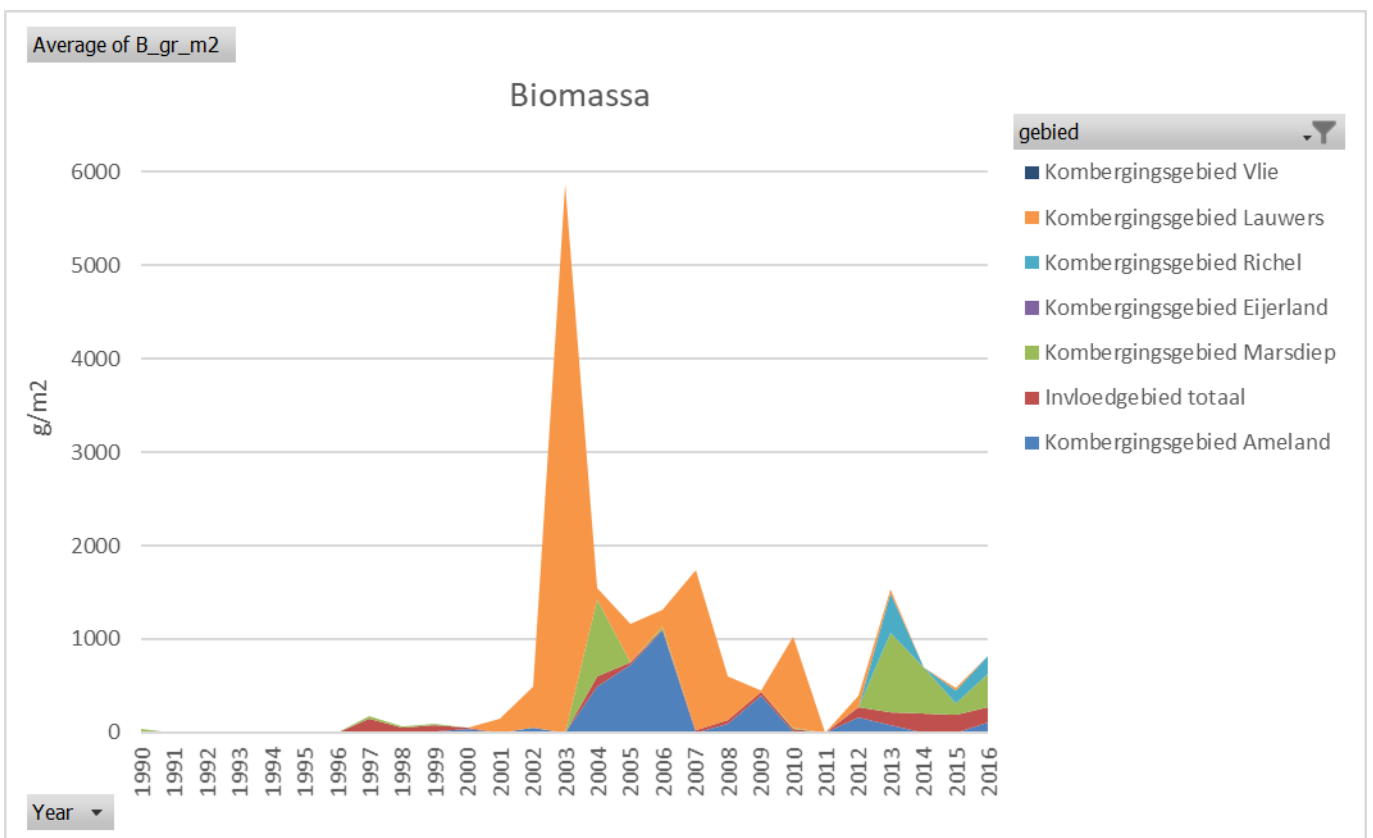
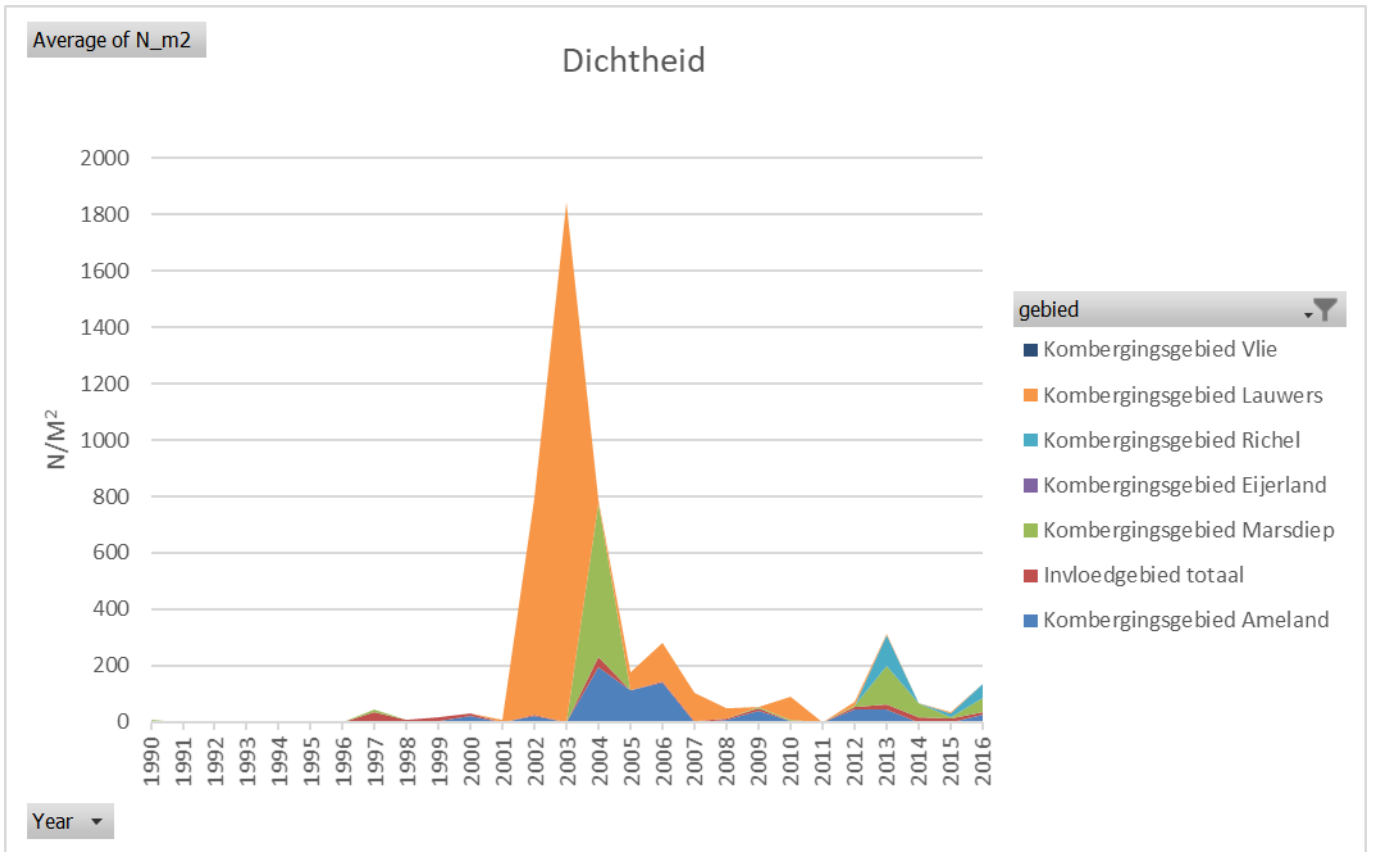
### 3.1.2.1 Kokkels





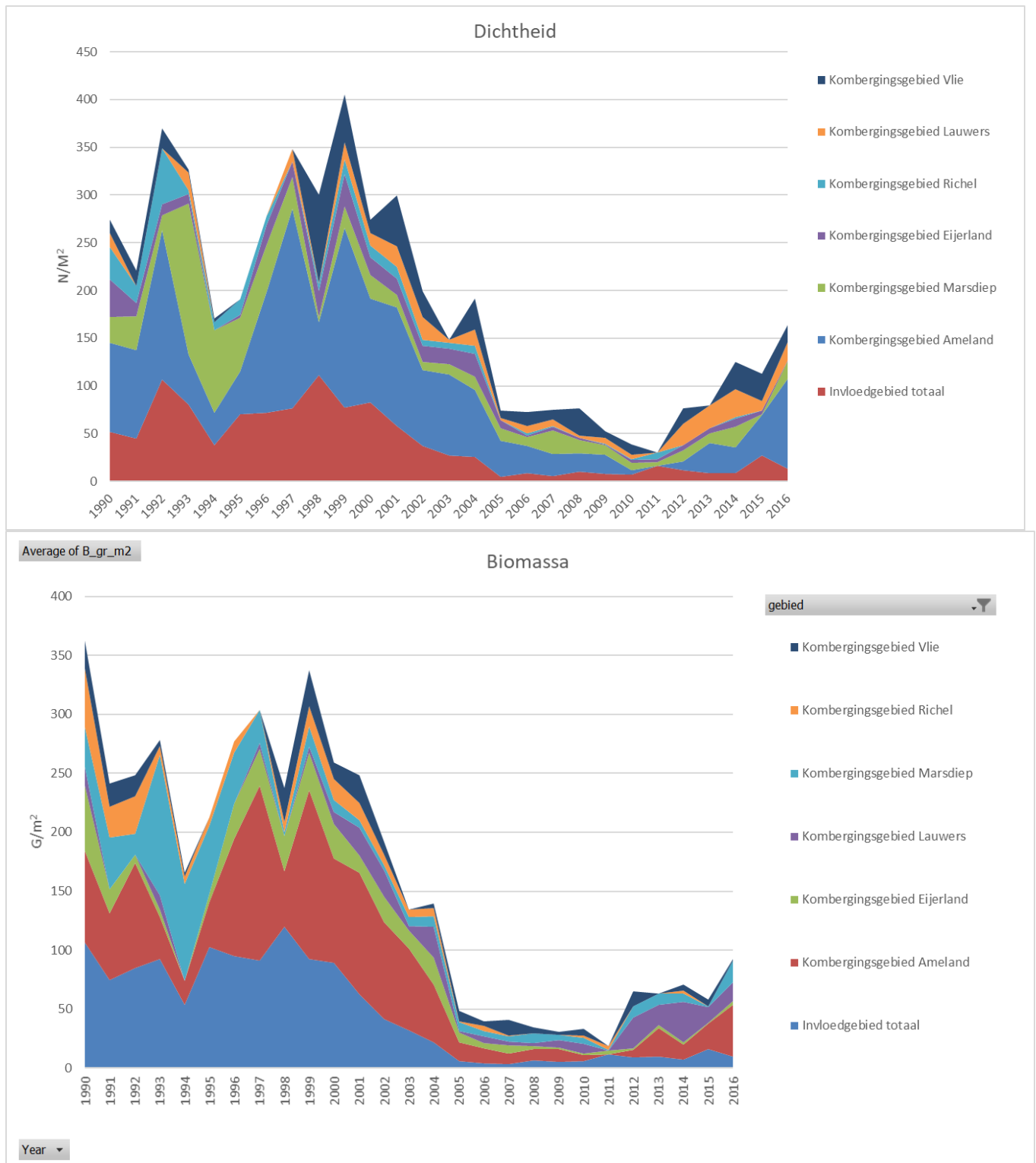
Figuur 5. Weergave van de dichtheid en biomassa van gevonden kokkels in de verschillende referentie gebieden en het invloedsgebied utigezet over 26 jaar.

### 3.1.2.2 Mosselen



Figuur 6. Weergave van de dichtheid en biomassa van gevonden Mosselen in de verschillende referentie gebieden en het invloedsgebied uitgezet over 26 jaar.

### 3.1.2.3 Nonnetjes



Figuur 7. Weergave van de dichtheid en biomassa van gevonden Nonnetjes in de verschillende referentie gebieden en het invloedsgebied utigezet over 26 jaar.

### 3.1.3 Analyse

In onderstaande tabellen (Tabel 2 t/m Tabel 7) staat aangegeven of de data onafhankelijk is (dus geen autocorrelatie) of er dan een andere correlatie te vinden was (via Spearman) en welke toets dan is gebruikt om tot een boven en onder grens te komen.

In Figuur 8 tot en met Figuur 13 staan de ACF en de pACF grafieken weergegeven.

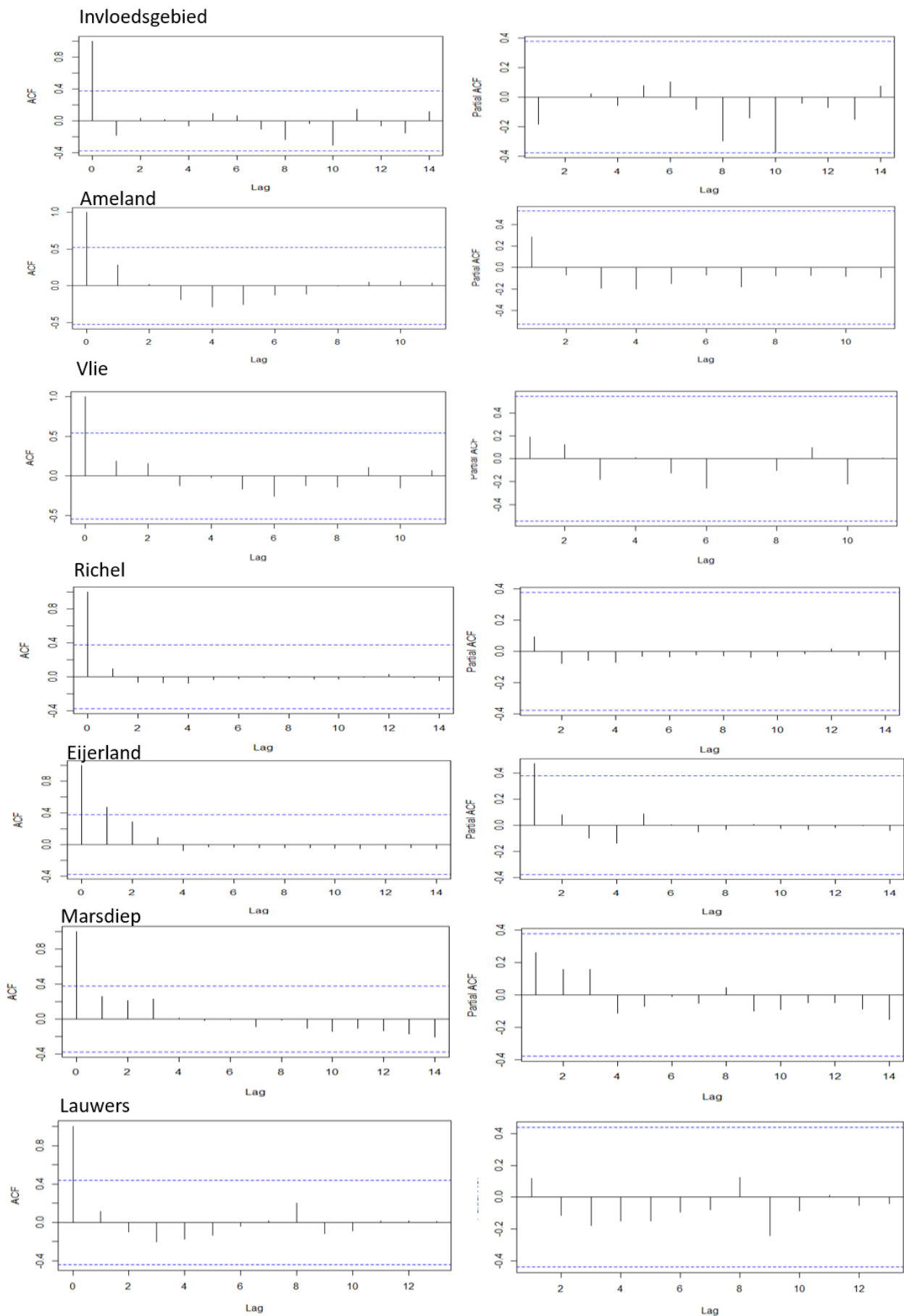
#### 3.1.3.1 Kokkels

Dichtheid

Tabel 2. Omschrijving statische pad tot signaleringswaarde

Kokkels Dichtheid	Onafhankelijk	Correlatie?	toets
<b>Invloedsgebied</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>4.Ameland</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>5.Vlie</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>6.Richel</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>7.Eijerland</b>	Nee		ARIMA
<b>8.Marsdiep</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>9. Lauwers</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD



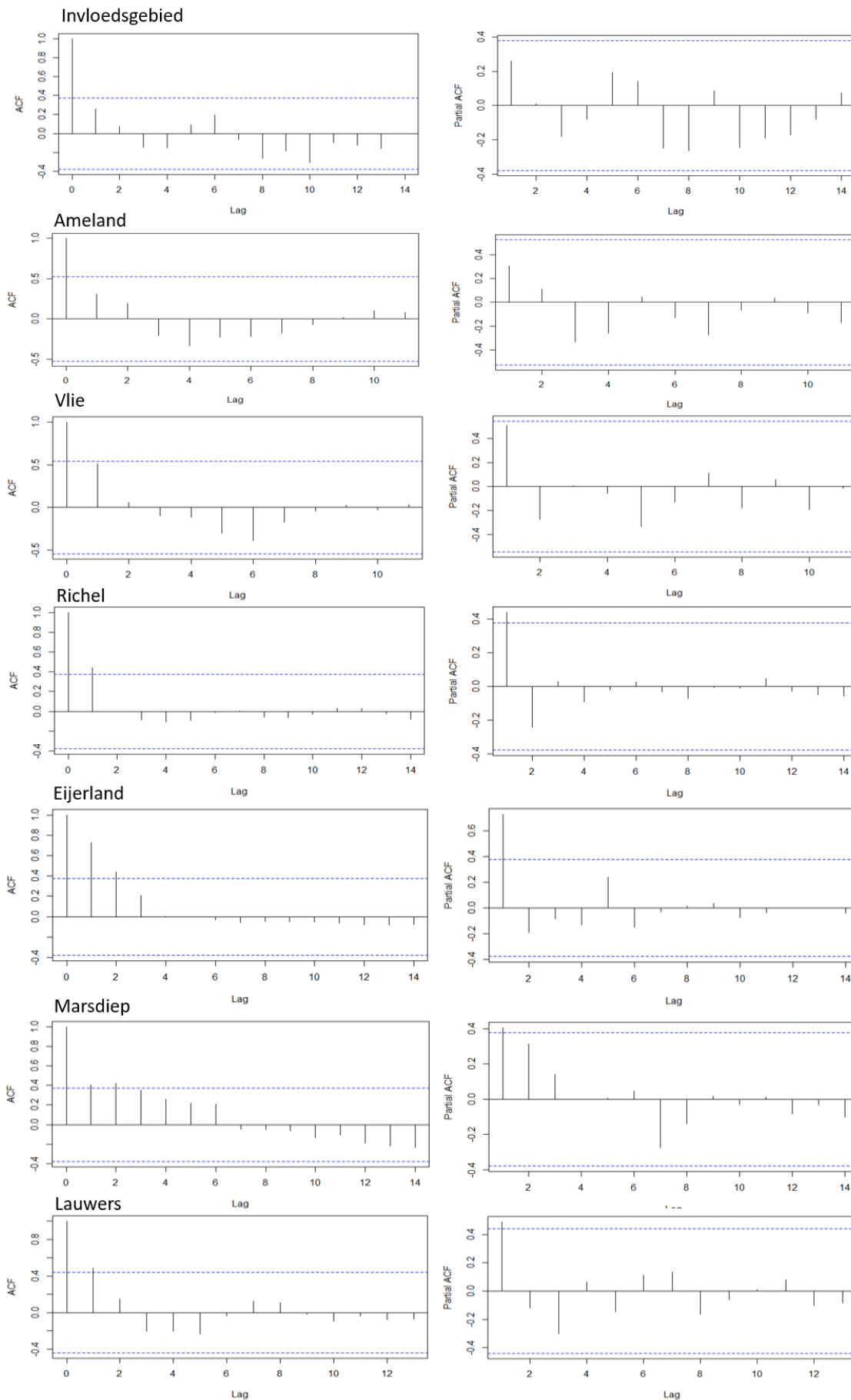


Figuur 8. ACF en pACF grafieken van Kokkels dichtheid voor het invloed- en de referentiegebieden.

Biomassa

Tabel 3. Omschrijving statische pad tot signaleeringswaarde

Kokkels Biomassa	Onafhankelijk	Correlatie?	toets
<b>Invloedsgebied</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>4.Ameland</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>5.Vlie</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD
<b>6.Richel</b>	Nee		ARIMA
<b>7.Eijerland</b>	Nee		ARIMA
<b>8.Marsdiep</b>	Nee		ARIMA
<b>9. Lauwers</b>	Nee		ARIMA



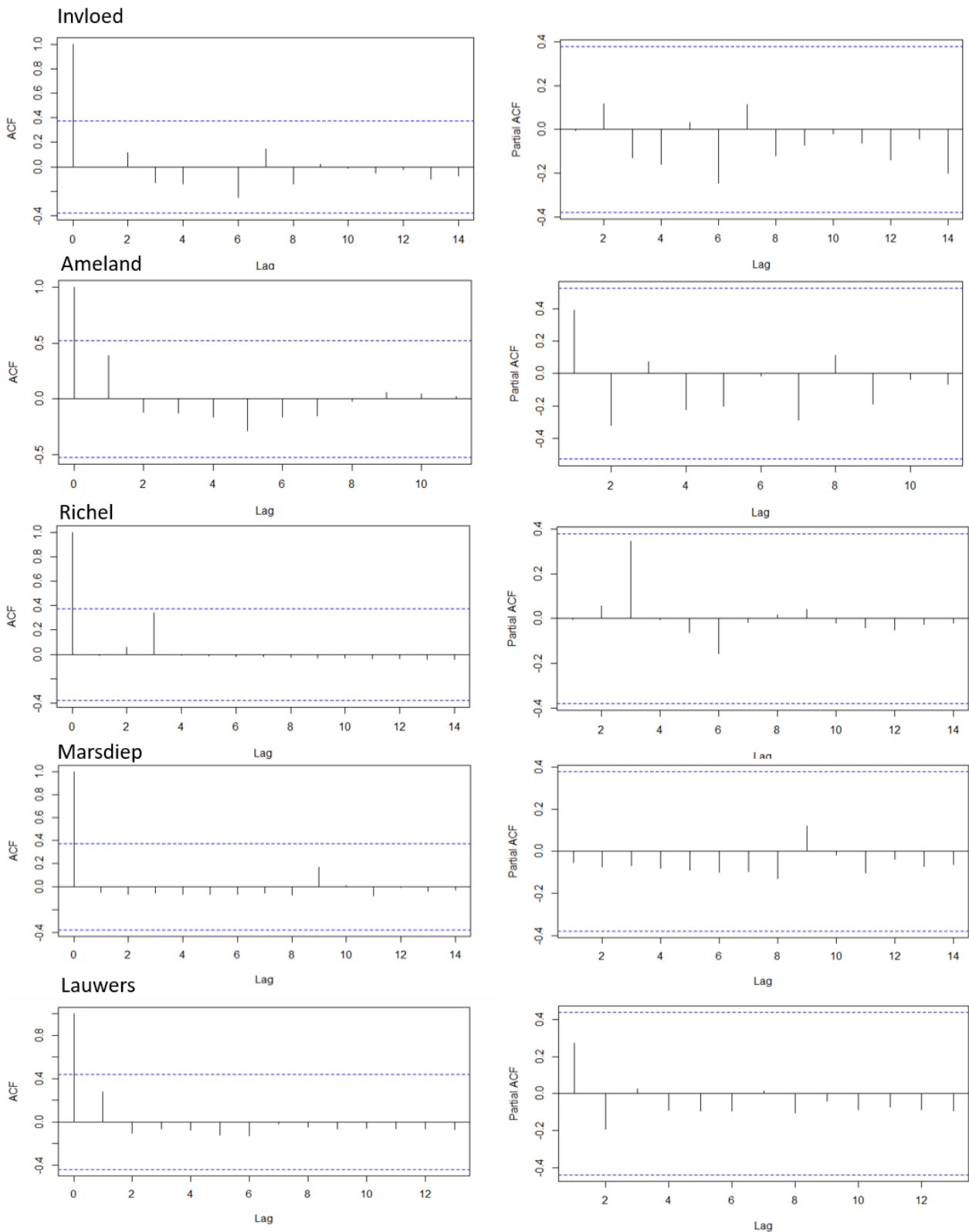
Figuur 9. ACF en pACF grafieken van Kokkels biomassa voor het invloed- en de referentiegebieden.

### 3.1.3.2 Mosselen

Dichtheid

Tabel 4. Omschrijving statische pad tot signaleeringswaarde

Mosselen Dichtheid	Onafhankelijk	Correlatie?	toets
<b>Invloedsgebied</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Ameland</b>	Nee	Nee	Gemiddelde +SD
<b>Richel</b>	Nee	Ja	ARIMA
<b>Marsdiep</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Lauwers</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD

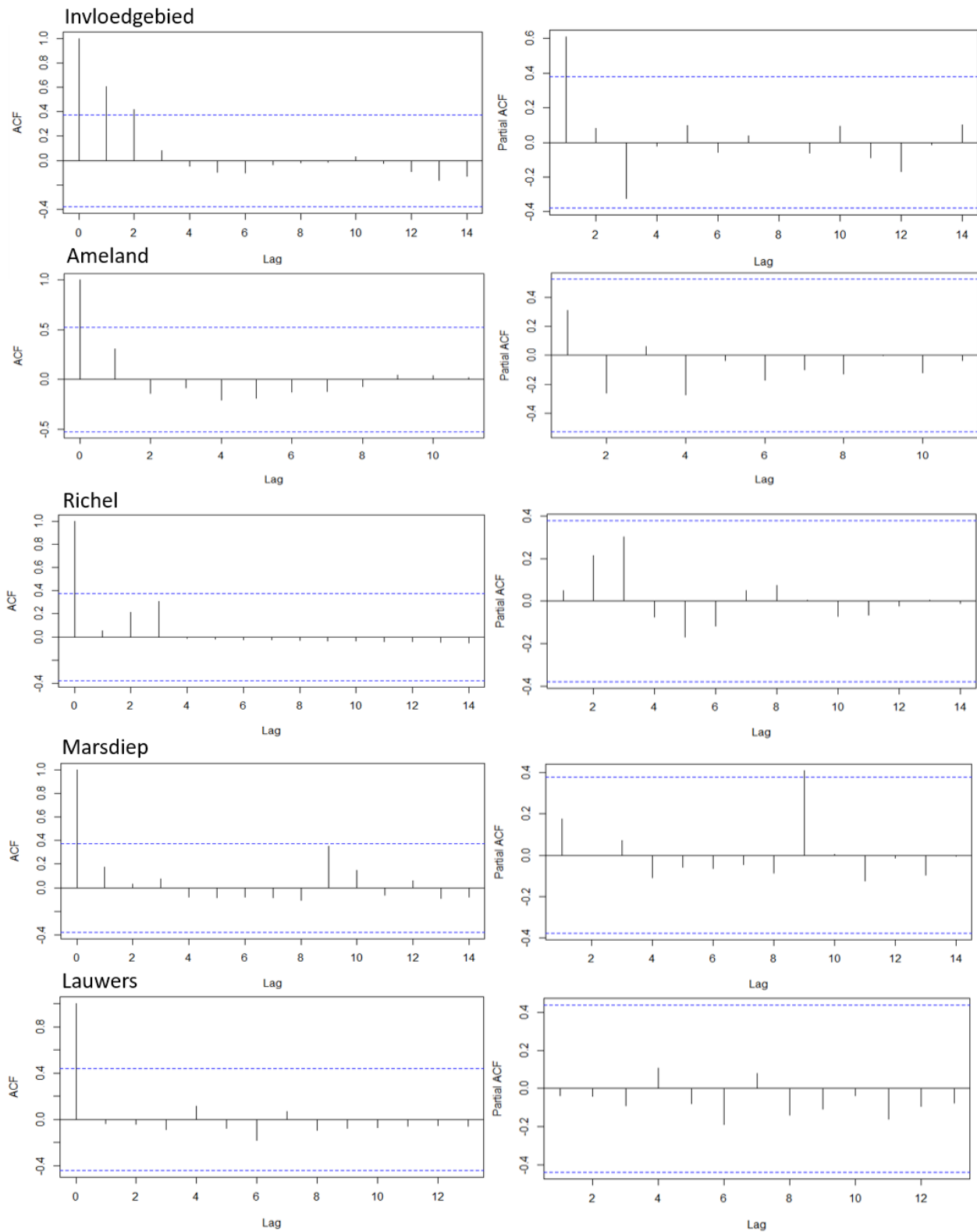


Figuur 10. ACF en pACF grafieken van mosselen dichtheid voor het invloed- en de referentiegebieden.

## Biomassa

Tabel 5. Omschrijving statische pad tot signaleeringswaarde

Mosselen Biomassa	Onafhankelijk	Correlatie?	toets
<b>Invloedsgebied</b>	Nee		ARIMA
<b>Ameland</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Richel</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Marsdiep</b>	Nee		ARIMA
<b>Lauwers</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD



Figuur 11. ACF en pACF grafieken van mosselen biomassa voor het invloed- en de referentiegebieden.

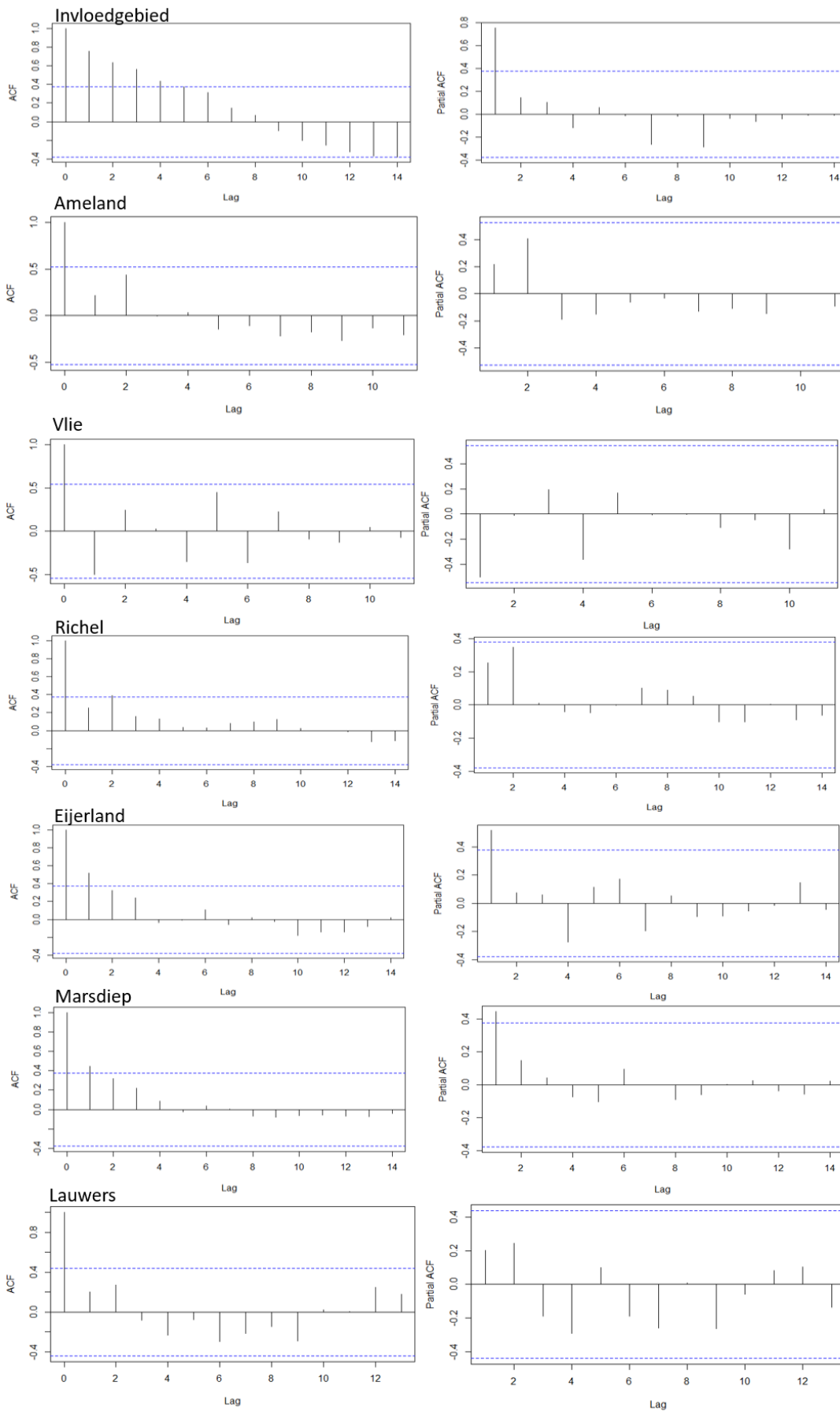
### 3.1.3.3 Nonnetjes

Dichtheid

Tabel 6. Omschrijving statische pad tot signaleeringswaarde

Nonnetjes Dichtheid			
Gebied	Onafhankelijk	Correlatie	Toets
<b>Invloed</b>	Nee		ARIMA
<b>Ameland</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Vlie</b>	Ja	Nee	Gemiddelde+SD
<b>Richel</b>	Nee	Ja (ook)	ARIMA
<b>Eijerland</b>	Nee		ARIMA
<b>Marsdiep</b>	Nee		ARIMA
<b>Lauwers</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD

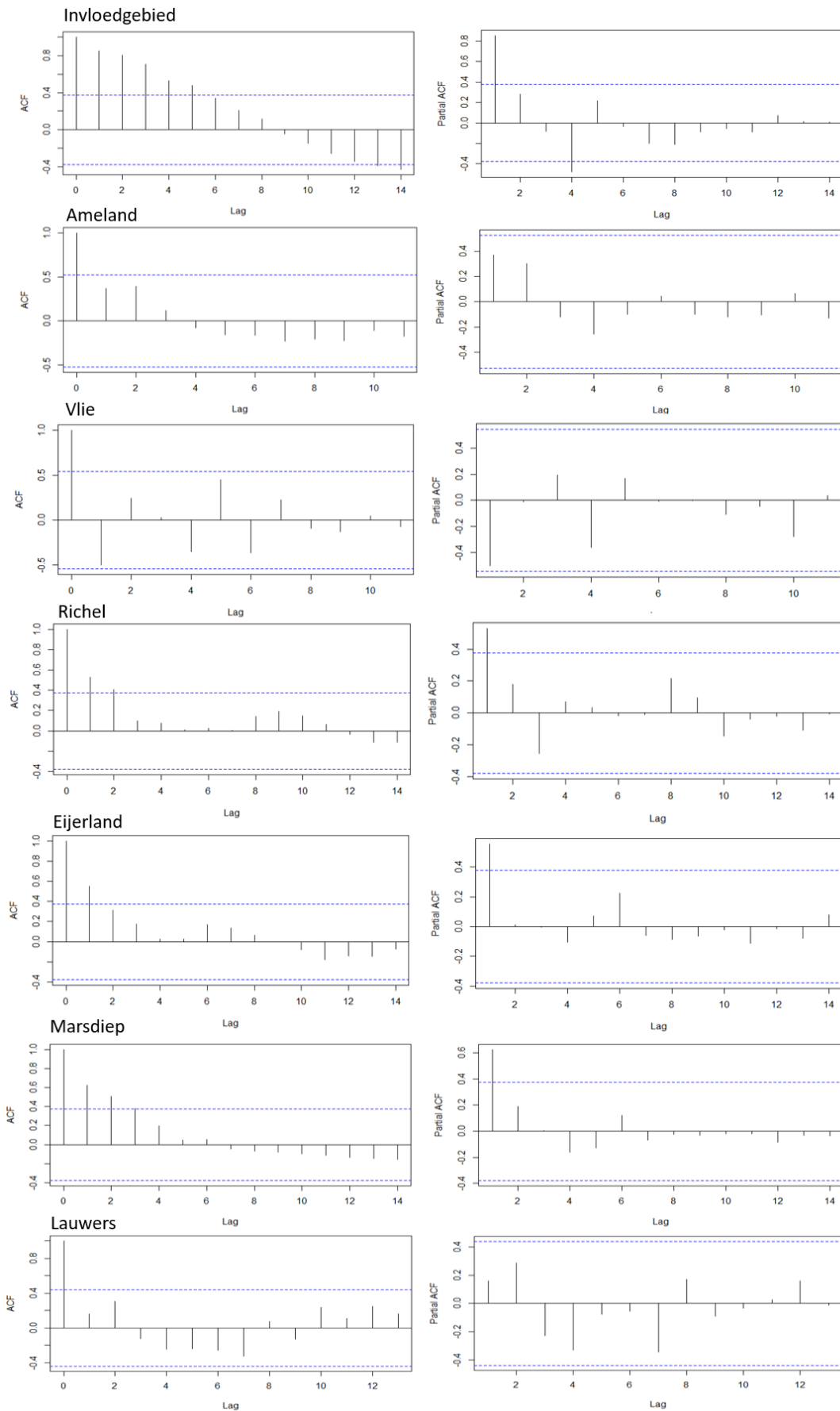




Figuur 12. ACF en pACF grafieken van nonnetjes dichtheid voor het invloed- en de referentiegebieden. Biomassa

Tabel 7. Omschrijving statische pad tot signaleeringswaarde

Nonnetjes Biomassa			
Gebied	Onafhankelijk	Correlatie	Toets
<b>Invloed</b>	Nee		ARIMA
<b>Ameland</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>Vlie</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>Richel</b>	Nee		ARIMA
<b>Eijerland</b>	Nee		ARIMA
<b>Marsdiep</b>	Nee		ARIMA
<b>Lauwers</b>	Ja	Nee	Gemiddelde +SD



Figuur 13. ACF en pACF grafieken van nonnetjes biomassa voor het invloed- en de referentiegebieden.

### 3.1.4 Forecast

In Tabel 8 t/m Tabel 10 staan de onder en bovengrenzen van de te verwachten trend (80% zekerheidsindex) voor het eerst volgende jaar. Vallen de gemeten waarde buiten deze waardes dan kan er sprake zijn van een trendbreuk.

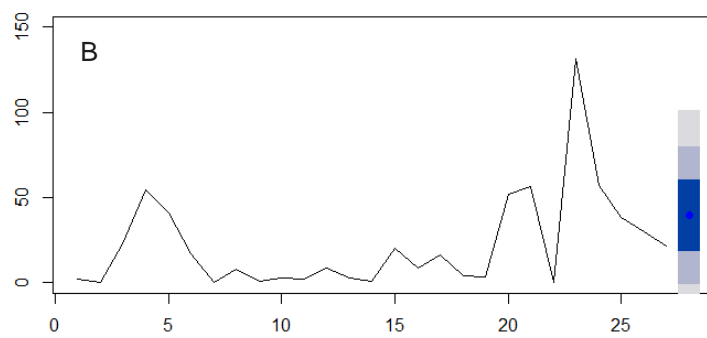
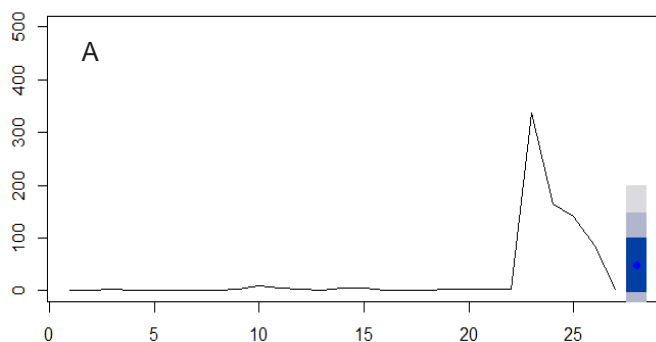
Figuur 14 tot en met Figuur 19 geven de forecast van de data die met een ARIMA is bepaald grafisch weer. Voor de data die door middel van gemiddelde en standaarddeviatie is berekend zijn geen forecast grafieken.

#### 3.1.4.1 Kokkels

Dichtheid

Tabel 8. Signaleerwaarde voor kokkels dichtheid, bij 80% zekerheid.

Kokkels Dichtheid		
Gebied	80%	
	Ondergrens	Bovengrens
Invloed	18	28
Ameland	41	151
Vlie	54	99
Richel	1	7
Eijerland	0	147
Marsdiep	0	80
Lauwers	66	229



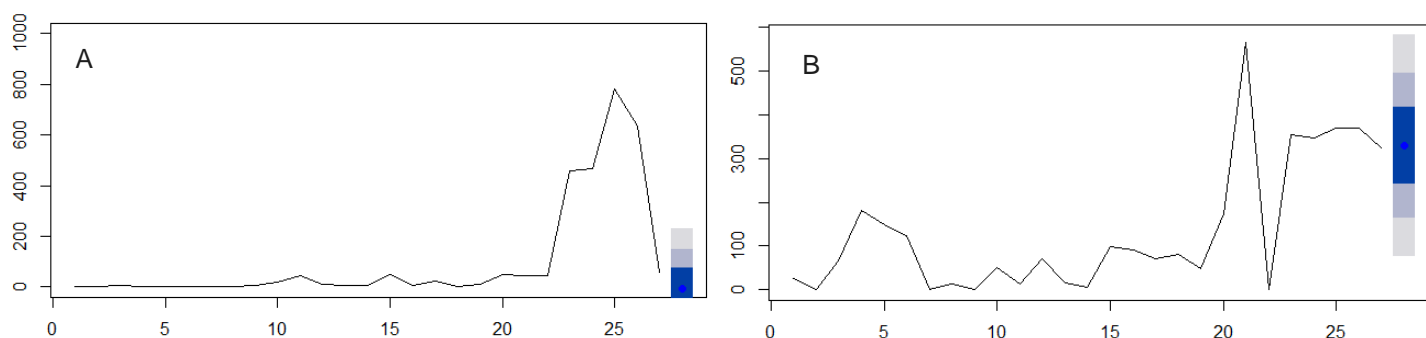
Figuur 14. Forecast grafieken van de dichtheid van kokkels. A. forecast van Eijerland, B. de forecast van Marsdiep. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge.

Biomassa

Tabel 9. Signaleerwaarde voor kokkels biomassa, bij 80% zekerheid.

Kokkels Biomassa		
Gebied	80%	
	Ondergrens	Bovengrens
Invloed	63	89

<b>Ameland</b>	184	468
<b>Vlie</b>	205	431
<b>Richel</b>	0	71
<b>Eijerland</b>	0	149
<b>Marsdiep</b>	164	494
<b>Lauwers</b>	0	1060



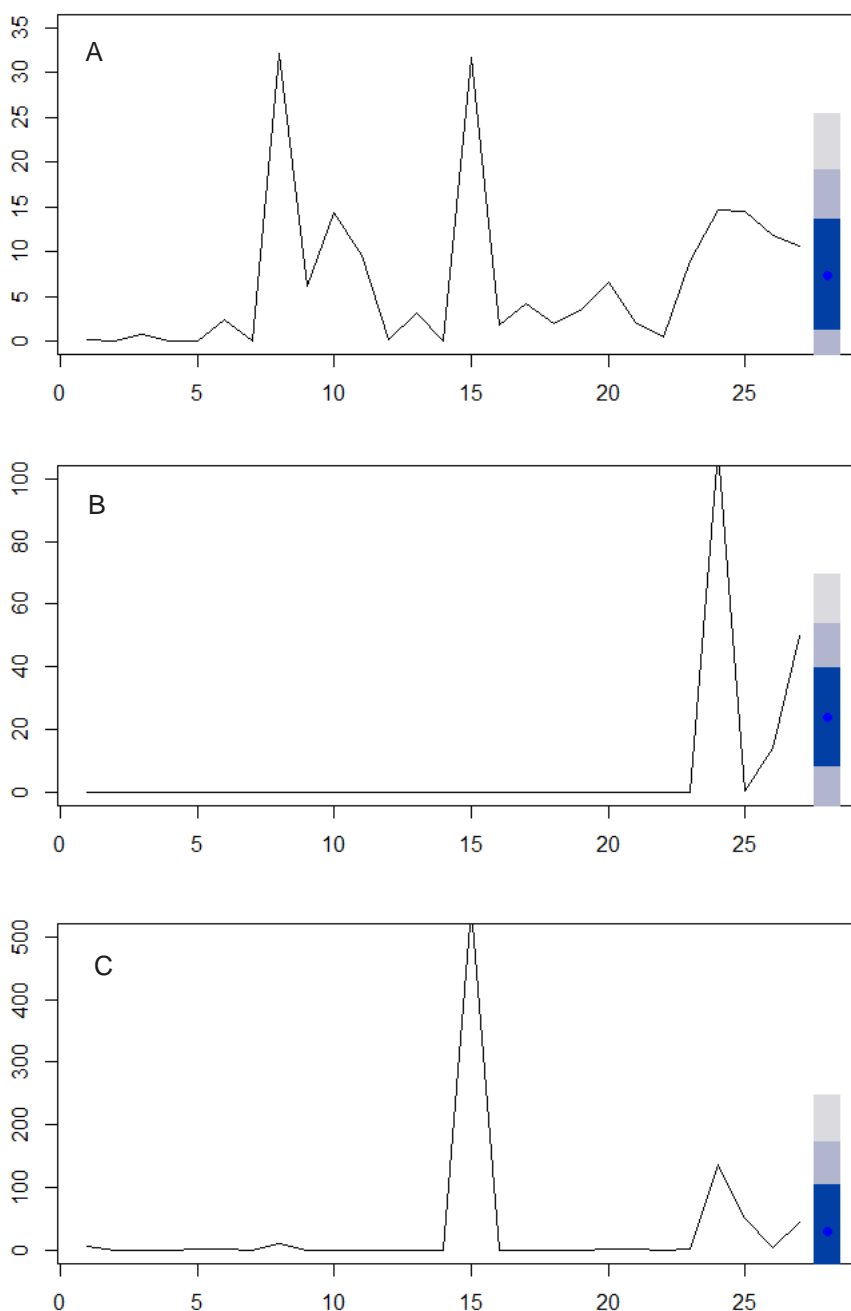
Figuur 15. Forecast grafieken van de biomassa van kokkels. A. forecast van Eijerland, B. forecast van Marsdiep. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge.

### 3.1.4.2 Mosselen

#### Dichtheid

Tabel 10. Signaleeringswaarde voor mosselen dichtheid, bij 80% zekerheid.

Mosselen Dichtheid		
Gebied	80%	
	Ondergrens	Bovengrens
<b>Invloed</b>	0	19
<b>Ameland</b>	12	53
<b>Richel</b>	0	54
<b>Marsdiep</b>	0	172
<b>Lauwers</b>	30	278



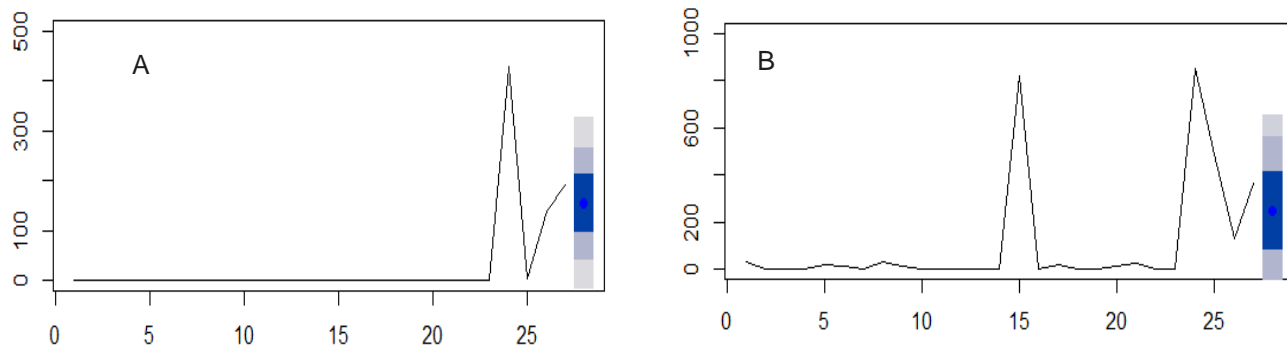
Figuur 16 Forecast grafieken van de dichtheid van mosselen. A. forecast van het invloedsgebied, B. forecast van Richel en C. forecast van Marsdiep. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge.

### Biomassa

Tabel 11. Signaleerwaarde voor mosselen biomassa, bij 80% zekerheid.

Mosselen Biomassa		
Gebied	80%	
	Ondergrens	Bovengrens
Invloed	-	-
Ameland	-	-

<b>Richel</b>	41	266
<b>Marsdiep</b>	0	563
<b>Lauwers</b>	146	905



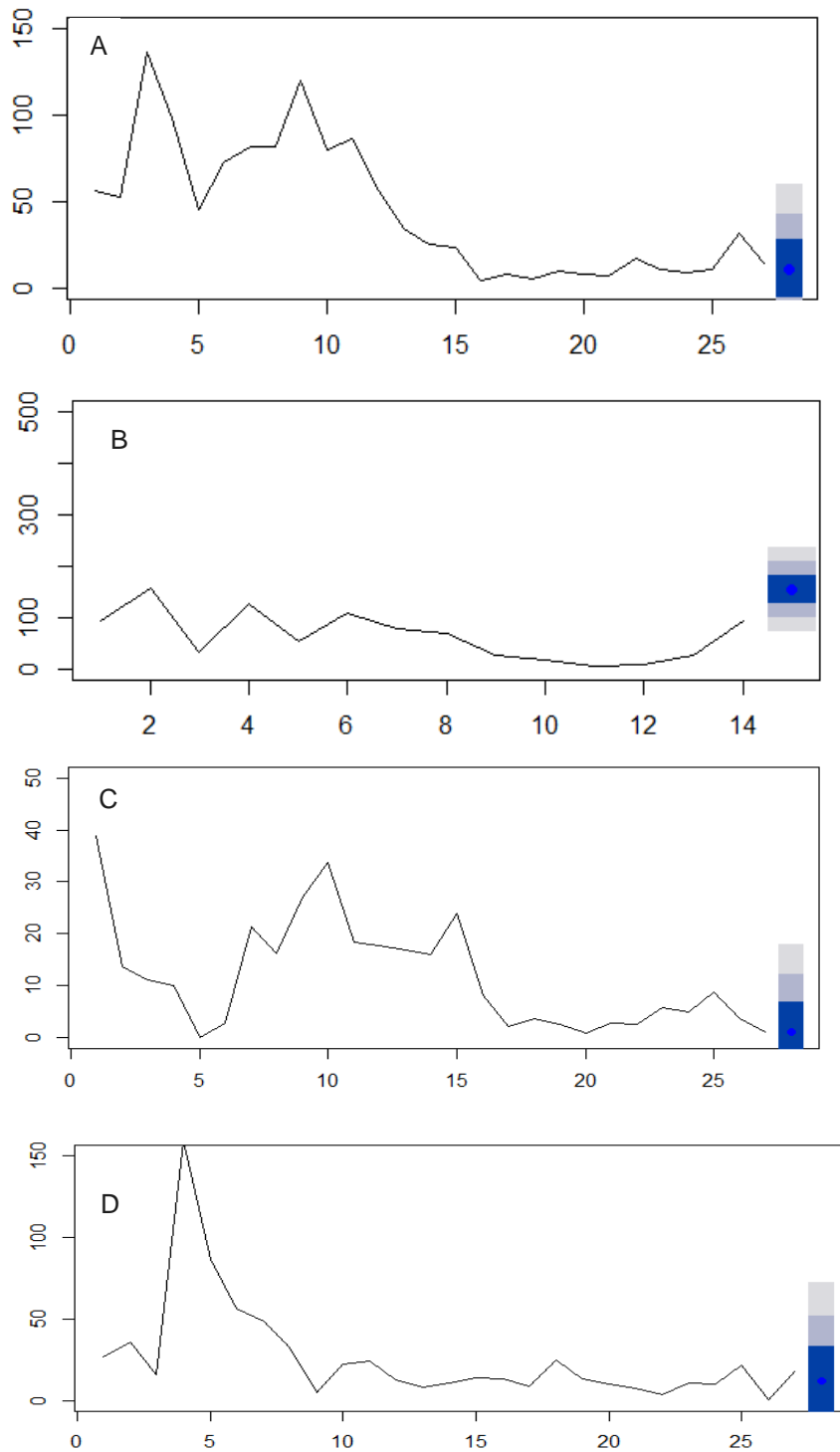
Figuur 17. Forecast grafieken van de biomassa van mosselen. A. forecast van Richel en B. forecast van Marsdiep. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge.

### 3.1.4.3 Nonnetjes

#### Dichtheid

Tabel 12. Signaleeringswaarde voor nonnetjes dichtheid, bij 80% zekerheid.

Nonnetjes Dichtheid		
Gebieden	80 % zekerheids interval	
	Ondergrens	Bovengrens
<b>Invloed</b>	0	43
<b>Ameland</b>	101	207
<b>Vlie</b>	12	19
<b>Richel</b>	0	14
<b>Eijerland</b>	0	12
<b>Marsdiep</b>	0	52
<b>Lauwers</b>	10	15



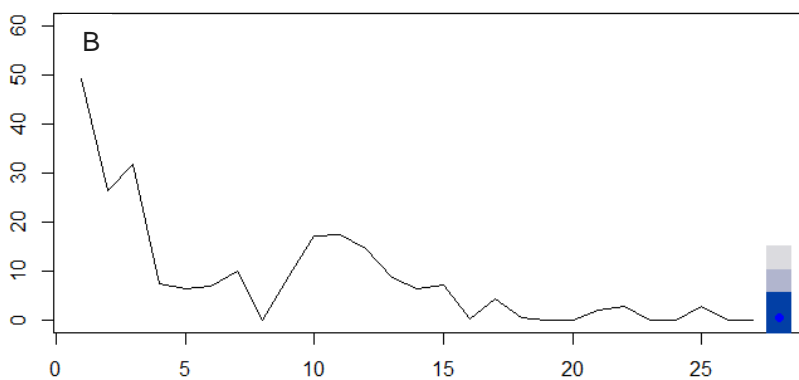
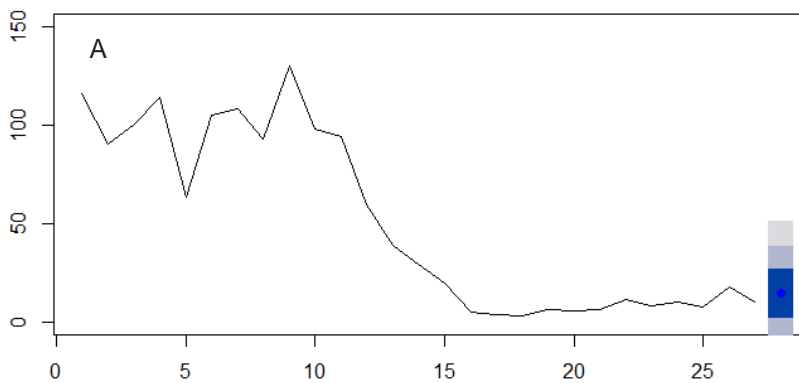
*Figuur 18. Forecast grafieken van de dichtheid van Nonnetjes. A. forecast van het invloedsgebied, B. forecast van Ameland, C. forecast van Eijerland en D. forecast van Marsdiep . Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge*

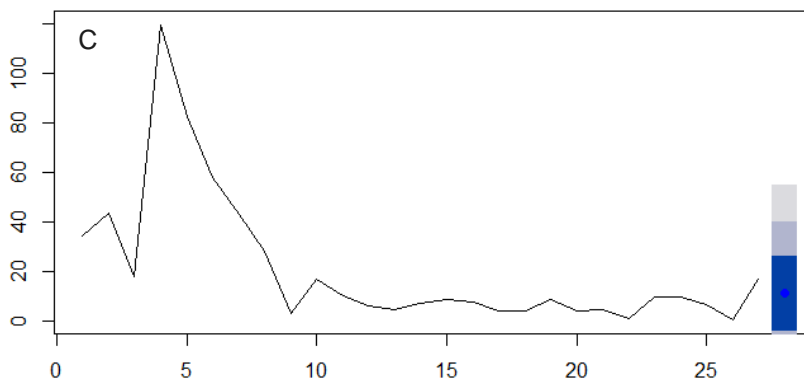


Biomassa

Tabel 13. Signaleeringswaarden van nonnetjes biomassa bij 80% zekerheid.

Nonnetjes Biomassa		
Gebieden	80 % zekerheids interval	
	Ondergrens	Bovengrens
<b>Invloed</b>	0	38
<b>Ameland</b>	?	
<b>Vlie</b>	4	7
<b>Richel</b>	0	10
<b>Eijerland</b>	?	
<b>Marsdiep</b>	0	40
<b>Lauwers</b>	9	15





*Figuur 19. Forecast grafieken van de biomassa van Nonnetjes. A. forecast van het invloedsgebied, B. forecast van Richel en C. forecast van Marsdiep. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge*

## 3.2 HVP

### 3.2.1 Inleiding

#### 3.2.1.1 Beschrijving meetcampagne

Sovon telt al sinds 1975 alle soorten en aantallen watervogels die tijdens hoog water op hoogwatervluchtplaatsen (HVP) in de Waddenzee voorkomen. Deze HVP-tellingen vinden nationaal en internationaal plaats. De steekproefgebieden in de Waddenzee worden maandelijks op of rondom de 15<sup>e</sup> van de maand geteld. Een internationale integrale telling, die gelijktijdig gecoördineerd wordt met HVP-tellingen in de Waddenzee in Duitsland en Denemarken, wordt 5 keer per jaar uitgevoerd waarbij ook zo goed als mogelijk de overige hoofdgebieden in de Waddenzee worden meegenomen. Deze integrale tellingen worden in januari, mei, september, november en een vijfde wisselende maand uitgevoerd (recentelijk is dat augustus vanwege effecten recreatievaart op HVP).

De gegevens worden in belangrijke mate verzameld door vrijwilligers, waardoor soms metingen van bepaalde hoofdgebieden niet altijd uitgevoerd kunnen worden. Ontbrekende data worden volgens een officiële methode ingevuld door gebruik te maken van trendanalyse software TrendSpotter (Soldaat et al., 2007).

Voor deze analyse worden enkel bonte strandloper, kanoet en scholekster gebruikt.

#### 3.2.1.2 Data behandeling

De originele dataset bestaat uit de datum (jaar, maand en dag), het getelde hoofdgebied (Tabel 14 en Figuur 20), een euring code voor de getelde vogelsoort, de getelde aantallen ('geteld') en de bijgeschatte aantallen ('geteld+berekend'). Voor de volledige tellingen zie Bijlage 2.

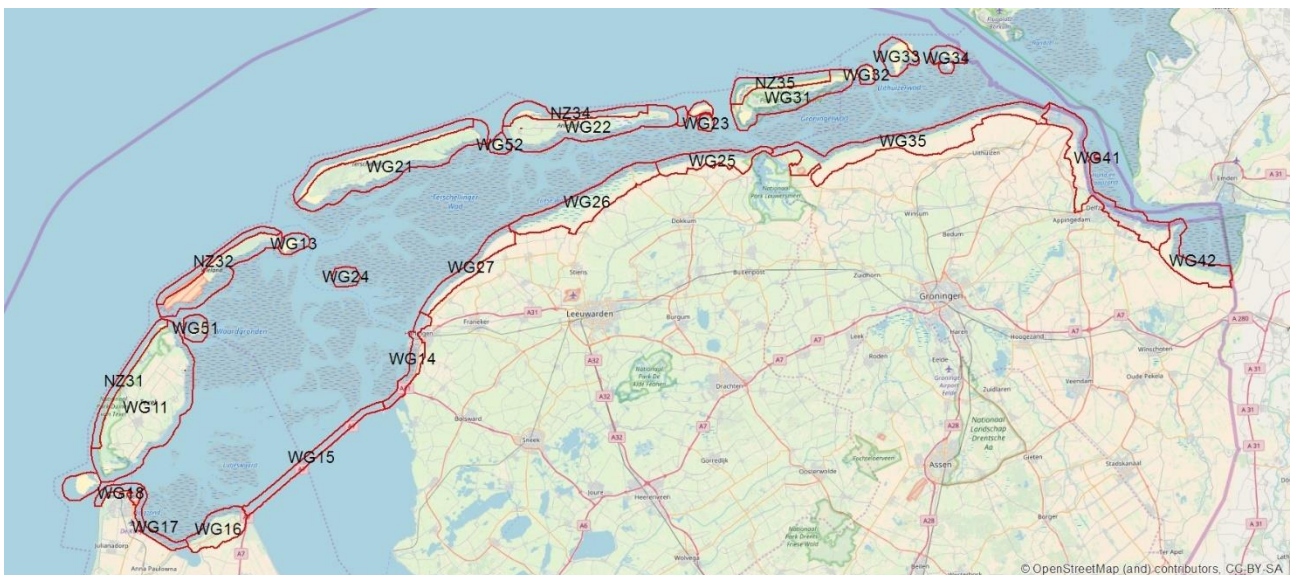
De dataset is vervolgens op de volgende wijze bewerkt:

- euring code gelinked aan vogelsoortnaam
- hoofdgebied code gelinked aan hoofdgebiedsnaam
- datumkolom 'datum' toegevoegd o.b.v. kolommen jaar/maand/dag
- kolom 'seizoen' toegevoegd o.b.v. Meetnet Watervogels (seizoen is juli t/m juni).

Tabel 14. Hoogwatervluchtplaatsen waar tellingen hebben plaatsgevonden

code	Hoofdgebied
NZ31	Noordzee en strand Texel
NZ32	Noordzee en strand Vlieland
NZ33	Noordzee en strand Terschelling
NZ37	Noorderhaaks (Razende Bol)
WG11	Texel
WG12	Vlieland
WG13	Richel
WG14	Harlingen - Afsluitdijk (Lorentssluis)
WG15	Afsluitdijk (Waddenzeezijde)

<b>WG16</b>	Wieringen
<b>WG17</b>	Balgzand
<b>WG18</b>	Kust Den Helder
<b>WG21</b>	Terschelling
<b>WG24</b>	Griend
<b>WG27</b>	Friese Kust: Zwarte Haan – Harlingen
<b>WG51</b>	De Hengst

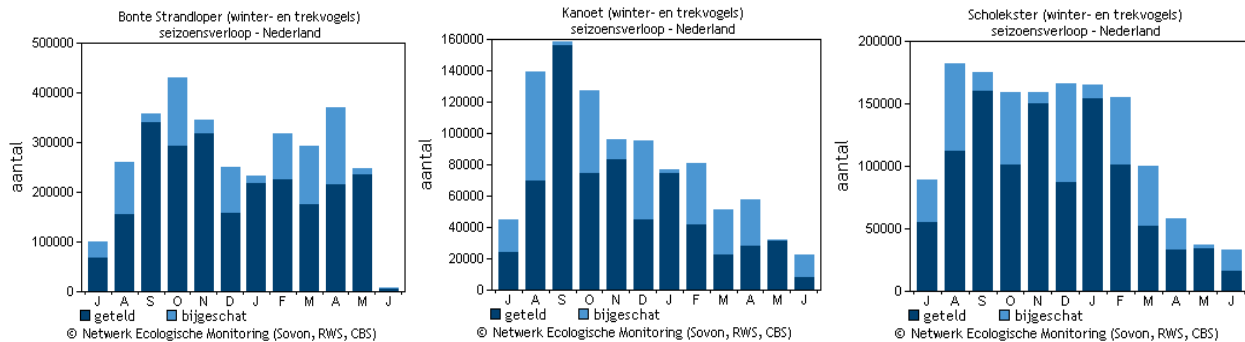


Figuur 20. Hoofdgebieden voor HVP tellingen Sovon

### 3.2.2 Data

Voor goede analyse van een tijdserie is een tijdreeks nodig met evenwijdige tijdstappen én zo goed als mogelijk geen gaten. Een reeks met ontbrekende data waardoor gaten vallen geeft problemen, hierdoor kan niet de volledige tijdreeks gebruikt worden en moet de tijdsstap veranderd worden om een ‘volledige’ reeks te krijgen. HVP-tellingen worden niet consistent uitgevoerd, onder andere het weer en beschikbaarheid van vrijwilligers zorgen voor onregelmatige dekking. Gezien HVP data door Sovon aangevuld wordt met het TrendSpotter model (Soldaat et al., 2007), -dit wordt bijschatting of ‘imputing genoemd’- is het voor de volledigheid van de analyse wel zeer nuttig om gebruik te maken van een door een model aangevulde tijdreeks, aangezien gaten in data opgevuld worden en zo de gehele tijdreeks gebruikt kan worden in de analyse in plaats van een gedeelte van de tijdsreeks. Echter, tijdreeksanalyses uitvoeren op een dataset die aangevuld is door een model als TrendSpotter brengt risico’s met zich mee. Het gevaar bestaat dat datasets waar veel bijschatting (‘imputing’) op is gedaan om gaten op te vullen eerder bepaalde trends vertonen dan werkelijke tellingen weer zouden geven, gezien TrendSpotter ook gebruikt maakt van trendanalysemethoden en data dus aangevuld worden volgens een bepaald patroon of trend. Om dit risico te minimaliseren is ervoor gekozen om gebruik te maken van tellingen van 1 specifieke maand waar de minste bijschatting wordt gedaan. De vijfjaarlijkse integrale/internationale HVP tellingen in de Waddenzee zijn het best dekkend, dit zijn de maanden januari, mei, september, november en een vijfde wisselende maand. Figuur 21 laat zien

dat zeker de tellingen in de eerste vier genoemde integrale maanden goed gedekt zijn en weinig bijinschatting van TrendSpotter nodig is om de data aan te vullen. Bij alle drie vogelsoorten lijkt het voorkomen laag in de wintermaanden en hoog vanaf augustus. Gezien de kou in de winter veel invloed heeft op het wel of niet wegtrekken van vogels wordt de telling in januari niet als betrouwbaar geschat.



Figuur 21. Seizoensvoorkomen (juli t/m juni) per maand in Nederland, totaal aantallen per maand is uitgesplitst in geteld en bijgeschat (sovon.nl)

Figuur 21 geeft echter landelijke teldata weer, daarom kijken we naar de data zoals aangeleverd voor de HVP's in de westelijke Waddenzee. Uit Tabel 15 blijkt dat voor kanoet en scholekster de helft wordt bijgeschat voor het totaal aantal tellingen over het gehele seizoen over 1975-2016. Ook hier zijn de maanden januari, mei, september en november duidelijk beter gedekt door de integrale/internationale tellingen.

Tabel 15. Percentage bijinschatting door trendspotter op totaalaantallen op HVP's Westelijke Waddenzee 1975-2016. Des te lagere bijinschatting door Trendspotter des te beter.

1975-2016	Bonte strandloper	Scholekster	Kanoet
Jan	14,98%	15,34%	21,55%
Feb	60,59%	62,58%	62,15%
Mrt	50,57%	55,63%	52,75%
Apr	56,36%	55,10%	53,11%
Mei	23,06%	30,69%	27,45%
Jun	70,81%	62,33%	64,36%
Jul	55,08%	62,55%	65,24%
Aug	53,04%	57,89%	68,99%
Sep	30,54%	43,50%	34,02%
Okt	53,72%	59,94%	57,44%
Nov	27,85%	39,88%	37,36%
Dec	58,68%	61,31%	62,56%
<b>Totaal</b>	<b>43,04%</b>	<b>49,90%</b>	<b>49,57%</b>

Bijschatting vindt voornamelijk plaats in de vroege fase van de HVP tellingen. Tegenwoordig is de dekking van de HVP-tellingen veel vollediger. Daarom is in Tabel 16 nogmaals het percentage bijschatting weergegeven voor de laatste 10 jaar van de dataset (2007-2016). De totale bijschatting is echter nog steeds gemiddeld een derde van het totaal aantal en daarmee relatief hoog en onbetrouwbaar. De goede dekking van de integrale tellingen is hier wel weer zeer duidelijk, er vindt weinig bijschatting plaats door het trendspotter model. Duidelijk is dat de telling in september, met 2,04% bijtelling in de afgelopen 10 jaar, als meest gunstig wordt geacht voor de monitoring van de drie wadvogelsoorten in het kader van de bodemdaling door activiteiten van Frisia. Daarbij draagt ook het hogere voorkomen in aantallen vogels in de Waddenzee in de maand september (Figuur 21) voor de keus om de tellingen van september te gebruiken voor de analyses van vogels op hoogwatervluchtplaatsen.

Tabel 16. Percentage bijschatting door trendspotter op totaalaantallen op HVP's Westelijke Waddenzee 2007-2016. Maanden van integrale tellingen weergegeven in lichtroze

2007-2016	Bonte strandloper	Scholekster	Kanoet
Jan	7,08%	3,66%	5,68%
Feb	54,54%	44,92%	58,66%
Mrt	49,69%	50,92%	53,57%
Apr	57,24%	42,98%	57,40%
Mei	6,75%	4,78%	3,78%
Jun	55,69%	47,51%	58,61%
Jul	42,97%	40,23%	54,17%
Aug	59,95%	52,98%	65,87%
Sep	2,91%	4,05%	2,04%
Okt	46,75%	46,15%	49,57%
Nov	13,59%	11,17%	16,22%
Dec	58,17%	50,55%	59,57%
<b>Totaal</b>	<b>34,26%</b>	<b>32,51%</b>	<b>38,00%</b>

### 3.2.3 Analyse

In onderstaande tabellen (Tabel 17 t/m Tabel 19) staat aangegeven of de data onafhankelijk is (dus geen auto-correlatie) of er dan een andere correlatie te vinden was (via Spearman) en welke toets dan is gebruikt om tot een boven en onder grens te komen.

#### 3.2.3.1 Bonte strandloper – septembertelling

Tabel 17. Weergave van de statische toets die is uitgevoerd om de signaleeringswaarde te bepalen

Bonte strandloper HVP	Onafhankelijk?	Correlatie?	toets
<b>NZ31</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>NZ32</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>NZ33</b>	Nee	-	ARIMA
<b>NZ37</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG11</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG12</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG13</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG14</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG15</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG16</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>WG17</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG18</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG21</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>WG24</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG27</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>WG51</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD

### 3.2.3.2 Kanoet – september telling

Tabel 18. Weergave van de statische toets die is uitgevoerd om de signaleeringswaarde te bepalen

Kanoet HVP	Onafhankelijk?	Correlatie?	toets
<b>NZ31</b>	Nee	-	ARIMA
<b>NZ32</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>NZ33</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>NZ37</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG11</b>	Nee	-	ARIMA

<b>WG12</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG13</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG14</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>WG15</b>	Ja	Ja	ARIMA (error) -> gemiddelde + SD
<b>WG16</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG17</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG18</b>	Ja	Ja	ARIMA
<b>WG21</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG24</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG27</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG51</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD

### 3.2.3.3 Scholekster – septembertelling

Tabel 19. Weergave van de statische toets die is uitgevoerd om de signaleeringswaarde te bepalen

Scholekster HVP	Onafhankelijk?	Correlatie?	toets
<b>NZ31</b>	Nee	-	ARIMA
<b>NZ32</b>	Nee	-	ARIMA
<b>NZ33</b>	Nee	-	ARIMA
<b>NZ37</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG11</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG12</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG13</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG14</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG15</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG16</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG17</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG18</b>	Nee	-	ARIMA



<b>WG21</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG24</b>	Ja	Nee	Gemiddelde + SD
<b>WG27</b>	Nee	-	ARIMA
<b>WG51</b>	Nee	-	ARIMA

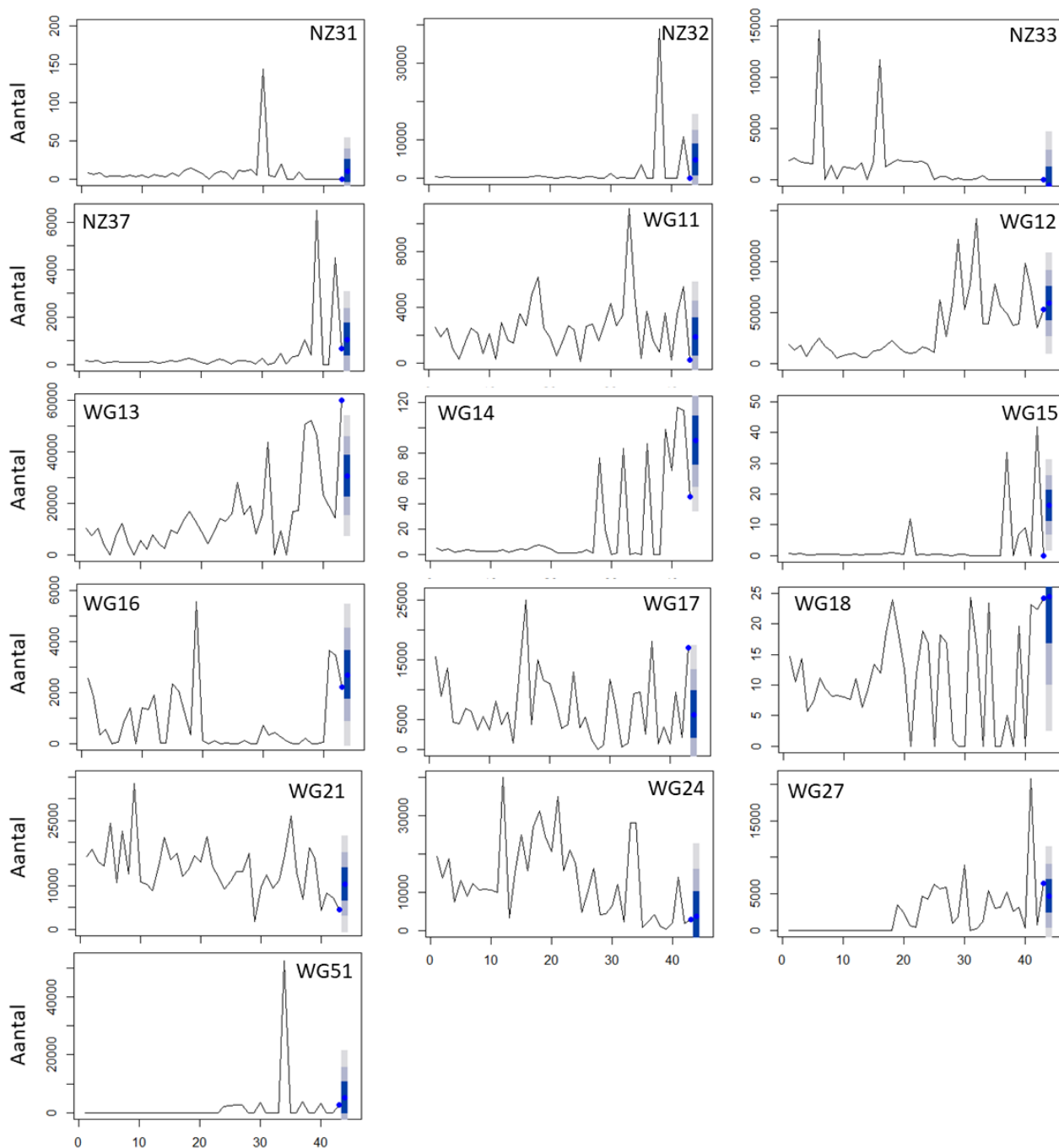
### 3.2.4 Forecast

In Tabel 20 t/m Tabel 22 staan de signaleerwaarden weergegeven (80% zekerheidsindex). Dit zijn de onder en bovengrenzen van de te verwachten trend voor het eerst volgende jaar. Vallen de gemeten waarde buiten deze waarden dan kan er sprake zijn van een trendbreuk.

#### 3.2.4.1 Bonte strandloper – septembertelling

Tabel 20. Signaleerwaarde van de Bonte strandloper voor 80 zekerheidsintervallen.

<b>Bonte strandloper HVP - hoofdtelgebieden Westelijke Waddenzee</b>		
<b>Gebied</b>		
	Ondergrens	Bovengrens
<b>NZ31</b>	5	13
<b>NZ32</b>	31	2433
<b>NZ33</b>	0	2938
<b>NZ37</b>	118	516
<b>WG11</b>	2111	2883
<b>WG12</b>	31295	77799
<b>WG13</b>	11401	37668
<b>WG14</b>	0	43
<b>WG15</b>	1	3
<b>WG16</b>	0	1819
<b>WG17</b>	5929	8110
<b>WG18</b>	0	21
<b>WG21</b>	3706	18457
<b>WG24</b>	0	17775
<b>WG27</b>	1126	9954
<b>WG51</b>	523	7675

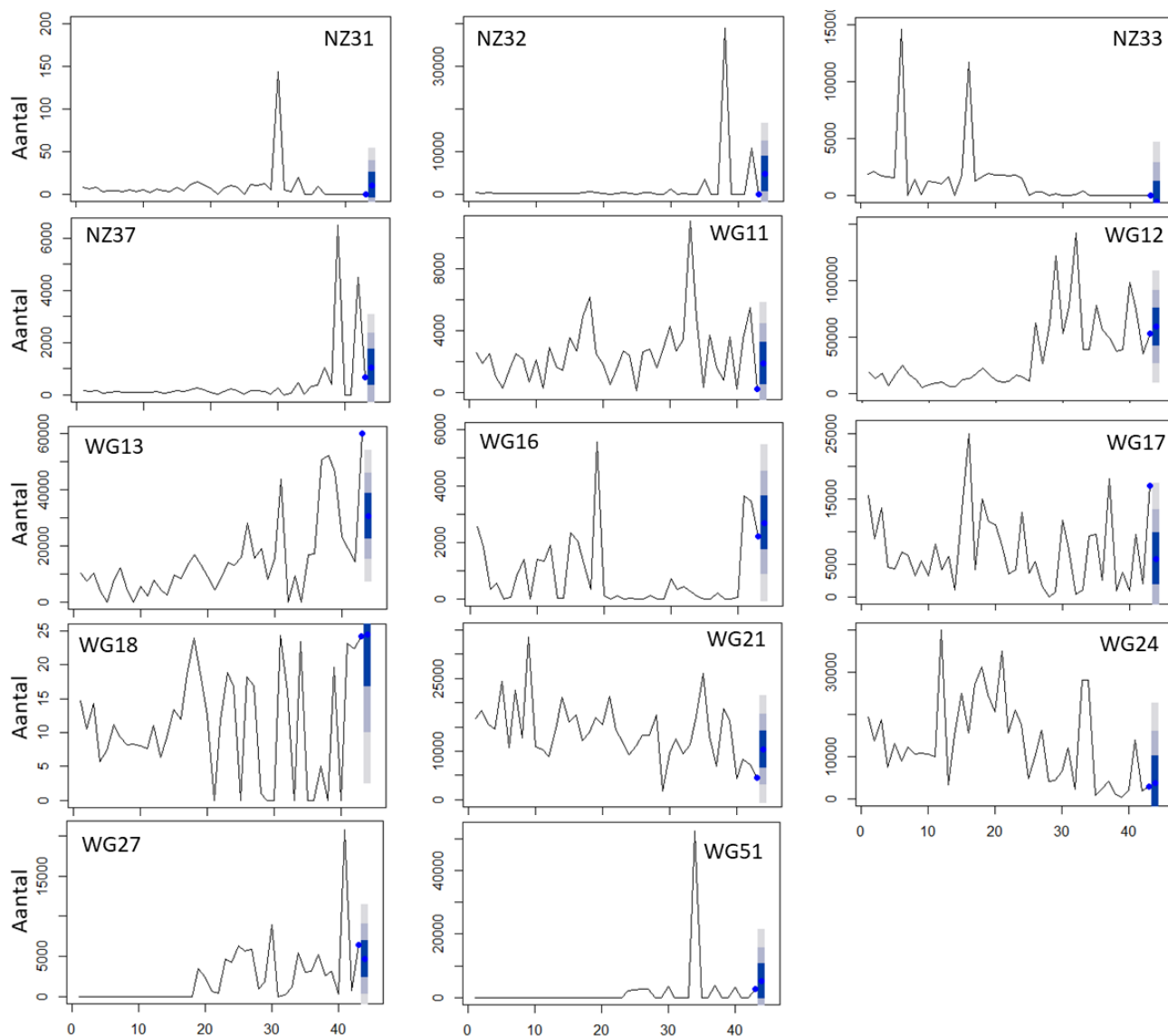


Figuur 22 Forecast grafieken van de aantallen bonte strandlopers over de verschillende telgebieden. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge.

### 3.2.4.2 Kanoet – septembertelling

Tabel 21. Signaleeringswaarde van de Kanoet voor 80 zekerheidsintervallen.

<b>Kanoet HVP - hoofdtelgebieden Westelijke Waddenzee</b>		
<b>Gebied</b>	Ondergrens	Bovengrens
<b>NZ31</b>	0	5
<b>NZ32</b>	0	365
<b>NZ33</b>	0	1096
<b>NZ37</b>	8	18
<b>WG11</b>	0	439
<b>WG12</b>	4342	42167
<b>WG13</b>	34944	60537
<b>WG14</b>	0	146
<b>WG15</b>	0	0
<b>WG16</b>	215	441
<b>WG17</b>	0	1482
<b>WG18</b>	0	575
<b>WG21</b>	6606	8218
<b>WG24</b>	5421	24359
<b>WG27</b>	36	91
<b>WG51</b>	808	2977

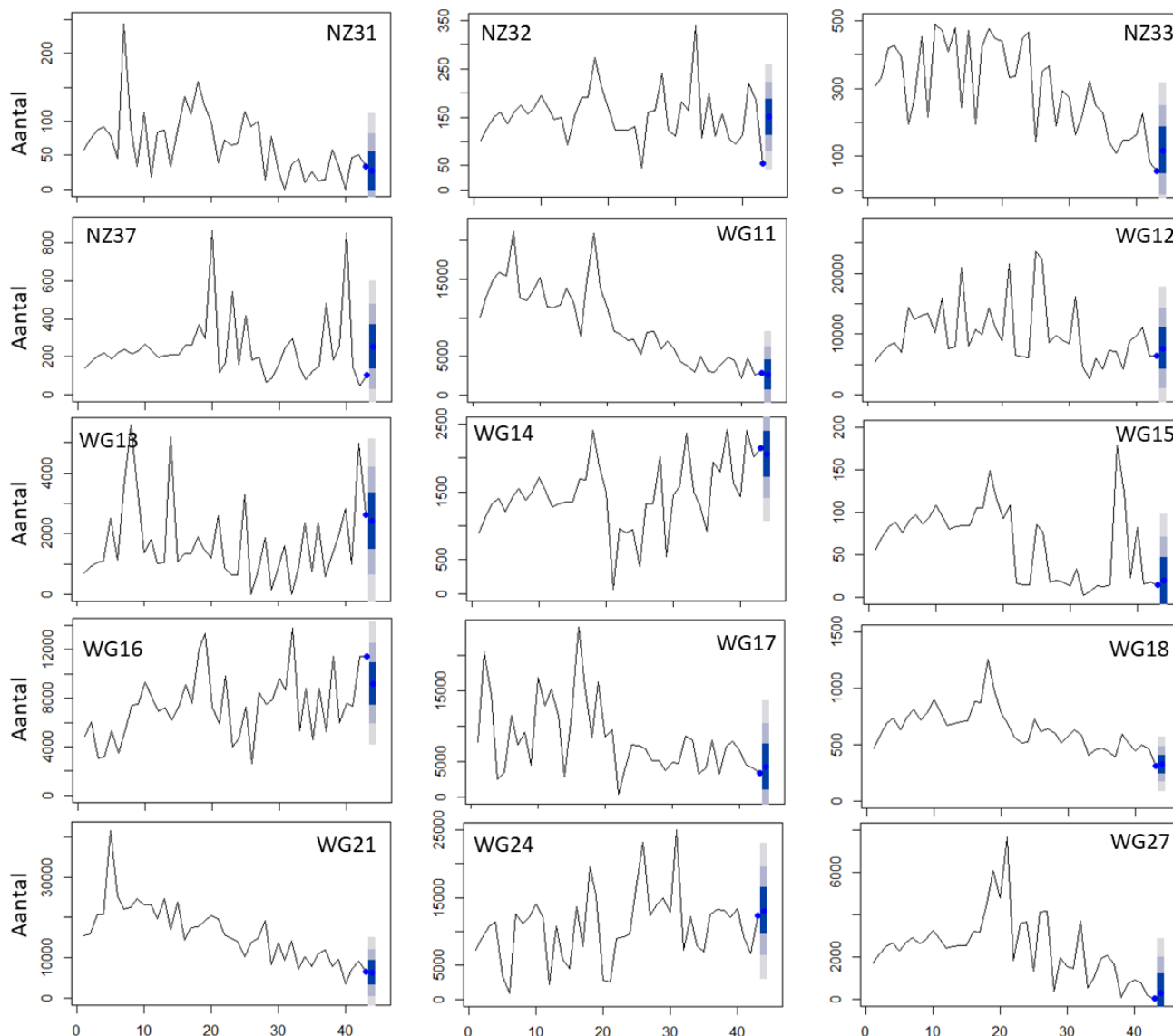


Figuur 23 Forecast grafieken van de aantallen kanoeten over de verschillende telgebieden. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge. Forecast voor telgebieden WG14 en WG15 zijn niet berekend i.v.m. de afwijkende (lage) aantallen.

### 3.2.4.3 Scholekster - septembertelling

Tabel 22. Signaleeringswaarde van de Scholekster voor 80 zekerheidsintervallen.

Scholeksters HVP - hoofdtelgebieden Westelijke Waddenzee		
Gebied		
	Ondergrens	Bovengrens
<b>NZ31</b>	0	85
<b>NZ32</b>	163	272
<b>NZ33</b>	42	285
<b>NZ37</b>	240	694
<b>WG11</b>	213	7068
<b>WG12</b>	9206	11210
<b>WG13</b>	1368	1857
<b>WG14</b>	2048	3197
<b>WG15</b>	0	53
<b>WG16</b>	3976	10718
<b>WG17</b>	0	10729
<b>WG18</b>	352	678
<b>WG21</b>	657	12459
<b>WG24</b>	9848	11891
<b>WG27</b>	0	2822
<b>WG51</b>	0	215



Figuur 24 Forecast grafieken van de aantallen scholeksters over de verschillende telgebieden. Donkerblauw is 50% zekerheidsmarge, lichtblauw 80% zekerheidsmarge en lichtgrijs 95% zekerheidsmarge. Forecast voor telgebied WG51 ontbreekt vanwege lage aantallen.

### 3.3 Bergeenden

#### 3.3.1 Inleiding

Bergeenden gebruiken een specifiek deel van het studiegebied, ten oosten van de Ballastplaat, tijdens de ruiperiode na afloop van het broedseizoen. Ze zijn dan erg kwetsbaar voor verstoring en zoeken veilige, voedselrijke ruigebieden op. De noordzijde van de Ballastplaat en het aangrenzende Kimstergat is aantrekkelijk voor ruiende bergeenden en er worden grote aantallen van aangetroffen

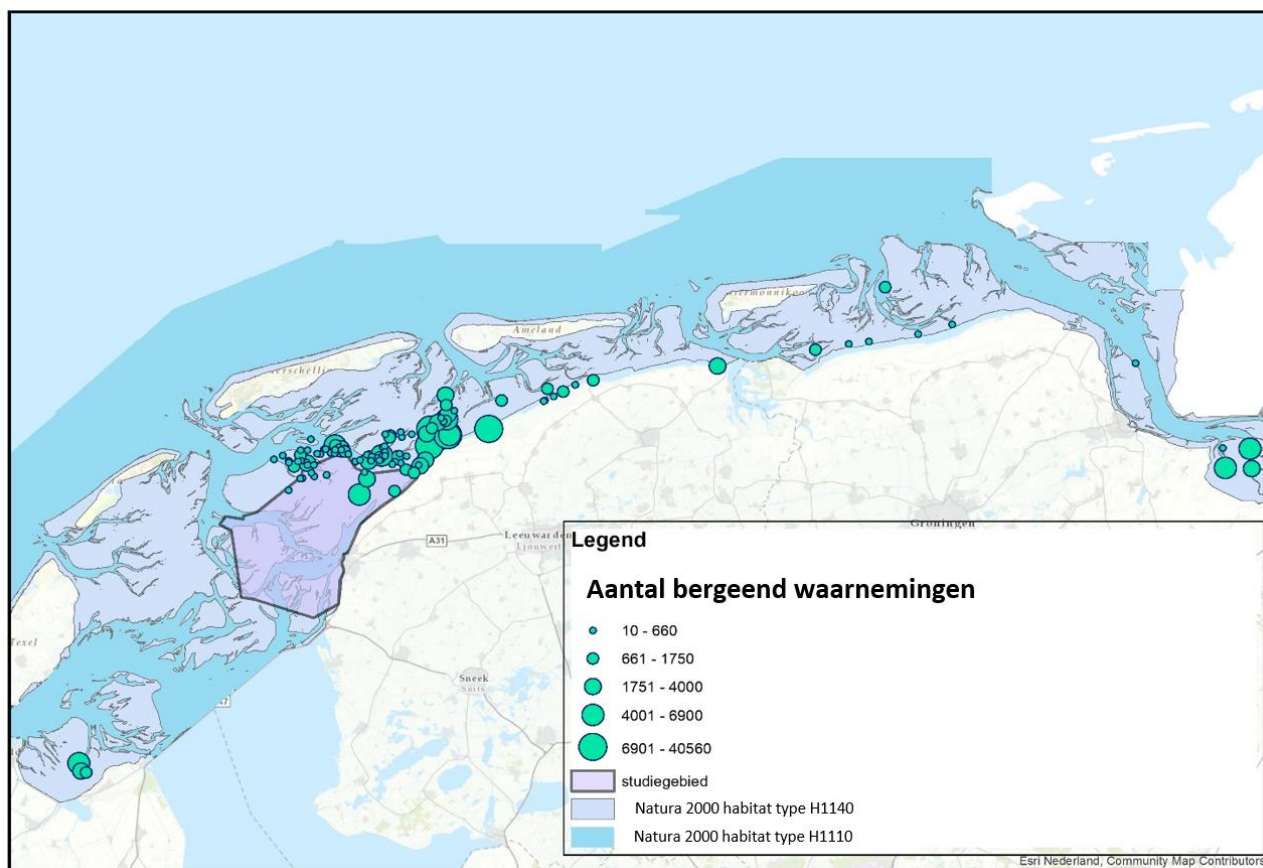
### 3.3.2 Data

De WaddenUnit van EZ voert in samenwerking met SOVON de tellingen uit. Via SOVON zijn tellingen van 2015, 2016 en 2017 verkregen. De grote aantallen bergeenden worden in het gebied ten oosten van de Ballastplaat alleen aangetroffen tijdens de ruiperiode. Omdat bergeenden het gebied gebruiken als ruigebied, is de monitoring gericht op de ruiperiode. Aantallen ruiende bergeenden, met grootte en locatie van aanwezige groepen tijdens telling, worden vastgesteld. De telling worden jaarlijks rond begin augustus uitgevoerd. De aantallen bergeenden in het gebied zijn vast gesteld vanaf schepen.

### 3.3.3 Analyse

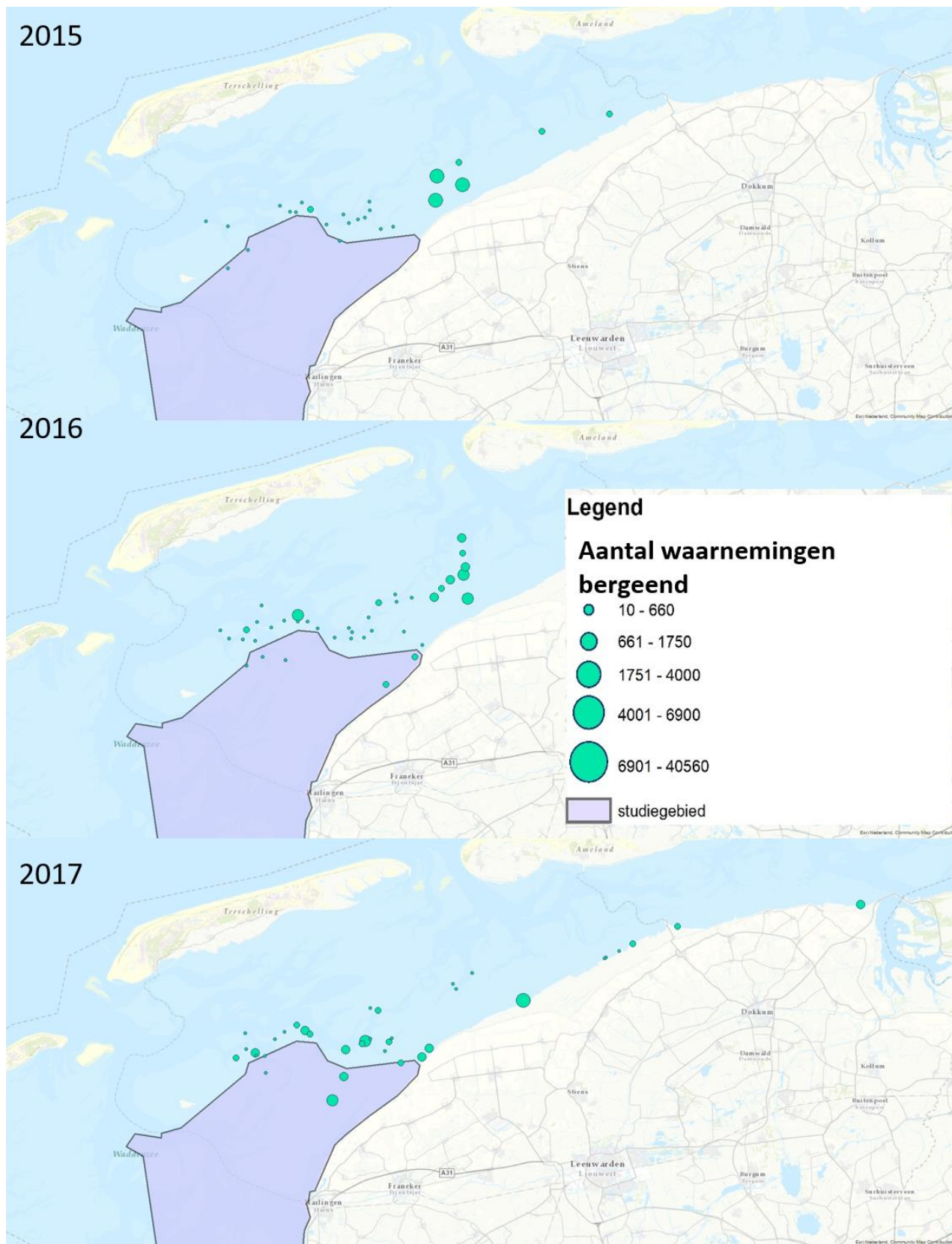
Figuur 25 geeft een beeld van de aantallen die zijn geteld in 2015, 2016 en 2017. Bij verder inzoomen (Figuur 26) wordt duidelijk dat er rondom het studiegebied erg veel waarnemingen zijn gedaan en dat ook de aantallen rondom het studiegebied steeds groter worden.

Van eerdere jaren (voor 2015) zijn geen waarnemingen beschikbaar. Het is daarom niet mogelijk om hier een trendanalyse op te doen en een forecast op te baseren. Verder zijn voor Bergeenden geen referentiegebieden beschikbaar, zoals voor de vogelsoorten waarvan de HVP tellingen beschikbaar zijn. Voor de bergeenden zal daarom het aantalsverloop worden gedocumenteerd.



Figuur 25. Overzicht van bergeend waarnemingen in de Waddenzee in 2105, 2016 en 2017.





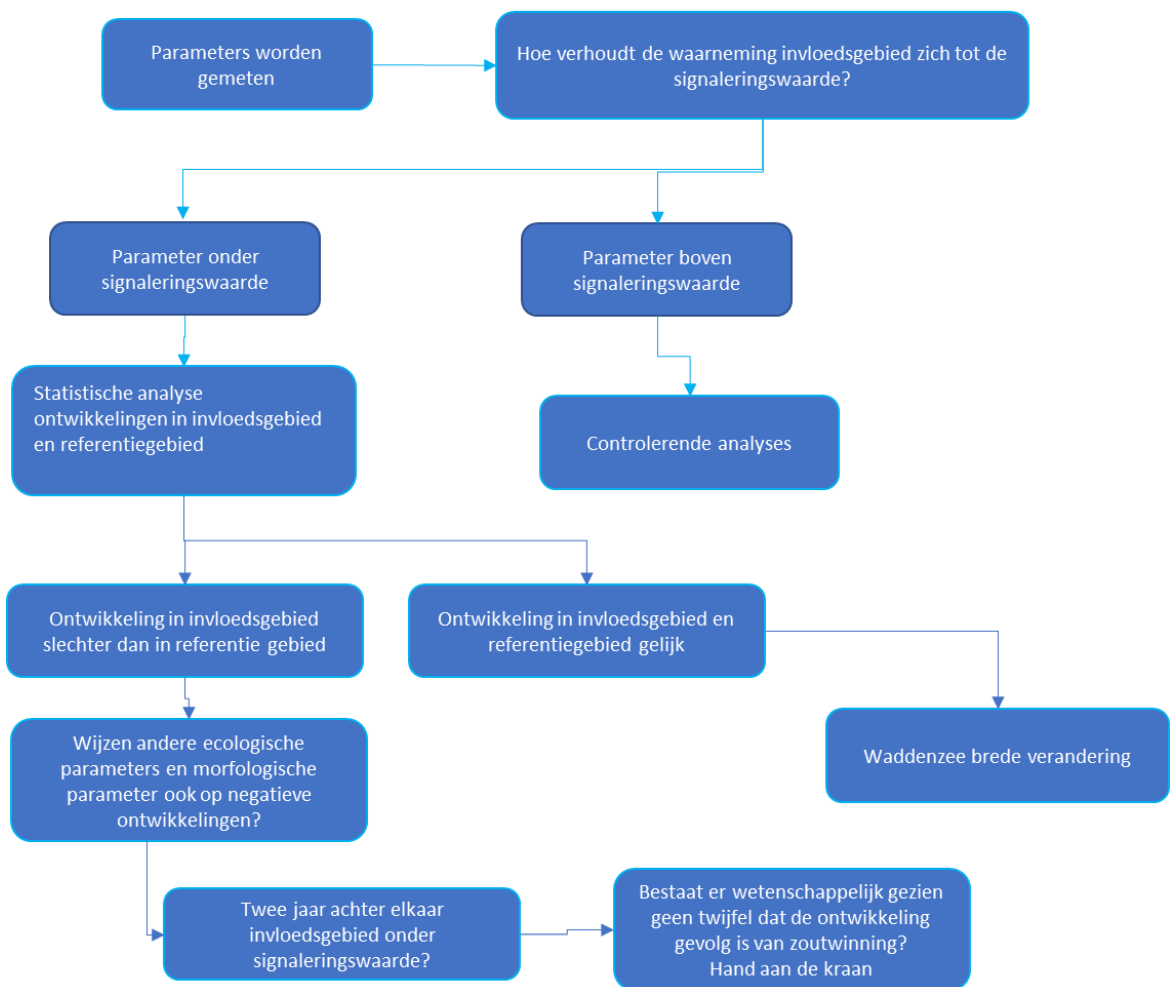
Figuur 26. Close-up van het studie gebied in de Waddenzee met omliggende tellingen per jaar.



## 4 CONCLUSIE EN BESLISSHEMA

Om te kunnen concluderen of er invloed is geweest van de bodemdaling in het gebied is een beslisschema opgesteld (Figuur 27). Uit dit beslisschema blijkt dat in veel gevallen er aanvullend onderzoek nodig is om uit te wijzen of de veranderingen die gevonden zijn veroorzaakt worden door bodemdaling, of dat er sprake is van een andere invloed in het gebied.

Ook als er geen verschillen zijn gevonden of er sprake is van een Waddenzee brede verandering is het goed om nog een controlerende analyse te doen.



Figuur 27. Algemeen beslisschema

Tabel 23. Mogelijke afwijkingen tussen invloed en referentie gebieden.

Invloed	Referentie	Gevolg
Hoger dan interval	Hoger dan interval	Waddenzee brede verandering
Hoger dan interval	Binnen interval	Geen negatieve invloed
Hoger dan interval	Lager dan interval	Geen negatieve invloed
Lager dan interval	Hoger dan interval	Negatieve invloed
Lager dan interval	Binnen interval	Onduidelijke invloed; Verdere analyse data binnen interval. Hoger, zelfde, lager
Lager dan interval	Lager dan interval	Waddenzee brede verandering

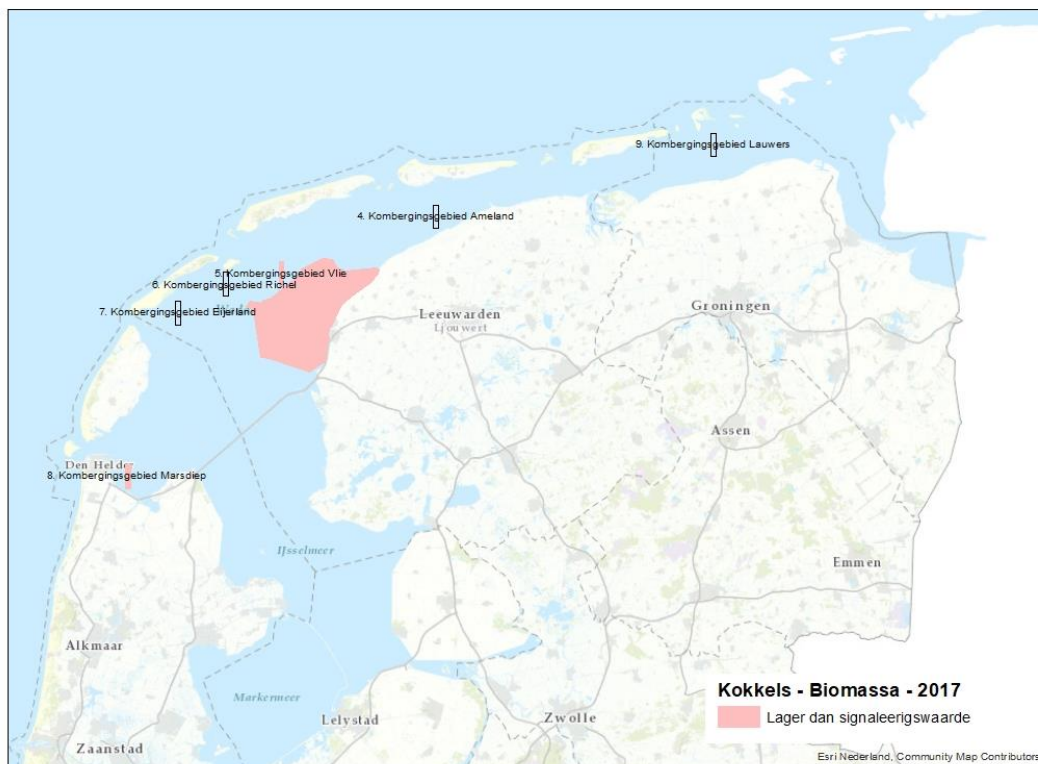
Als voorbeeld hebben we het jaar 2017 geprognostiseerd voor benthos en vogels en het jaar 2018 voor benthos (de vogelaantallen voor september 2018 waren nog niet beschikbaar). Daarna is zijn de geprognostiseerde waardes vergeleken met de data die is verzameld in 2017. In de volgende twee paragrafen worden deze vergelijkingen voor de jaren 2017 en 2018 getoond.

## 4.1 2017

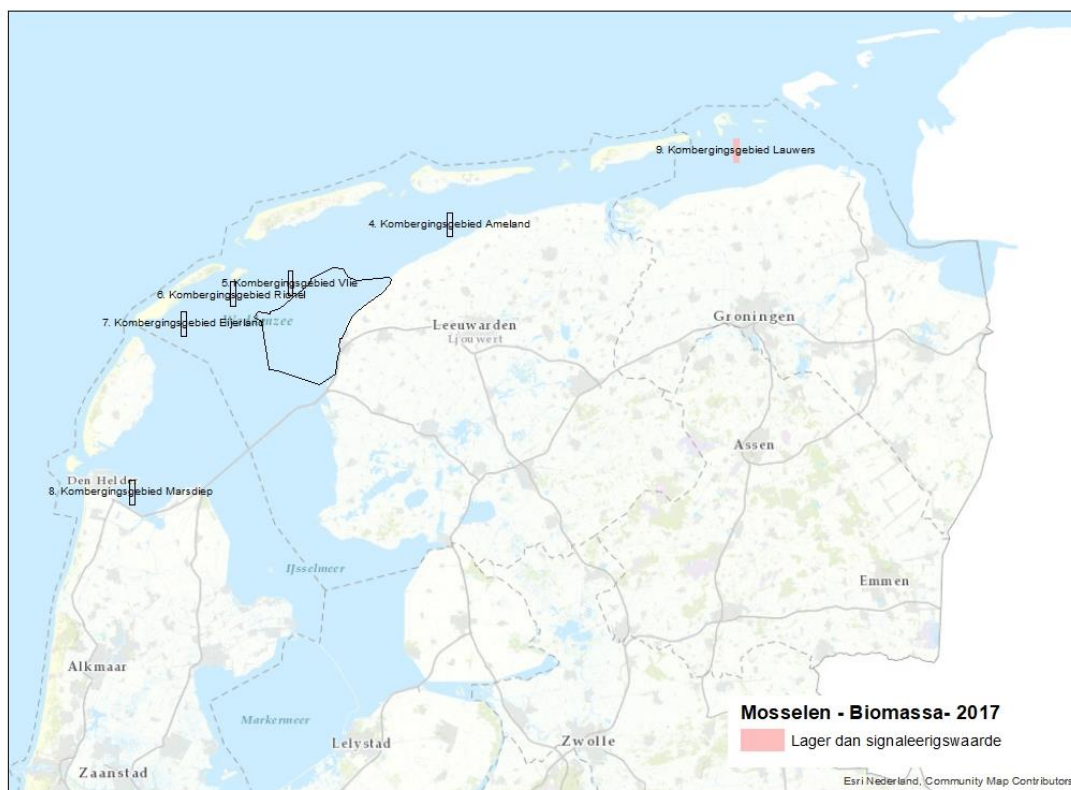
In onderstaande kaarten wordt voor de benthos weergegeven welke veranderingen er hebben opgetreden. Hierbij worden de referentiegebieden en het invloedsgebied gekleurd op basis van een lagere, gelijk of hogere gemeten waarde dan geprognostiseerd.

De kaarten laten zien dat het een dynamisch gebied is waar zelf bij geen activiteiten waardes lastig te voorspellen zijn. Deze waardes zijn daarom vooral input voor het bepalen van verder uitgebreider onderzoek als ze erg afwijken van de voorspellingen.

## 4.1.1 Benthos



Figuur 28. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van kokkels van 2017 t.o.v. de verwachte waarden.



*Figuur 29. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van mosselen van 2017 t.o.v. de verwachte waarden.*





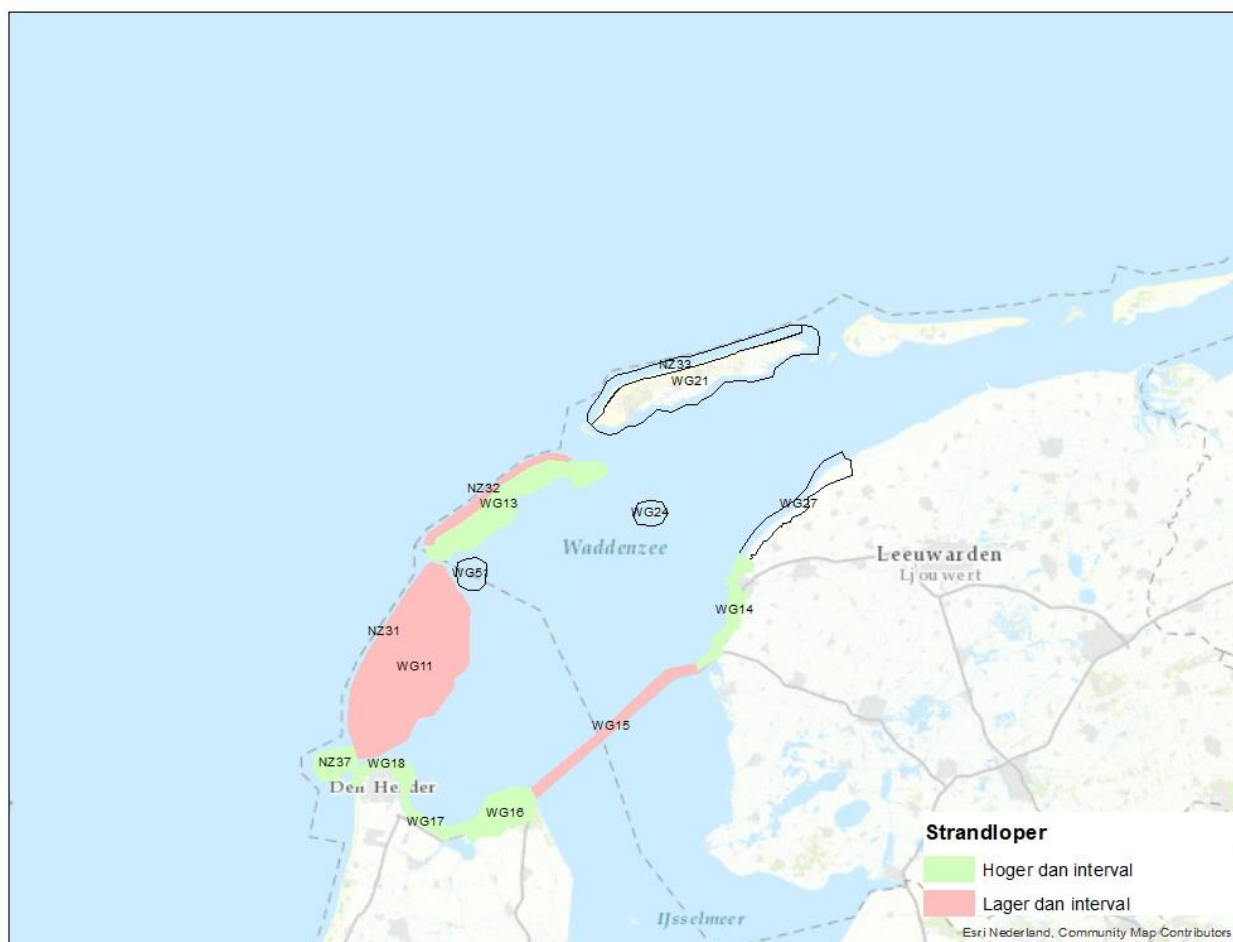
*Figuur 30. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van nonnetje 2017 t.o.v. de verwachte waardes.*

## 4.1.2 HVP

De tellingen van vogels zijn gedaan op hoogwatervluchtplaatsen. Hoewel deze een mooie indicatie geven van het aantal vogels in het gebied zijn deze getallen niet een op een te linken aan de voedsel beschikbaarheid. Een afwijking van de verwachte situatie is bij vogels dan ook zeer voor de hand liggend. Zeker voor bonte strandloper en de Kanoet, die niet honkvast zijn. Voor vogels geldt dan ook dat afwijkingen van de verwachte waarden vooral een indicatie zijn voor verder onderzoek.

In onderstaande kaarten zijn de bevindingen van 2017 weergegeven.

### 4.1.2.1 Bonte Strandloper



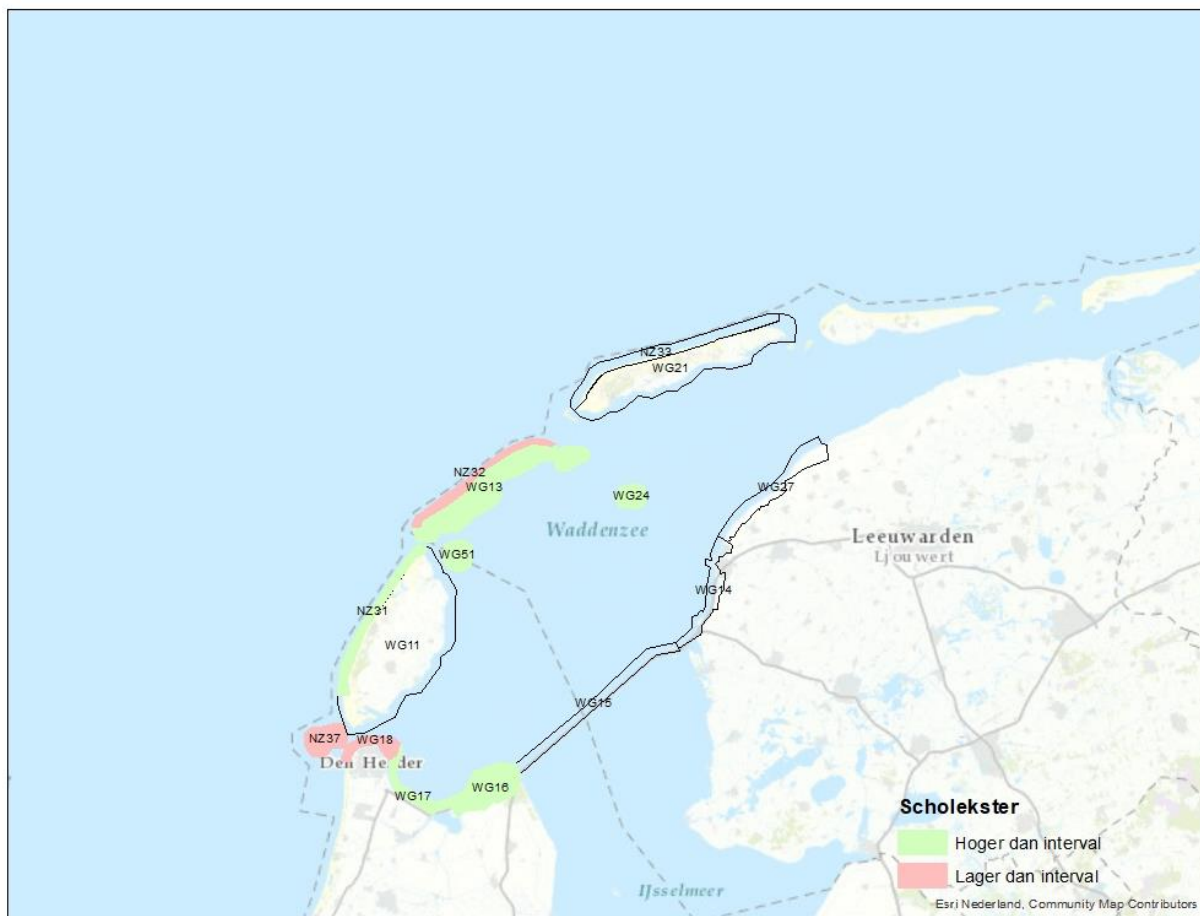
*Figuur 31. HVP telgebieden gemarkeerde met de waarnemingen voor Bonte strandloper van 2017 t.o.v. de verwachte waarden.*

#### 4.1.2.2 Kanoet



Figuur 32. HVP telgebieden gemarkeerde met de waarnemingen van Kanoet voor 2017 t.o.v. de verwachte waardes.

### 4.1.2.3 Scholekster

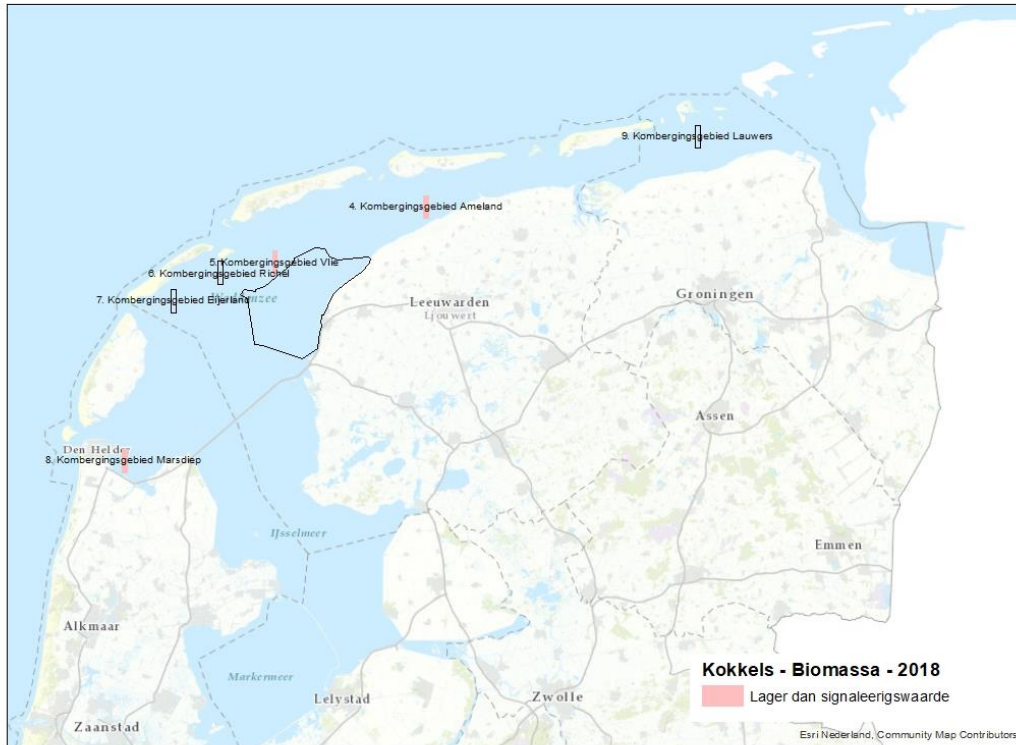


*Figuur 33. HVP telgebieden gemarkeerde met de waarnemingen voor Scholeksters van 2017 t.o.v. de verwachte waardes.*



**4.2 2018**

**4.2.1 Benthos**



Figuur 34. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van kokkels van 2018 t.o.v. de verwachte waarden.



*Figuur 35. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van Mosselen van 2018 t.o.v. de verwachte waarden.*



*Figuur 36. De Benthos referentie gebieden gemarkeerde met de waarnemingen van Nonnetjes van 2018 t.o.v. de verwachte waarden.*

## 4.2.2 HVP

De forecasts voor de vogeltellingen zijn gemaakt op basis van de septembertellingen (3.2.2). Op het moment van data aanvraag bij Sovon waren nog niet alle tellingen van 2018 verwerkt. Ten tijden van schrijven was er nog geen data beschikbaar van de septembertellingen van 2018. Er kon daarom nog geen vergelijking gedaan worden met de forecast.



## 5 BIJLAGE

### 5.1 Bijlage 1 – Spearman ranked

$\alpha(2):$	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
$\alpha(1):$	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
n									
4	0.600	1.000	1.000						
5	0.500	0.800	0.900	1.000	1.000				
6	0.371	0.657	0.829	0.886	0.943	1.000	1.000		
7	0.321	0.571	0.714	0.786	0.893	0.929	0.964	1.000	1.000
8	0.310	0.524	0.643	0.738	0.833	0.881	0.905	0.952	0.976
9	0.267	0.483	0.600	0.700	0.783	0.833	0.867	0.917	0.933
10	0.248	0.455	0.564	0.648	0.745	0.794	0.830	0.879	0.903
11	0.236	0.427	0.536	0.618	0.709	0.755	0.800	0.845	0.873
12	0.217	0.406	0.503	0.587	0.678	0.727	0.769	0.818	0.846
13	0.209	0.385	0.484	0.560	0.648	0.703	0.747	0.791	0.824
14	0.200	0.367	0.464	0.538	0.626	0.679	0.723	0.771	0.802
15	0.189	0.354	0.446	0.521	0.604	0.654	0.700	0.750	0.779
16	0.182	0.341	0.429	0.503	0.582	0.635	0.679	0.729	0.762
17	0.176	0.328	0.414	0.485	0.566	0.615	0.662	0.713	0.748
18	0.170	0.317	0.401	0.472	0.550	0.600	0.643	0.695	0.728
19	0.165	0.309	0.391	0.460	0.535	0.584	0.628	0.677	0.712
20	0.161	0.299	0.380	0.447	0.520	0.570	0.612	0.662	0.696
21	0.156	0.292	0.370	0.435	0.508	0.556	0.599	0.648	0.681
22	0.152	0.284	0.361	0.425	0.496	0.544	0.586	0.634	0.667
23	0.148	0.278	0.353	0.415	0.486	0.532	0.573	0.622	0.654
24	0.144	0.271	0.344	0.406	0.476	0.521	0.562	0.610	0.642
25	0.142	0.265	0.337	0.398	0.466	0.511	0.551	0.598	0.630
26	0.138	0.259	0.331	0.390	0.457	0.501	0.541	0.587	0.619
27	0.136	0.255	0.324	0.382	0.448	0.491	0.531	0.577	0.608
28	0.133	0.250	0.317	0.375	0.440	0.483	0.522	0.567	0.598
29	0.130	0.245	0.312	0.368	0.433	0.475	0.513	0.558	0.589
30	0.128	0.240	0.306	0.362	0.425	0.467	0.504	0.549	0.580
31	0.126	0.236	0.301	0.356	0.418	0.459	0.496	0.541	0.571
32	0.124	0.232	0.296	0.350	0.412	0.452	0.489	0.533	0.563
33	0.121	0.229	0.291	0.345	0.405	0.446	0.482	0.525	0.554
34	0.120	0.225	0.287	0.340	0.399	0.439	0.475	0.517	0.547
35	0.118	0.222	0.283	0.335	0.394	0.433	0.468	0.510	0.539
36	0.116	0.219	0.279	0.330	0.388	0.427	0.462	0.504	0.533
37	0.114	0.216	0.275	0.325	0.383	0.421	0.456	0.497	0.526
38	0.113	0.212	0.271	0.321	0.378	0.415	0.450	0.491	0.519
39	0.111	0.210	0.267	0.317	0.373	0.410	0.444	0.485	0.513
40	0.110	0.207	0.264	0.313	0.368	0.405	0.439	0.479	0.507
41	0.108	0.204	0.261	0.309	0.364	0.400	0.433	0.473	0.501
42	0.107	0.202	0.257	0.305	0.359	0.395	0.428	0.468	0.495
43	0.105	0.199	0.254	0.301	0.355	0.391	0.423	0.463	0.490
44	0.104	0.197	0.251	0.298	0.351	0.386	0.419	0.458	0.484
45	0.103	0.194	0.248	0.294	0.347	0.382	0.414	0.453	0.479
46	0.102	0.192	0.246	0.291	0.343	0.378	0.410	0.448	0.474
47	0.101	0.190	0.243	0.288	0.340	0.374	0.405	0.443	0.469
48	0.100	0.188	0.240	0.285	0.336	0.370	0.401	0.439	0.465
49	0.098	0.186	0.238	0.282	0.333	0.366	0.397	0.434	0.460
50	0.097	0.184	0.235	0.279	0.329	0.363	0.393	0.430	0.456

## 5.2 Bijlage 2 – Teldekking HVP-tellingen

Seizoen	WG11	WG12	WG13	WG14	WG15	WG16	WG17	WG18	WG21	WG24	WG27	WG51	NZ31	NZ32	NZ33	NZ37
7576	3	3	1		1	7	10		3	1	1					2
7677	3	3	2	1	3	8	11		4	2						1
7778	3	4		1	3	7	11		4	1						1
7879	3	3	1	2		4	12		3	5						1
7980	7	4	1	4	2	4	10		5	5			6			1
8081	11	4		12	12	4	10		5	9			11			4
8182	8	3	2	12	12	3	9		4	5	2		8			3
8283	3	6	6	12	12	3	10		4	7	1		3			3
8384	3	3	2	12	12	3	10		5	6			3	1		4
8485	3	3	2	9	9	3	10		4	6			3	1		2
8586	2	2	2	12	12	2	9		3	8			2			3
8687	4	2	1	12	12	5	9		1	7			4	1		1
8788	4	3	1	12	12	6	9		3	8			4	2		3
8889	3	3	2	11	11	6	11		3	11			3	2		3
8990	3	3		12	12	5	10		3	8			3			3

MONITORING TNUL SITUATIE ECOLOGIE STUDIEGEBIED  
ZOUTWINNING WADDENZEE

<b>9091</b>	4	4	1	12	12	7	12		4	8		4		4		
<b>9192</b>	1	1		12	12	12	10		1	11		1		1		
<b>9293</b>	8	1		12	12	12	12	1	1	4		1		1		
<b>9394</b>	8	2	1	12	12	12	12		2	7	4	3		1	2	
<b>9495</b>	12	5	4	12	12	12	12	3	6	11	8	5	3	3	7	
<b>9596</b>	12	6	6	12	12	12	12	8	11	11	7	6	6	6	5	
<b>9697</b>	12	5	3	12	12	12	12	5	8	10	8	4	5	5	4	
<b>9798</b>	12	5	4	12	12	11	12	4	5	10	8	4	5	5	6	
<b>9899</b>	12	5	5	12	12	12	12	4	4	8	6	4	5	4	2	
<b>9900</b>	12	6	7	4	4	10	11	4	4	12	6	4	6	4	6	
<b>20001</b>	12	6	5	4	4	10	12	4	4	11	7	1	4	5	4	3
<b>20102</b>	11	6	5	12	12	9	12	4	4	8	7	4	4	6	4	7
<b>20203</b>	12	6	6	12	12	11	10	4	6	10	9	6	6	6	6	9
<b>20304</b>	12	7	3	12	12	7	12	5	5	11	12	5	5	5	5	10
<b>20405</b>	12	7	4	12	12	12	12	4	5	10	10	2	5	6	5	2
<b>20506</b>	11	7	5	12	12	10	12	4	5	9	12	5	5	6	5	6
<b>20607</b>	12	7	4	12	12	10	12	3	5	9	12	3	5	6	5	5
<b>20708</b>	12	6	5	12	12	11	12	5	5	11	12	4	5	6	5	3

MONITORING TNUL SITUATIE ECOLOGIE STUDIEGEBIED  
ZOUTWINNING WADDENZEE

<b>20809</b>	6	7	2	12	12	12	12	2	6	12	12	1	5	6	5	3
<b>20910</b>	5	5	1	12	11	12	11	5	5	10	12	2	5	5	5	2
<b>21011</b>	5	6	5	12	12	12	12	3	5	11	12	5	5	6	5	1
<b>21112</b>	5	5	5	12	12	12	12	2	6	11	12	2	5	5	5	1
<b>21213</b>	6	5	5	11	12	12	12	3	5	11	12	4	4	5	6	4
<b>21314</b>	5	6	5	12	12	12	12	2	5	11	12	3	5	6	5	4
<b>21415</b>	6	6	5	12	12	12	12	2	6	11	12	2	5	5	5	4
<b>21516</b>	5	5	4	12	12	12	12		5	11	12	4	4	5	5	3



## COLOFON

MONITORING TNUL SITUATIE ECOLOGIE STUDIEGEBIED ZOUTWINNING WADDENZEE  
DATA-ANALYSE

### KLANT

Frisia Zout BV

### AUTEUR

Louise Lysen

### ONZE REFERENTIE

083888249 0.1

### DATUM

18 april 2019

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

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