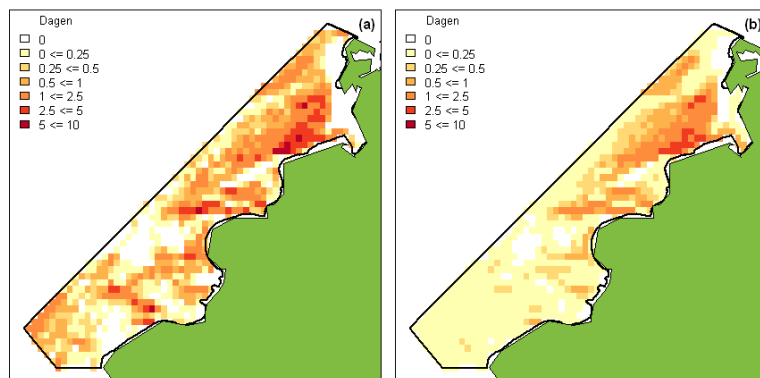


# Vergelijking visserij- intensiteit op basis van AIS – VMS in de Voordelta

Niels T. Hintzen, Pepijn de Vries, Daphne Looije (MARIN),  
Sander Glorius

Rapport C068/14



# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Deltares

T.a.v. Drs. G. van der Kolff

Rotterdamseweg 185

2629 HD Delft

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving

T.a.v. Dr. M. van Eerden

Postbus 17

8200 AA Lelystad

Publicatiedatum:

22 april 2014

**IMARES is:**

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A\_4\_3\_1-V13.3

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	6
2. Materiaal & Methoden.....	7
Studiegebied.....	7
Beschikbaarheid AIS gegevens.....	8
Beschikbaarheid VMS & logboek gegevens.....	8
Opschonen datasets.....	9
Opschonen VMS.....	9
Opschonen AIS.....	9
Opschonen logboek gegevens.....	10
Koppelen AIS en VMS gegevens.....	11
Koppelen van MMSI en Externe Markering.....	11
Afwijking van VMS en AIS is de ruimte en tijd.....	12
Nauwkeurigheid (gps precisie) van AIS en VMS gegevens.....	12
Activiteit bepaling AIS en VMS schepen.....	12
Berekenen van visserij-intensiteit.....	15
Berekening van afwijking in intensiteit tussen grids.....	18
Simulatie van ruis.....	18
3. Resultaten.....	20
Koppeling AIS – VMS gegevens.....	20
Vergelijking temporele dekking AIS met VMS.....	20
Vergelijking ruimtelijke afwijking tussen AIS en VMS.....	27
Visserij-intensiteit op basis van AIS en VMS.....	29
Gevoelighedsanalyse visserij-intensiteit op basis van AIS of VMS.....	38
Methodiekbeschrijving combineren van VMS, AIS en aanlandingsgegevens.....	42
4. Conclusies.....	44
Visserij in de Voordelta in breder perspectief.....	45
Dekking van VMS, AIS en logboek gegevens.....	44
Vergelijking visserij-intensiteit tussen VMS en AIS.....	44
Aanbevelingen.....	46
5. Kwaliteitsborging.....	48
Referenties.....	49
Verantwoording.....	50

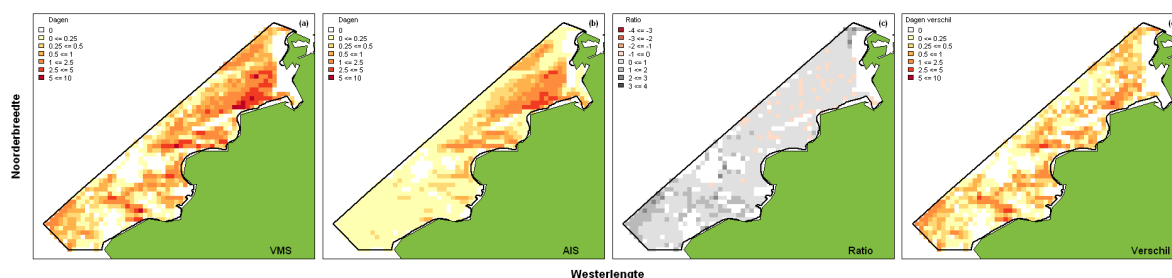
## Samenvatting

IMARES voert samen met Deltares en een consortium van 4 partners monitoring uit binnen het project 'PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta' in opdracht van RWS-WVL. Doel van het project is in kaart te brengen of de compensatiemaatregelen in de Voordelta, als compensatiegebied aangewezen voor de aanleg van de tweede Maasvlakte, daadwerkelijk een (positief) effect hebben op onder andere de bodemfauna. Onderdeel van de compensatiemaatregelen zijn verscherpte regelgeving voor de visserij en gedeeltelijke sluiting voor de visserij.

Om deze vraag te beantwoorden is er in het PMR-NCV project behoefte aan gegevens over de intensiteit van de bodemberoerende visserij in de Voordelta. Visserij-intensiteit kan geschat worden met behulp van VMS (GPS signaal van schip iedere 2 uur) en aanlandingsgegevens. Sinds 2011 is er ook AIS (GPS signaal van schip iedere minuut) beschikbaar. Binnen dit project wordt geanalyseerd in hoeverre visserij-intensiteit accuraat berekend kan worden op basis van VMS alleen. Door enerzijds te bestuderen hoeveel schepen voorzien zijn van VMS en/of AIS apparatuur en anderzijds waar de visserijintensiteit plaatsvindt, kan een antwoord worden gegeven op de vraag of visserij-intensiteit accuraat geschat kan worden op basis van VMS en waar er verschillen te zien zijn tussen VMS en AIS.

Hier concluderen we dat visserij-intensiteit patronen accuraat worden geschat op basis van VMS alleen. Vooral het groter aantal schepen dat over VMS beschikt in vergelijking met AIS maakt dat AIS een consistente onderschatting van visserij-intensiteit laat zien. In totaal beschikken binnen de Voordelta 99 schepen over VMS ten opzichte van 83 schepen die over AIS beschikken. Dit zorgt er dan ook voor dat de dekking en geschatte aantal visuren beduidend hoger ligt in VMS dan in AIS. Daarnaast ligt ook binnen een visreis het geschatte aantal visuren in VMS hoger dan in AIS, wat er op duidt dat het AIS signaal niet altijd ontvangen of uitgezonden is. Daarnaast is AIS ook pas (beperkt) beschikbaar vanaf 2011 waardoor deze dataset niet geschikt is voor de lange termijnanalyses die binnen het PMR project uitgevoerd zijn.

Ondanks het verschil in temporele dekking, verschillen de ruimtelijke visserij-intensiteit patronen niet tot nauwelijks tussen VMS en AIS op de voornaamste noordelijke visgronden (zie ook figuur hieronder).



AIS laat echter een grotere reikwijdte in visserij-intensiteit zien (zowel hogere als lagere visserij-intensiteiten dan gemeten op basis van VMS hetzelfde aantal schepen) terwijl de ruimtelijke dekking van VMS beter is in gebieden waar visserij-intensiteit lager is (zuidelijke visgronden). Dit komt omdat meer schepen vertegenwoordigd zijn in de VMS dataset. Door gebruik te maken van kriging technieken, waarin VMS GPS posities worden gebruikt, is deze reikwijdte en piek-intensiteit grotendeels te benaderen. De conclusies met betrekking tot temporele en ruimtelijke dekking gelden zowel voor de hele vissersvloot actief binnen de Voordelta alsook voor specifiek de garnalenvisserij.

Hoewel zowel VMS als AIS een GPS signaal uitzenden, kunnen de GPS posities afkomstig van één en hetzelfde schip van VMS en AIS toch verschillen. Hier concluderen we echter dat de precisie in GPS

nauwkeurigheid tussen VMS en AIS niet tot nauwelijks effect heeft op de interpretatie van visserij-intensiteit en patronen.

Hoewel op basis van VMS visserij-intensiteit al accuraat te schatten is, is er meerwaarde te halen uit het gecombineerd gebruik van VMS en AIS. Door VMS en AIS te combineren kan de schatting van visserij-intensiteit op een fijn ruimtelijke schaal verbeteren waarin vooral de piek- en dal-intensiteit beter wordt geschat. Ook kan met behulp van AIS gegevens uit 2011 en 2012 het gedrag van vissers in kaart gebracht worden wat retrospectief toegepast kan worden op VMS gegevens van voor 2011. Wel zijn er substantiële additionele kosten verbonden aan het gebruik van AIS in aanvulling op VMS.

## 1. Inleiding

IMARES voert samen met Deltares en een consortium van 4 partners monitoring uit binnen het project 'PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta' in opdracht van RWS-WVL, waarin de uitwerking van de compensatiemaatregel bodembeschermingsgebied Voordelta onderzocht wordt. Doel van het project is in kaart te brengen of de compensatie maatregelen in de Voordelta, als compensatiegebied aangewezen voor de aanleg van de tweede Maasvlakte, daadwerkelijk een (positief) effect hebben. Onderdeel van de compensatiemaatregelen zijn verscherpte regelgeving voor de visserij en gedeeltelijke sluiting voor de visserij.

Om het effect van visserij-intensiteit te bepalen heeft IMARES gebruik gemaakt van VMS (Vessel Monitoring by Satellite, een GPS signaal van een visserschip eens in de 2 uur) en aanlandingsgegevens. De combinatie van deze twee bronnen maakte het mogelijk om visserij-intensiteit in hoog ruimtelijke detail te bepalen. Door daarna een koppeling te maken met surveygegevens van bodemleven, vis en vogels, kan de relatie met visserij bestudeerd worden.

Er worden echter vragen gesteld bij het detail dat VMS gegevens bevatten om deze vraag te kunnen beantwoorden. Omdat VMS slechts eens in de 2 uur scheepspositie informatie verschaft, betekent dit dat de onzekerheid over de werkelijke visserij-intensiteit groot is. Deze visserij-intensiteit is daardoor mogelijk beperkt bruikbaar voor de analyses op het ruimtelijk schaalniveau van de Voordelta.

AIS (Automatic Identification System, een signaal van schepen eens per 2 seconde – 3 minuten) gegevens zijn daar mogelijk beter voor geschikt, omdat hiermee met veel kortere intervallen de positie van schepen kan worden vastgelegd. Cruciaal in deze analyses is echter de koppeling tussen de positie van een vissersschip (VMS of AIS) en de aanlanding gegevens, waarin ook beschreven staat met wat voor soort tuig er gevist is. Immers, een bodemberoerende visserij heeft een andere impact dan een staandwant visserij. Deze tuiginformatie wordt niet in AIS opgeslagen. Dit maakt het onmogelijk om alleen op basis van AIS visserij-intensiteit te bepalen.

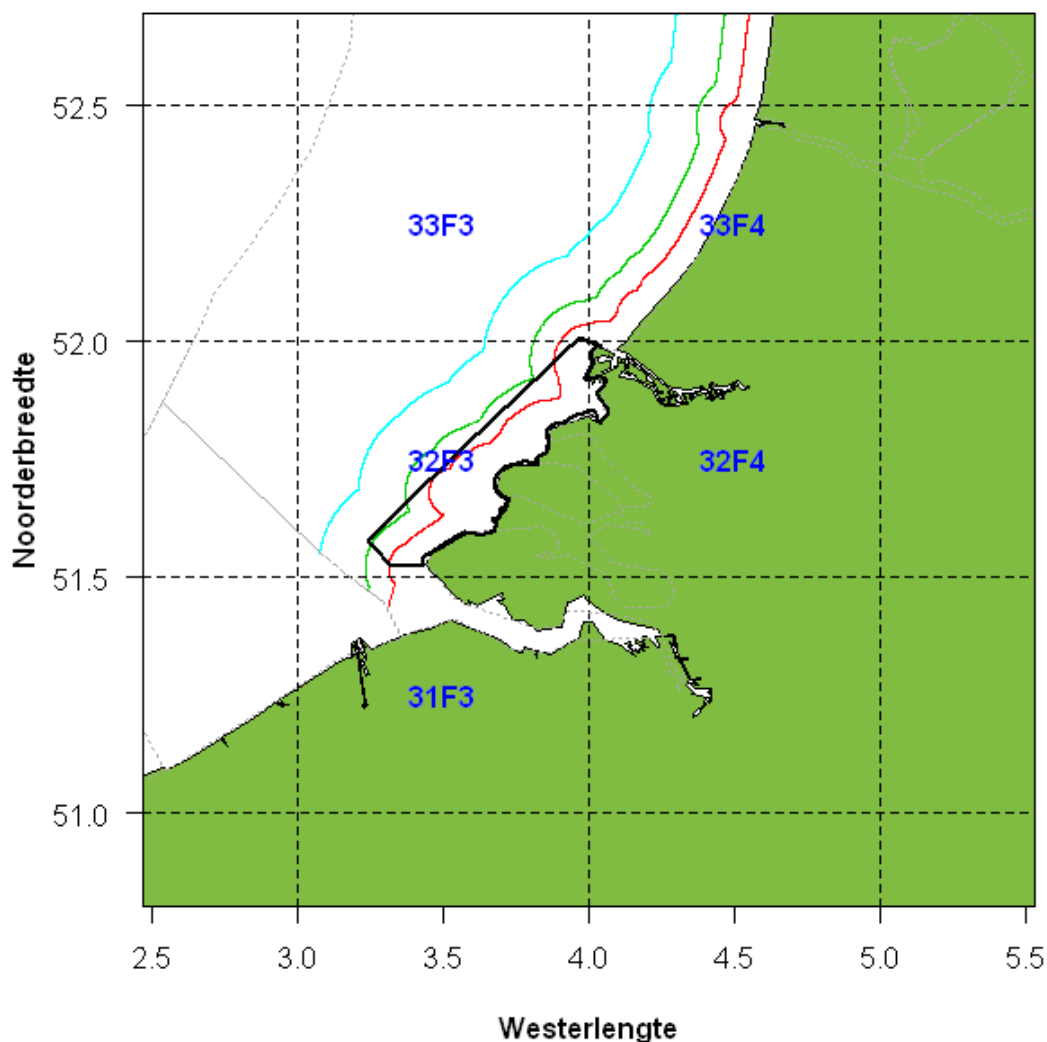
Binnen dit project wordt geanalyseerd in hoeverre visserij-intensiteit accuraat berekend kan worden op basis van VMS alleen. Om deze vraag te beantwoorden wordt naast VMS ook gebruik gemaakt van AIS. AIS wordt ingezet om te bepalen in hoeverre ruimtelijke visserij-intensiteit patronen veranderen wanneer het hogere detail beschikbaar in AIS, wordt benut. Doordat de collectie en precisie van AIS en VMS anders van opzet zijn, wordt getest in hoeverre de AIS dekkingsgraad en GPS precisie van invloed zijn op de berekening van visserij-intensiteit.

Op basis van deze analyses wordt een uitspraak gedaan over de 'kosten' en 'baten' van het gecombineerde gebruik van VMS en AIS gegevens om visserijverspreiding en intensiteit te berekenen.

## 2. Materiaal & Methoden

### 2.1 Studiegebied

Het studiegebied bestaat uit de Voordelta (zwart omlijnd, Figuur 2.1), omringd door vijf ICES vierkanten (31F3 – 33F4, zwarte stippellijnen). Het Voordeltagebied beslaat een ruime 900km<sup>2</sup> terwijl de vijf ICES vierkanten in totaal voor bijna 10 000km<sup>2</sup> uit zeewateroppervlak bestaan. Veruit het grootste gedeelte (~95%) van de Voordelta ligt in ICES vierkant 32F3. Het grootste gedeelte van de Voordelta ligt ook binnen de 3 mijlszone (rode lijn) en bijna de volledige Voordelta ligt binnen de 6 mijlszone (groene lijn). Alle data analyses die uitgevoerd zijn in deze studie hebben betrekking op het studiegebied binnen de ICES vierkanten en binnen de Voordelta. Alleen visserijgegevens afkomstig uit dit studiegebied zijn meegenomen in de analyses.



Figuur 2.1: Studiegebied van de vergelijking tussen AIS en VMS met betrekking tot de Voordelta. De Voordelta is zwart omlijnd weergegeven terwijl de omliggende ICES vierkanten gegeven zijn met zwarte stippellijnen. De naamgeving van ieder van deze ICES vierkanten is gegeven in donkerblauw. De 3, 6 en 12 mijlszones zijn aangegeven in respectievelijk rood, groen en lichtblauw. De Nederlands en Belgisch EEZ is lichtgrijs gestippeld uitgezet.

## 2.2 Beschikbaarheid AIS gegevens

De analyses zijn uitgevoerd met de beschikbare AIS gegevens uit de vijf ICES vierkanten. De afkorting AIS staat voor Automatic Identification System. Sinds 2005 zijn alle schepen groter dan 300 GT (Gross Tonnage), dus vrijwel alle koopvaardijsschepen en sommige vissersschepen, verplicht uitgerust met een AIS transponder. In 2011 is gestart met een gefaseerde invoering van de AIS plicht voor vissersvaartuigen met een lengte van meer dan 15 meter. Concreet betekent dit voor vissersvaartuigen dat AIS verplicht is voor:

- Vissersvaartuigen met een lengte groter dan 24 meter, maar minder dan 45 meter op uiterlijk 31 mei 2012
- Vissersvaartuigen met een lengte groter dan 18 meter, maar minder dan 24 meter op uiterlijk 31 mei 2013
- Vissersvaartuigen met een lengte groter dan 15 meter, maar minder dan 18 meter op uiterlijk 31 mei 2014.

Voor nieuwbouw vissersvaartuigen met een lengte meer dan 15 meter is AIS al verplicht, evenals voor bestaande vissersvaartuigen met een lengte meer dan 45 meter.

Schepen zijn verplicht AIS altijd operationeel te houden, tenzij er omstandigheden zijn waarin dit volgens de schipper gevaar oplevert voor de veiligheid of beveiliging van het vaartuig. Het kan zodoende voorkomen dat AIS wel wordt uitgeschakeld.

De AIS gegevens worden opgevangen door AIS ontvangststations langs de Nederlandse kust en op offshore platforms. Vervolgens worden deze berichten doorgestuurd naar het Kustwachtcentrum gevestigd in Den Helder. MARIN ontvangt deze gegevens maandelijks van de Kustwacht en mag deze gebruiken voor onderzoeksdoeleinden. Gegevens mogen alleen anoniem naar buiten worden gebracht.

Het unieke kenmerk van een schip in het AIS bericht is het Maritime Mobile Service Identity (MMSI) nummer van het schip. Daarnaast is het *callsign* een uniek kenmerk van een schip. Aangezien AIS niet speciaal voor vissersschepen is ontwikkeld, is er in de AIS geen apart veld beschikbaar voor het uitzenden van het scheeps-ID zoals die bekend is onder bijvoorbeeld 'GO31'. Deze scheeps-ID wordt ook wel 'externe markering/EXT marking' genoemd. Er is afgesproken dat het scheeps-ID wordt ingevuld in het naamveld van de AIS. De scheepsnaam wordt gegeven als bijvoorbeeld 'Morgenster'. De scheepsnaam en scheeps-ID combinatie wordt echter niet systematisch doorgegeven, net als het *callsign*, waardoor het MMSI nummer voor vissersschepen het enige betrouwbare scheeps-ID in de AIS gegevens is.

In de analyses is gebruik gemaakt van:

- AIS gegevens in 2011 en 2012 beschikbaar in de vijf ICES vierkanten, van schepen die in deze hele periode in ieder geval een snelheid geregistreerd hadden van meer dan één knoop, iedere tien minuten.
- Alle AIS gegevens in 2011 en 2012 van de vissersschepen waarvan een scheeps-ID aan een MMSI nummer gekoppeld kon worden, iedere minuut.

## 2.3 Beschikbaarheid VMS & logboek gegevens

De analyses zijn uitgevoerd met beschikbare VMS- en logboekgegevens uit de vijf ICES vierkanten. Alle schepen met VMS aan boord kunnen hiermee gevolgd worden. Sinds 1 januari 2005 hebben alle vissersschepen groter dan 15 meter VMS aan boord; sinds 1 januari 2012 hebben alle vissersschepen groter dan 12 meter VMS aan boord. Een VMS transponder stuurt eens in de 2 uur informatie naar een satelliet over de positie van het schip, inclusief de tijd en datum van registratie, de snelheid en richting van het schip. VMS vertelt zodoende iets over de ruimtelijke verspreiding van de visserij door de tijd



heen. Nederland heeft toegang tot alle VMS gegevens van alle Nederlandse schepen (indien VMS plichtig) en van alle buitenlandse schepen op het EEZ.

VMS bevat geen informatie over de visserij zelf, zoals tuiginformatie, vangstsamenstelling, vertrekhaven enzovoorts. Voor visserij-intensiteitsstudies zoals deze zijn deze wel noodzakelijk. Daarom wordt er een koppeling gemaakt tussen VMS- en logboekgegevens. In de logboeken staan per visreis, en soms ook per dag en/of ICES vierkant, details over de visreis met betrekking tot scheepsstatistieken en vangst. In zowel de logboeken als VMS staat een scheeps-ID vermeld waarop VMS en logboek te matchen valt. Wanneer VMS en logboeken gekoppeld worden, kan het hogere detail in de ruimtelijke verspreiding van de visserij uit VMS gekoppeld worden aan de tuiginformatie uit de logboeken. Op die basis kan de visserij-intensiteit berekend worden. Nederland heeft geen beschikking over buitenlandse logboekgegevens. Daardoor is het beperkt mogelijk de buitenlandse VMS gegevens te verwerken in de analyse. In deze studie is ervoor gekozen om buitenlandse VMS, AIS en logboek gegevens buiten beschouwing te laten omdat de vraag over spatio-temporele dekking ook zonder buitenlandse gegevens te beantwoorden is.

In de analyses is gebruik gemaakt van de VMS gegevens uit 2011 en 2012. In totaal gaat het hierin om bijna 39 000 visreizen, waarvan ongeveer 27 000 visreizen uitgevoerd zijn met bodemberoerende tuigen. In deze analyse worden de tuigtypes die significante bodemberoering kunnen veroorzaken gebruikt. In totaal is er in 2011 en 2012 gezamenlijk de beschikking over ongeveer 3.1 miljoen VMS datapunten van de hele Nederlandse vloot. Hiervan blijven er ongeveer 1.1 miljoen over wanneer bodemberoerende tuigen geselecteerd worden en een koppeling gemaakt wordt met de 27 000 logboek registraties.

## 2.4 Opschonen datasets

De ruwe VMS, AIS en logboek gegevens die aangeleverd worden aan IMARES en MARIN bevatten in de regel foutieve registraties. Deze registraties moeten eruit gefilterd worden voordat deze gegevens gebruikt kunnen worden voor verdere analyses. De procedure die is gevolgd om de VMS- en logboekgegevens te verwerken en te analyseren staat gedetailleerd beschreven in Hintzen et al. (2013) en maakt gebruik van het softwarepakket VMStools (Hintzen et al. 2012). De methodiek om VMS gegevens op te schonen is ook toegepast op de AIS gegevens. Hieronder wordt puntsgewijs weergegeven welke controlestappen uitgevoerd zijn en welke actie is ondernomen om de datasets op te schonen.

### *Opschonen VMS*

- Registratie wordt verwijderd indien het een duplicaat van een andere regel is, dit gebaseerd op scheeps-ID, GPS positie, tijd & datum registratie;
- Registratie wordt verwijderd indien er een ongeldige geografische positie of vaarrichting, of onwaarschijnlijk hoge snelheid (>20 knopen) is geregistreerd;
- Registratie wordt verwijderd indien er sprake is van een 'pseudo' duplicaat. Indien de tijd van uitzenden van opvolgende signalen minder dan 5 minuten bedraagt, is er sprake van een fout in het VMS apparaat;
- Registratie krijgt een indicatie mee of de geografische positie in een haven of op land ligt. Een registratie wordt verwijderd wanneer de positie wel op land, maar niet in een haven ligt.

### *Opschonen AIS*

- Registratie wordt verwijderd indien het een duplicaat van een andere regel is, dit gebaseerd op scheeps-ID, GPS positie, tijd & datum registratie;
- Registratie wordt verwijderd indien er een ongeldige geografische positie of vaarrichting of onwaarschijnlijk hoge snelheid (>20 knopen) is geregistreerd;

- Registratie krijgt een indicatie mee of de geografische positie in een haven of op land ligt. Een registratie wordt verwijderd wanneer de positie wel op land, maar niet in een haven ligt;
- Registratie wordt verwijderd indien er geen voorgaande of opvolgende registratie ligt binnen een uur (onverklaarde verplaatsing);
- Registratie wordt verwijderd indien de berekende snelheid van een schip (op basis van afgelegde afstand tot opvolgende registratie) groter is dan 20 knopen;
- Registratie wordt verwijderd wanneer de MMSI registratie uit AIS niet uniek gekoppeld kan worden aan een scheeps-ID uit de logboeken.

Deze laatste stap behoeft toelichting. Wanneer er meerdere scheeps-IDs gekoppeld zijn aan één MMSI registratie, dan kan er hooguit één de juiste zijn. Om in deze gevallen te bepalen welke de juiste is, zijn AIS en VMS registraties die in dezelfde minuut zijn afgegeven met elkaar vergeleken. Bij MMSI en scheeps-ID combinaties waarbij in meer dan 2% van de gevallen de afstand tussen AIS en VMS groter is dan 617 meter (de afstand die afgelegd kan worden in een minuut bij 20 knopen) is de koppeling als onjuist beschouwd en verwijderd. In resterende gevallen waarbij de afstand nog steeds groter is dan de 617 meter, worden de AIS registraties op die betreffende dag voor dat schip verwijderd uit de dataset.

Als er na deze stap nog steeds MMSI registraties voorkomen met meerdere scheeps-IDs, dan worden deze combinaties ook verwijderd. Een scheeps-ID met meerdere MMSI registraties is echter wel mogelijk, en resulteert alleen in een verwijdering uit de AIS dataset als de verschillende MMSI registraties bij een scheeps-ID overlappen in de tijd.

#### *Opschonen logboekgegevens*

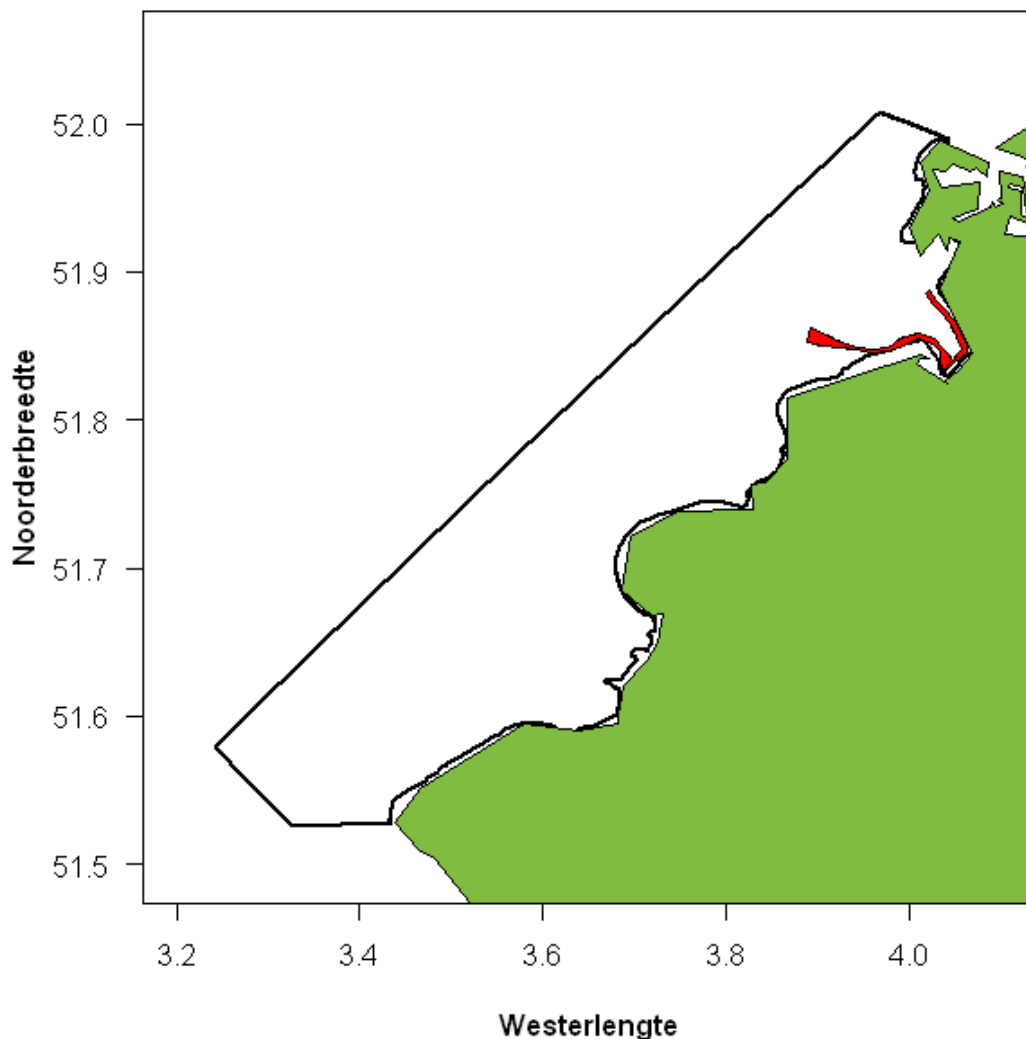
- Registratie wordt verwijderd indien het een duplicaat van een andere regel is, dit gebaseerd op scheeps-ID, tripnummer en vangstdatum;
- Registratie wordt verwijderd indien het tijdstip van aankomst van een trip voor het vertrek van de trip valt;
- Registratie wordt verwijderd indien er een overlap is met andere gerapporteerde visreizen (trip nummers) van hetzelfde schip.

Naast het opschonen van de verschillende datasets wordt er ook een selectie van vistuigen gemaakt. De tuigcodes die gebruikt zijn in analyses 'visserij-intensiteit' en 'gevoeligheidsanalyse' bestaan uit TBB, OTB, OTT, SSC, SDN, HMD, DRB en PTB. Op basis van vangstsamenstelling en maaswijdte is daarnaast de garnalenvisserij te onderscheiden. Deze categorie valt volledig onder TBB maar wordt gemakshalve met TBS aangegeven in de analyses.

Tabel 2.1: Tuigcodes en omschrijving

<b>Tuigcode</b>	<b>Omschrijving</b>
TBB	Boomkor
OTB	Demersale bordentrawl
OTT	Dubbele demersale bordentrawl
SSC	(Schotse) zegen
SDN	(Deense) zegen
HMD	Mechanische dredge
DRB	Dredge
PTB	Gepaarde demersale bordentrawl

Daarnaast worden ook alleen die AIS en VMS registraties gebruikt in de analyse die niet in de vaargeul richting het Haringvliet liggen (Figuur 2.2).



Figuur 2.2: Weergave van de positie van de vaargeul (in rood) richting het Haringvliet.

## 2.5 Koppelen AIS en VMS gegevens

### *Koppelen van MMSI en scheeps-ID*

Door het combineren van de VMS en logboekgegevens is een lijst samengesteld van vissersschepen die in 2011 en 2012 gevestigd hebben in de vijf ICES vierkanten.

De externe markeringen (EXT marking, scheeps-ID zoals bekend in VMS) die voorkomen in deze lijst moeten gekoppeld worden aan MMSI nummers beschikbaar in de AIS. Oftewel, de unieke naamgeving in AIS (MMSI) moet gekoppeld worden aan de unieke naamgeving in VMS/logboeken (scheeps-ID). Om dit te bewerkstelligen is er een set van AIS data samengesteld, met daarin van ieder schip binnen de vijf ICES vierkanten om de tien minuten het laatste ontvangen AIS bericht, mits de snelheid (over de grond) groter was dan één knoop. Dit laatste omdat er binnen de vijf ICES vierkanten een aantal havens liggen, de signalen van deze schepen zijn niet van belang en maken de dataset onnodig groot.

Uit deze set is een lijst samengesteld van voorkomende combinaties van MMSI, scheeps-ID en *callsign*, een derde type naamgeving die ook terug te vinden is in het Europees scheepsregister.

Vervolgens zijn er twee koppelingen gemaakt tussen de lijst gebaseerd op de AIS data en de lijst van vissersvaartuigen die in 2011 en 2012 gevist hebben in de vijf ICES vierkanten.

1. Er is een koppeling gemaakt op *callsign* (ircs, International Radio Call Sign).
2. Er is een koppeling gemaakt op het voorkomen van de EXT marking in de scheepsnaam in de AIS. Waarbij de EXT marking zowel voor, tussen als na de scheepsnaam kan staan.

#### *Afwijking van VMS en AIS in de ruimte en tijd*

Om de afwijking tussen VMS en AIS te bepalen zijn VMS en AIS registraties op basis van een unieke naamgeving van een schip (externe markering) en tijdsregistratie die beschikbaar is in zowel AIS en VMS (binnen dezelfde minuut) gekoppeld. Hiertoe is de tijdszone van AIS omgezet van UTC (Coordinated Universal Time) naar lokale tijd (CET, Central European Time), aangezien VMS en logboek alleen in deze lokale tijd beschikbaar is.

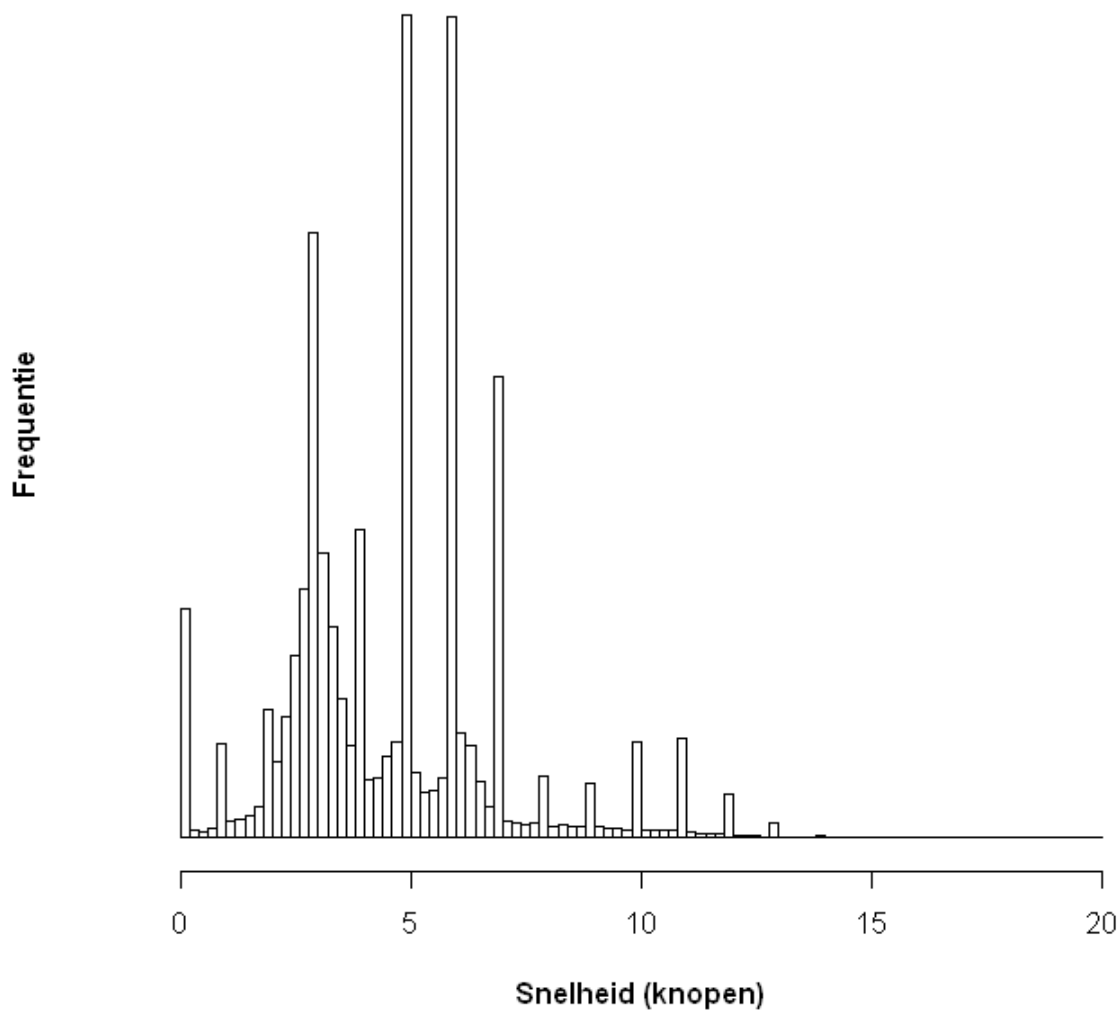
Vervolgens wordt voor elke gekoppelde registratie de afstand bepaald tussen de AIS en VMS positie. Omdat deze afstand ook afhankelijk is van de snelheid van het schip (AIS en VMS registraties zullen zelden op exact hetzelfde moment worden afgegeven), wordt de afstand ook uitgezet tegen de snelheid van het schip. De afstand tussen AIS en VMS, ten opzichte van de snelheid van het schip, is een maat voor de afwijking tussen VMS en AIS. Deze afwijking wordt gebruikt in de interpretatie van de resultaten en het adviseren van een geschikte schaalgrootte waarop VMS en AIS geaggregeerd kunnen worden.

#### *Nauwkeurigheid (GPS precisie) van AIS en VMS gegevens*

De exacte precisie van GPS hangt voornamelijk af van het positiebepalingssysteem dat gebruikt wordt, atmosferische omstandigheden, ontvangst van satellieten en de verwerking van de GPS posities naar standaard data opslag. Door deze variabelen is er geen uitspraak te doen over de exacte precisie van AIS of VMS registraties. In deze studie is een precisie van minimaal 20 meter gekozen, gebaseerd op uitlatingen van NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, US) na de bekendmaking in 2000 dat de tot dan toe toegevoegde ruis aan GPS op nul gesteld werd.

## 2.6 Activiteit bepaling AIS en VMS schepen

Voor studies waarin de effecten van visserij op vis en bodemleven (benthos) worden bestudeerd, is alleen een vissende activiteit van schepen interessant om in de analyses mee te nemen. Immers, dat is hoofdzakelijk de activiteit die een directe impact op de sterfte van vis en bodemleven kan hebben. Activiteit van een visserschip wordt echter niet geregistreerd in AIS, VMS of logboeken (met de komst van het elektronisch logboek: e-logbook, zal dit veranderen en komt er op trekniveau informatie beschikbaar). Daarom wordt er, op basis van de snelheid van een schip, bepaald of een schip vissend is, stomend van en naar de visgronden of juist het tuig haalt dan wel stilligt om een andere reden (niet in de haven). De drie typen activiteit (stilliggen, vissen, stomen) kunnen onderscheiden worden wanneer de snelheidsgegevens uit VMS of AIS worden weergegeven als een frequentieverdeling (zie Figuur 2.3).



Figuur 2.3: Frequentieverdeling van geregistreerde snelheden (in knopen) in de VMS dataset voor boomkortuigen. In totaal zijn er drie pieken zichtbaar. De eerste piek rondom de snelheid 0 knopen (stil liggen, tuig halen), de tweede piek rondom de snelheid van 5 knopen (vissen) en de derde piek rondom de snelheid van 11 knopen (stomen). Hoge pieken komen overeen met afgeronde snelheden (meest voorkomend in de VMS dataset) en lagere pieken komen overeen met snelheden afgerond op 0.2 knopen)

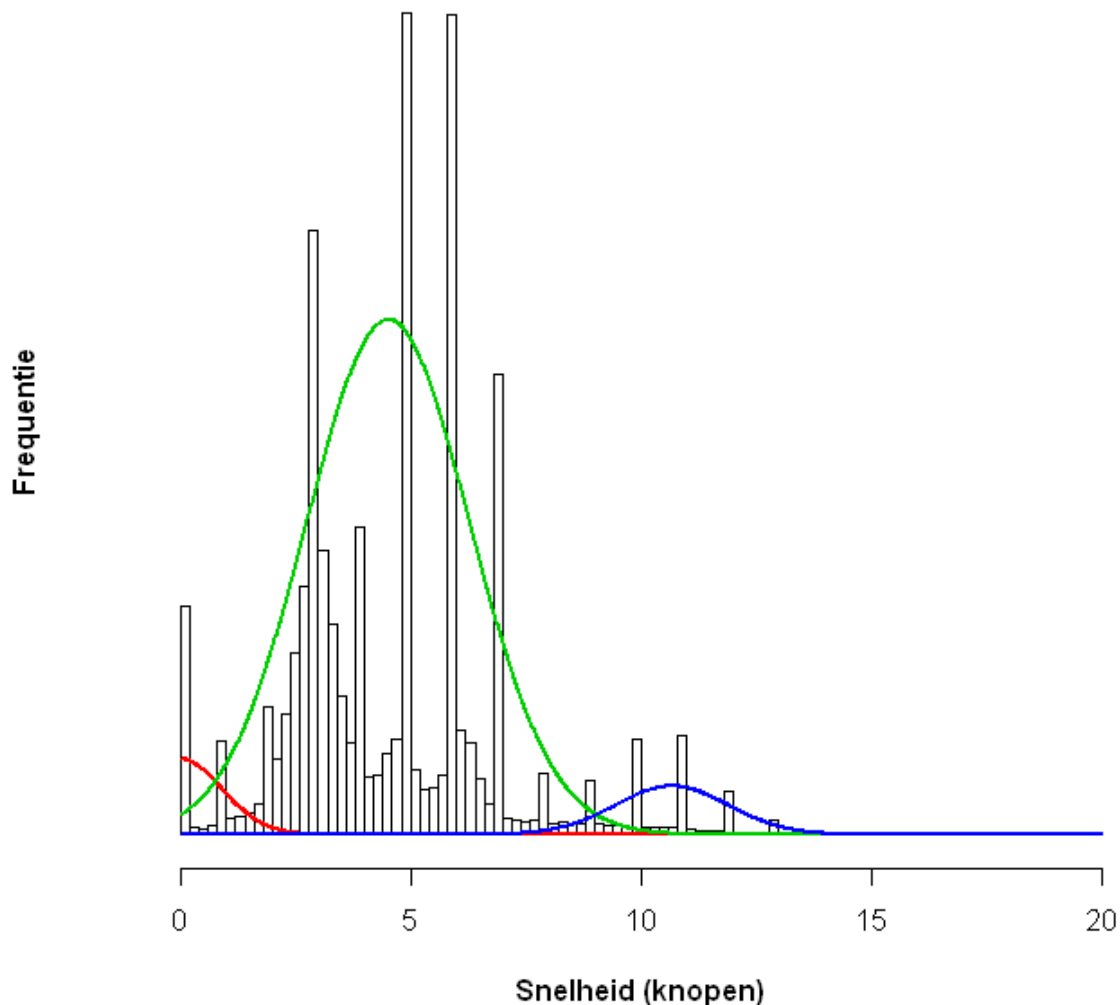
Vissnelheden verschillen per tuig en zijn daarnaast afhankelijk van het motorvermogen van de schepen. Op basis van genoemde tuigtypen in paragraaf 'Opschonen logboek gegevens' (Tabel 2.1) zijn tuig – motorvermogen categorieën gedefinieerd, zie Tabel 2.2. Voor iedere categorie wordt een snelheidsfrequentieverdeling gemaakt en de vissnelheid voor die specifieke tuig – motorvermogen combinatie vastgesteld. Het is zodoende noodzakelijk om voor iedere VMS of AIS registratie te bepalen met welk tuig en met wat voor motorvermogen er gevist is. Daartoe worden AIS en VMS gekoppeld aan de logboek gegevens. Een koppeling tussen VMS/AIS en een logboek registratie komt tot stand wanneer een VMS/AIS registratie van een schip met een tijdstip waarop het VMS / AIS signaal is uitgezonden valt binnen de vertrek- en aankomsttijd van datzelfde schip, zoals geregistreerd in de logboeken (in de logboeken wordt melding gemaakt op welke datum en tijd een schip de haven uitvaart en weer binnenvaart). Deze koppeling zorgt ervoor dat een visreisnummer, een uniek nummer dat per schip per visreis wordt toegekend aan de logboekgegevens, gelinkt kan worden aan een aantal VMS / AIS registraties. Deze link maakt het mogelijk om de informatie over vistuig uit de logboeken te koppelen

aan de VMS / AIS registraties. Immers, de VMS / AIS en logboekgegevens hebben nu beiden het visreisnummer gemeen.

Tabel 2.2: Tuigcodes en omschrijving

<b>Tuigcode</b>	<b>Omschrijving</b>	<b>Motorvermogen (KW)</b>	<b>Categorie</b>
TBB	Boomkor	<225	TBB225
		≥225 & < 10000	TBB10000
OTB	Demersale bordertrawl	<225	OTB225
		≥225 & < 10000	OTB10000
OTT	Dubbele demersale bordentrawl	<225	OTT225
		≥225 & < 10000	OTT10000
SSC	(Schotse) zegen	<500	SSC500
		≥500 & < 10000	SSC10000
HMD	Mechanische dredge	<10000	HMD
DRB	Dredge	<500	DRB500
		≥500 & < 10000	DRB10000
PTB	Gepaarde demersale bordentrawl	<225	PTB

Op basis van de frequentieverdeling (per tuig en motorvermogen) wordt een statistisch model toegepast dat drie normale verdelingen door deze drie pieken en omliggende data fit. Wanneer een snelheid  $x$  onder de normale verdeling valt van de middelste piek (vissen) betekent dat dat snelheid  $x$  als vissende VMS / AIS registratie wordt beschouwd. Wanneer een snelheid  $y$  onder de normale verdeling valt van de rechter piek (stomen) wordt deze snelheid  $y$  als stoom VMS / AIS registratie beschouwd. Een voorbeeld van een model fit is weergegeven in Figuur 2.4.



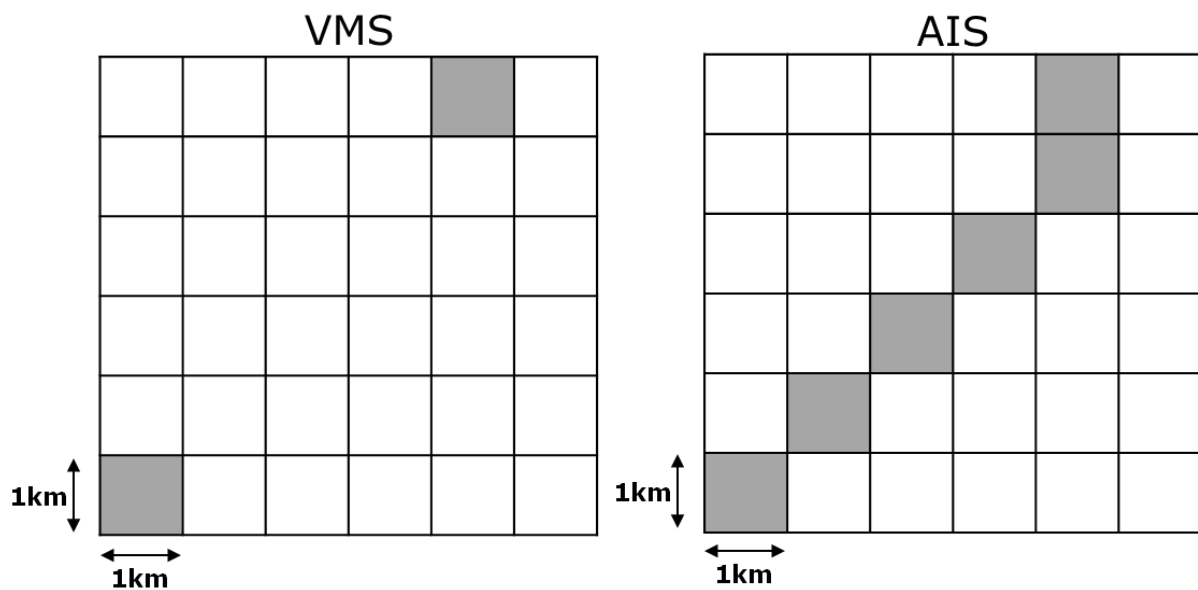
Figuur 2.4: Frequentie verdeling van geregistreeerde snelheden (in knopen) in de VMS dataset voor boomkor tuigen. De model fit van drie activiteitstypen (stil liggen in rood, vissen in groen, stomen in blauw) zijn weergegeven in de Figuur. Indien in dit geval de groene lijn boven de rode of blauwe lijn uitstijgt betekent dit dat alle snelheden onder de groene curve geassocieerd worden met vissen.

Figuur 2.4 laat zien dat de piek rondom de gemiddelde vissnelheid (5 knopen) loopt van ongeveer 1 knoop tot 8 knopen (onderliggende data in Figuur 2.4 zijn illustratief en vertegenwoordigt geen echte visserij). Lager dan 1 knoop ligt de piek van de stilliggen activiteit (rode lijn) hoger dan de vissende activiteit (groene lijn) en boven de 8 knopen ligt de piek van de stomende activiteit (blauwe lijn) hoger dan de vissende activiteit (groene lijn). Op basis van deze snijpunten tussen de rode, groene en blauwe lijnen wordt er voor al deze tuigtypen en motorvermogens een boven- en ondergrens op de snelheid bepaald waarvan wordt aangenomen dat een schip vissend is. In deze studie zijn hoofdzakelijk de snelheden onder de groene piek interessant. Voor zowel de VMS gegevens als de AIS gegevens wordt deze analyse uitgevoerd. Hierdoor kunnen de boven- en ondergrens verschillen tussen VMS en AIS.

## 2.7 Berekenen van visserij-intensiteit

Uiteindelijk is het voor deze studie relevant om inzichtelijk te maken hoe visserij-intensiteit ruimtelijk verdeeld is. Deze verdeling wordt bepaald door de GPS posities uit VMS en AIS in te delen in blokken van 1km bij 1km binnen de Voordelta. Des te meer GPS posities er vallen binnen één blok, des te hoger is de

visserij-intensiteit. Er is echter een groot verschil tussen het tijdsinterval tussen twee signalen in de twee datasets. Het tijdsinterval voor de VMS dataset is ongeveer 2 uur, voor de AIS dataset in deze studie ongeveer 1 minuut. De ruimtelijke verdeling op basis van AIS zal dus een veel gelijkmatigere verdeling van de visserij-inspanning weergeven door de ruimte heen dan de ruimtelijke verdeling op basis van VMS (zie ook Figuur 2.5). Immers, met iedere minuut een AIS signaal kan de beweging van een schip van het ene km x km blok naar het volgende aangrenzende km x km blok gevolgd worden. Bij gebruik van VMS betekent dit dat het schip al een grotere afstand heeft afgelegd, en er zo een aantal blokken 'overgeslagen' worden voordat er weer een nieuw signaal beschikbaar is. Deze beperking in ruimtelijk details is vooral van belang wanneer de analyse zich beperkt tot een korte tijdperiode, gedetailleerde ruimtelijke schaal of een kleine selectie van het vlootsegment.



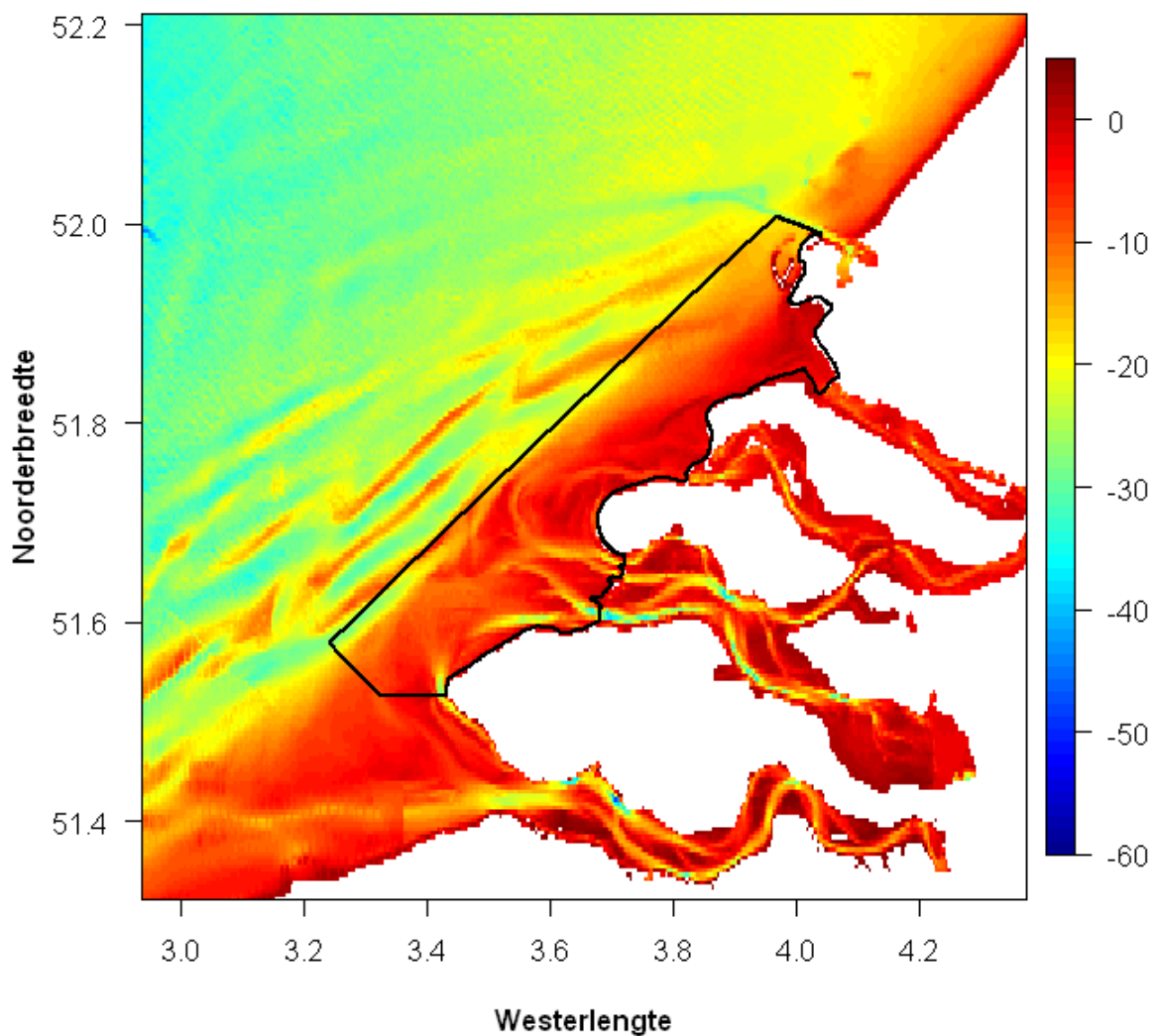
Figuur 2.5: Illustratieve weergave van de ruimtelijke verdeling van visserij-intensiteit op basis van VMS en AIS. Doordat AIS met een kleiner tijdsinterval een signaal uitzendt kan een vissend schip nauwkeuriger in de tijd gevolgd worden. Dit zorgt ervoor dat wanneer deze visserij-activiteit ingedeeld wordt in blokken van 1km bij 1km een gelijkmatig / continu patroon van visserij-inspanning zichtbaar wordt (grijze vlakken) terwijl op basis van VMS slechts een beperkt patroon zichtbaar is (grijze vlakken) en de exacte verplaatsing van het schip minder zichtbaar is. De witte vlakken geven de gebieden aan waar geen visserij-inspanning is geregistreerd.

Door middel van interpolatietechnieken, waarbij artificeel GPS posities worden toegevoegd tussen twee opeenvolgende VMS registraties, kan het ruimtelijk detail verhoogd worden. In deze studie wordt het detail verhoogd door VMS om te zetten van één registratie per twee uur naar één registratie per minuut (gelijk aan AIS) op basis van een interpolatietechniek genaamd 'cubic Hermite spline' (zie Hintzen et al. 2010). Deze interpolatietechniek reconstrueert het meest voor de hand liggende pad dat een vissersschip al vissend heeft afgelegd tussen twee opeenvolgende VMS registraties. Om dit pad te reconstrueren wordt gebruik gemaakt van onder andere de snelheid en vaarrichting van het vissersschip zoals geregistreerd in twee opeenvolgende VMS registraties. Het resultaat is een dataset die in ruimtelijke detail gelijk is aan die van AIS.

Naast interpolatie bestaat er ook een geo-statistische techniek om op basis van het beperkt aantal beschikbare VMS registraties toch een schatting te maken van visserij-intensiteit met hoog ruimtelijk detail. Deze techniek heet kriging. Bij kriging gaat men ervan uit dat de visserij-intensiteit gelijkmatiger verdeeld is over de ruimte en dat VMS registraties alleen meetpunten zijn op specifieke locaties. Het



aantal 'meetpunten' op verschillende locaties bepaalt dan uiteindelijk de visserij-dichtheid, die weer om te rekenen is naar visserij-intensiteit (dichtheid wordt uitgedrukt als uren vissen per jaar t.o.v. alle uren gevist in een jaar, en intensiteit kan worden uitgedrukt als aantal keren bevissing van één km bij km blok of totale tijd van vissende activiteit). Deze kriging techniek is reeds gebruikt binnen het PMR project, maar staat in beperkte mate toe een directe vergelijking te maken tussen AIS en VMS omdat de structuur van de resultaten anders is (GPS posities versus continue distributie). Daarom wordt in deze studie een extra stap toegevoegd: de interpolatie van VMS. De krigingstechniek maakt naast de GPS dichtheid afkomstig van VMS ook gebruik van een dieptekaart. Dit betekent dat de voorspelde werkelijke verdeling van visserij-intensiteit afhankelijk is van de GPS dichtheid en de diepte. Figuur 2.6 geeft een dieptekaart van het gebied weer.



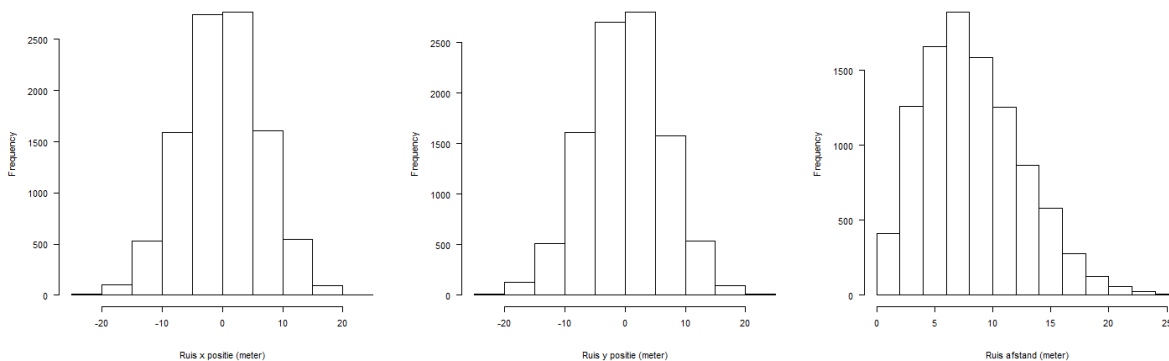
Figuur 2.6: Dieptekaart van het Voordelta gebied. Diepte is aangegeven op basis van kleur waar donkerblauw grote diepte en donkerrood beperkte diepte aangeeft.

### Berekening van afwijking in intensiteit tussen grids

De berekening van visserij-intensiteit op basis van VMS of AIS vindt plaats op ruimtelijk blokniveau. Dit betekent dat de visserij-inspanning van alle VMS of AIS posities die binnen een ruimtelijk blok vallen, bij elkaar opgeteld worden. Hiertoe worden eerst alle GPS posities omgezet in Rijks Driehoek projectie die er voor zorgt dat afstanden op een kaart in alle richtingen gelijk is (in plaats van de bolling van de aarde aanneemt). De set van alle blokken samen noemen we een grid. De visserij-intensiteit grids van AIS en VMS kunnen met elkaar vergeleken worden. Immers, een blok op positie  $x,y$  gebaseerd op VMS kan vergeleken worden met een blok op positie  $x,y$  gebaseerd op AIS. Hier wordt de  $\log_{10}$  ratio tussen VMS en AIS gebruikt als maat voor afwijking. Dit betekent dat indien de visserij-intensiteit bepaald op basis van VMS 10x zo groot is als die van AIS op positie  $x,y$  de ratio uitkomt op 1 terwijl deze uit zou komen op -1 als de ratio juist 1:10 zou zijn geweest.

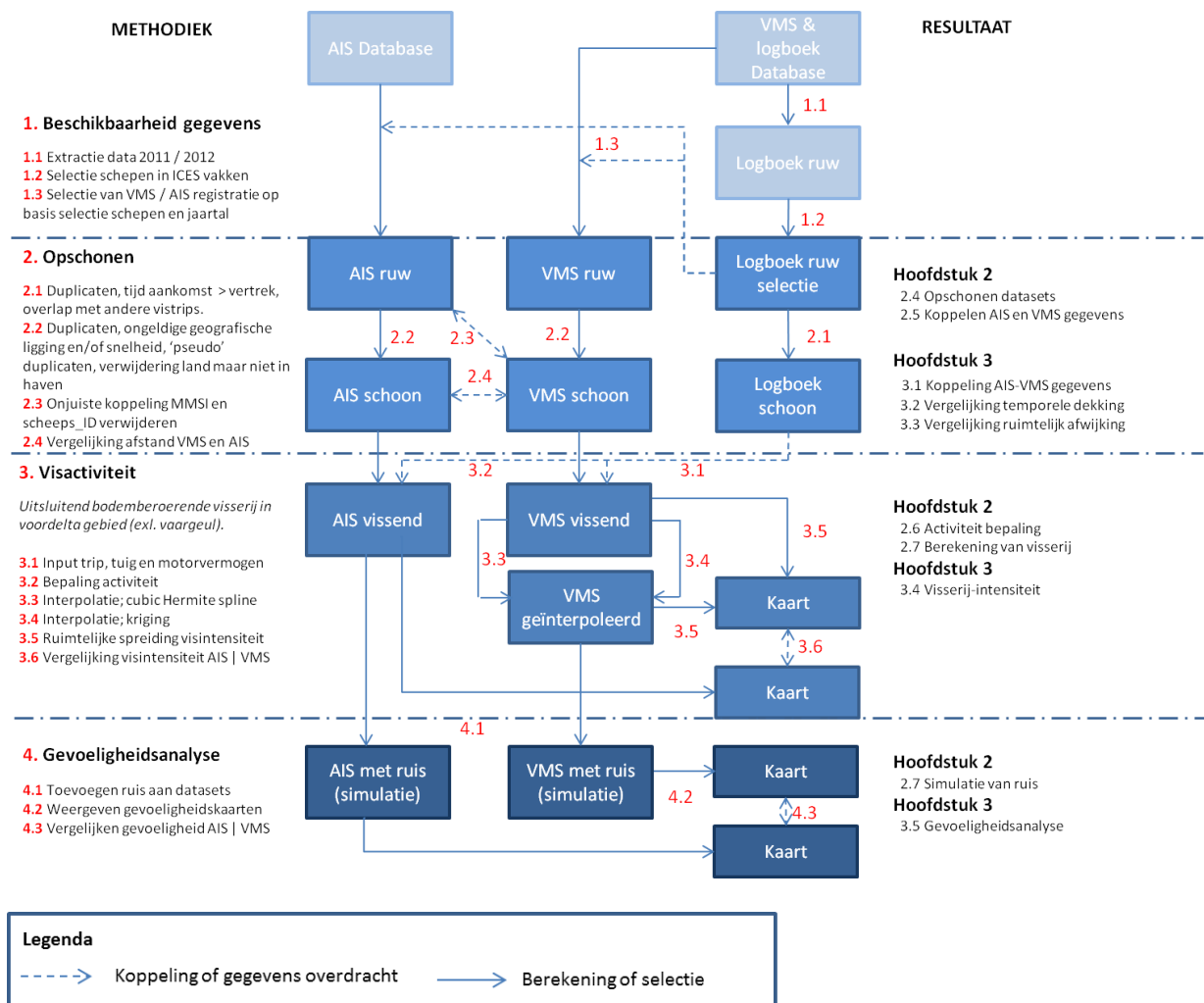
### Simulatie van ruis

Om een beeld te krijgen van de effecten van onzekerheid in de positiebepaling wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Daarbij wordt aan gerapporteerde GPS posities in AIS en VMS toegevoegd die de onzekerheid van de GPS positie simuleert. De GPS data in de gebruikte datasets garanderen een nauwkeurigheid van minimaal 20 meter. In de simulatie wordt daarom aangenomen dat 99% van de simulaties binnen een straal van 20 meter van de gerapporteerde positie valt en dat de onzekerheid in zowel de x- als de y-richting normaal verdeeld is. Figuur 2.7 geeft een voorbeeld van de verdeling van de gesimuleerde ruis. Deze ruis wordt toegevoegd aan de op Rijksdriehoek geprojecteerde posities zoals gegeven door AIS en VMS.



Figuur 2.7: Illustratie van de ruis die wordt toegevoegd. Voor zowel de x-positie (links) als de y-positie (midden) zijn in dit voorbeeld 10.000 willekeurige waarden getrokken uit een normaalverdeling met een gemiddelde van 0 en een standaard deviatie van 6,6 meter. Voor deze gesimuleerde waarden wordt de afstand berekend met de stelling van Pythagoras, wat afstanden oplevert die in 99% van de gevallen binnen de 20 meter liggen (rechts).

Figuur 2.8 geeft een totaal overzicht van de workflow zoals beschreven in hoofdstuk 2.



Figuur 2.8 Overzicht van de workflow van verwerking AIS, VMS en logboek gegevens tot de resultaten gepresenteerd in hoofdstuk 3 en 4.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Koppeling AIS – VMS gegevens

In totaal zijn er, uit de logboek gegevens, 295 records bekend van schepen die in de vijf ICES kwadranten hebben gevist in 2011 en 2012. Ieder van deze 295 records bevat een unieke scheepsnaam, scheeps-ID en *callsign*. In twaalf gevallen was er meer dan één record per schip. Van 176 schepen is naast het scheeps-ID ook het *callsign* bekend, het komt vier keer voor dat één *callsign* bij twee scheeps-ID waardes voorkomt.

Uit de AIS data van 2011 en 2012 in de vijf ICES kwadranten volgen 28 629 unieke combinaties van MMSI, scheepsnaam en *callsign* zoals uitgezonden in het AIS bericht (inclusief niet-vissersschepen). Voor veel MMSI nummers bestaan er meerdere combinaties met scheepsnaam en *callsign*, omdat deze laatste twee zogenaamde statische informatie betreft, die niet met ieder bericht opnieuw wordt uitgezonden.

Door het scheeps-ID uit logboekgegevens in het veld voor de scheepsnaam van de AIS te zoeken, werden er 109 MMSI nummers gevonden bij 105 scheeps-IDs. Dit levert 111 combinaties MMSI – scheeps-ID op. Hierbij zijn er zowel MMSI nummers met meerdere scheeps-IDs (2 MMSI nummers met 2 scheeps-IDs), als scheeps-IDs met meerdere MMSI nummers (1 scheeps-ID met 4 MMSI nummers, 3 scheeps-IDs met 2 MMSI nummers).

Met behulp van het *callsign* werden er 80 MMSI nummers gevonden bij 79 scheeps-ID. Dit levert 85 combinaties MMSI – scheeps-ID op. Ook hierbij zijn er zowel MMSI nummers met meerdere scheeps-IDs (5 MMSI nummers met 2 scheeps-IDs), als scheeps-IDs met meerdere MMSI nummers (1 scheeps-ID met 4 MMSI nummers, 3 scheeps-IDs met 2 MMSI nummers).

Het combineren van deze twee resulterende datasets levert 142 combinaties MMSI – scheeps-ID op, van 135 MMSI nummers en 130 scheeps-IDs. Hierbij zijn er 7 MMSI nummers met 2 scheeps-IDs, 1 scheeps-ID met 4 MMSI nummers, 1 scheeps-ID met 3 MMSI nummers en 7 scheeps-IDs met 2 MMSI nummers.

Op basis van de opschoonstappen wordt getracht deze dubbele combinaties te verwijderen. De resultaten hiervan worden in de volgende paragraaf behandeld.

#### 3.2 Vergelijking temporele dekking AIS met VMS

De ruwe AIS dataset, op basis van de 142 MMSI – scheeps-ID combinaties, bevat ruim 25 miljoen registraties (Tabel 3.1), waarvan na alle opschoonstappen ruim 58% resteert. Bij VMS wordt gestart met een dataset van ruim 1,2 miljoen registraties (Tabel 3.1), waarvan 79% resteert na het opschoonen. Dat bij AIS een groter deel van de registraties verwijderd wordt, komt vooral doordat deze dataset een grotere fractie aan duplicaten bevat. Daarnaast bevat deze set een aantal koppelingen tussen MMSI nummer en scheeps-ID, dat niet ondubbelzinnig is en daarom niet kan worden meegenomen in de analyse. Ook valt op dat er relatief veel registraties 'op land', maar niet vanuit de haven zijn afgegeven. Dit komt doordat het havengebied niet in groot detail op het kaartmateriaal is ingetekend, dat voor deze analyse is gebruikt. Deze registraties liggen in werkelijkheid (het overgrote deel) wel in de haven (en niet op land).

Tabel 3.1 Aantal registraties na elke opschoonstap van AIS en VMS data voor de jaren 2011 en 2012.

Opschoonstap	AIS		VMS	
	Aantal registraties	T.o.v. totaal in ruwe data	Aantal registraties	T.o.v. totaal in ruwe data
Omvang ruwe dataset	25.806.173	100,00%	1.243.734	100.00%
Duplicaten	22.158.915	85,87%	1.238.569	99.58%
Onmogelijk	22.150.358	85,83%	1.237.650	99.51%
Pseudoduplicaten	-		1.194.745	96.06%
Op land maar niet in haven	16.222.707	62,86%	984.876	79.19%
Onverklaarde verplaatsing	16.222.173	62,86%	-	-
Berekende snelheid	16.217.761	62,84%	-	-
Niet ondubbelzinnige link	15.018.091	58,20%	-	-

De logboeken uit de 5 ICES vierkanten bevat 56.001 registraties. De opschoonstappen hebben dit aantal niet veranderd, aangezien alle gegevens in orde blijken te zijn.

De dekking van zowel de ruwe als de opgeschoonde data kan op verschillende wijzen worden uitgedrukt:

- Het aantal registraties: in het geval van VMS en AIS het aantal uitgezonden 'pings' en in het geval van het logboek het aantal 'log-events';
- De hoeveelheid uren dat deze registraties vertegenwoordigen;
- Het aantal schepen behorend bij de registraties.

Schepen zijn geselecteerd op basis van hun geregistreerde aanwezigheid in de vijf relevante ICES-vakken in het logboek. Deze schepen komen waarschijnlijk ook buiten deze vijf vakken voor. Daarom is de dekking eerst bekeken voor het 'totale gebied' (op basis van alle beschikbare registraties van de geselecteerde schepen), binnen de vijf relevante ICES-vakken en binnen de Voordelta.

Tabel 3.2 laat de dekking van de ruwe data zien en Tabel 3.3 die van de opgeschoonde data. Het logboek heeft gediend als uitgangspunt voor de selectie van schepen, het is dan ook niet verwonderlijk dat het logboek de grootste dekking heeft ten aanzien van het aantal schepen. De dekking van het aantal schepen bij AIS en VMS verschilt licht. Dit betekent niet per se dat er minder schepen uitgerust zijn met AIS dan met VMS. Doordat niet alle MMSI registraties succesvol aan een scheeps-ID gekoppeld kon worden, ligt het werkelijk aantal met AIS uitgeruste schepen waarschijnlijk iets hoger. Verder is het opvallend dat er 1 schip geen VMS registratie heeft afgegeven in de 5 geselecteerde ICES vakken, terwijl dat op basis van het logboek wel is te verwachten (scheepslengte > 12 meter).

Qua registraties komt het logboek beduidend lager uit t.o.v. AIS en VMS. Dit komt doordat het logboek in principe alleen per etmaal hoeft te worden ingevuld tijdens een visreis. VMS geeft ongeveer elke 115 minuten een registratie af, AIS is elke minuut gesampled; hetgeen terug te zien is in de dekking t.a.v. het aantal registraties. Het aantal uren, dat de registraties vertegenwoordigen, is ook bepaald door het tijdsinterval tussen registraties horend bij een schip te sommeren. Hoewel de AIS dataset meer registraties bevat dan VMS, is het aantal uren dat door deze registraties vertegenwoordigd wordt wel lager. Dit komt deels doordat AIS minder schepen vertegenwoordigt en deels omdat VMS relatief meer registraties in de haven bevat.

Tabel 3.2 Dekking per gebied van de verschillende ruwe datasets: AIS, VMS en logboek voor de jaren 2011 en 2012. Dekking is gegeven als het aantal registraties, het aantal uren dat deze registraties vertegenwoordigd en het aantal schepen horend bij de registraties.

Gebied	AIS			VMS			Logboek		
	Regi- straties	Uren	Aantal schepen <sup>1</sup>	Regi- straties	Uren	Aantal schepen	Regi- straties	Uren	Aantal schepen
Totaal gebied	25.806.173	369.921	135	1.243.734	1.975.125	142	56.001	1.156.864	283
31F3	2.023.387	30.424	47	99.839	180.425	55	1.614	26.460	49
32F3	3.309.646	49.489	103	86.822	151.741	108	8.532	148.077	168
32F4	6.095.543	81.087	91	118.340	207.008	92	1.502	25.804	68
33F3	750.857	10.969	98	32.722	55.629	108	3.351	101.040	114
33F4	5.542.552	80.427	109	165.769	275.203	125	5.015	95.957	153
Alle ICES vakken	17.721.985	252.396	135	503.492	870.005	141	20.014	397.337	283
Voor- delta	1.691.265	26.952	97	28.481	52.203	99	-	45.769 <sup>2</sup>	-

Tabel 3.3 Dekking per gebied van de verschillende opgeschoonde datasets: AIS, VMS en logboek voor de jaren 2011 en 2012. Dekking is gegeven als het aantal registraties, het aantal uren dat deze registraties vertegenwoordigt en het aantal schepen horend bij de registraties.

Gebied	AIS			VMS			Logboek		
	Regi- straties	Uren	Aantal schepen	Regi- straties	Uren	Aantal schepen	Regi- straties	Uren	Aantal sche- pen
Totaal gebied	15.018.091	250,679	116	984.876	1.606.756	141	56.001	1.156.864	283
31F3	1.217.176	20,452	47	69.863	129.592	55	1.614	26.460	49
32F3	2.027.460	33,862	86	65.144	117.572	108	8.532	148.077	168
32F4	172.437	2,881	75	5.716	10.547	72	1.502	25.804	68
33F3	634.317	10,522	86	32.001	55.614	108	3.351	101.040	114
33F4	4.551.560	75,923	91	151.520	258.311	124	5.015	95.957	153
Alle ICES vakken	8.602.950	143,639	116	324.244	571.636	140	20.014	397.337	283
Voor- delta	1.540.579	25,737	83	27.980	52.543	99	-	45.769 <sup>2</sup>	-

<sup>1</sup> In de ruwe dataset van AIS is alleen het MMSI nummer van de schepen beschikbaar (en niet de externe markering), en is het aantal schepen hierop gebaseerd. Omdat een schip met een externe markering meerdere MMSI registraties kan voeren is dit aantal niet direct vergelijkbaar met de aantallen in de VMS dataset en het logboek.

<sup>2</sup> Omdat het logboek gerapporteerd wordt per ICES-vak, is dit aantal uren in de Voordelta geschat op basis van de gerapporteerde uren in de relevante ICES-vakken en de overlap daarvan met land en de Voordelta.

Opvallend is dat het aantal uren in de VMS dataset, uitgerekend ervanuit gaande dat iedere ping ongeveer 2 uur vertegenwoordigd, beduidend hoger ligt dan wat op basis van het logboek wordt verwacht, helemaal omdat het aantal schepen dat dat VMS heeft lager ligt dan het aantal schepen dat logboek registraties heeft. Dit kan worden verklaard doordat het logboek alleen per visreis wordt gevuld, dit terwijl VMS ook registraties afgeeft wanneer schepen afgemeerd in de haven liggen. In de opgeschoonde data ligt vooral in ICES vakken 31F3 en 33F4 het aantal uren VMS data hoger dan het aantal uren uit het logboek (Tabel 3.3). Dit zijn juist de vakken die overlappen met de havengebieden. Voor AIS is het aantal vertegenwoordigde uren in alle ICES vakken lager dan dat van het logboek.

Ook is de overlap tussen de schepen in de verschillende datasets geanalyseerd. Zoals eerder gezegd, vertegenwoordigt VMS meer schepen dan AIS in de huidige analyse (Tabel 3.3). Uit Tabel 3.4 voor het totale gebied en Tabel 3.5 voor de Voordelta blijkt dat niet alleen het aantal schepen tussen de beide datasets verschilt, maar het gaat ook deels om andere schepen. In de opgeschoonde datasets zijn er in de Voordelta 17 schepen die wel vertegenwoordigd zijn in AIS, maar niet in VMS (Tabel 3.5). Andersom zijn er 33 schepen die wel in VMS voorkomen maar niet in AIS (Tabel 3.5). In de huidige analyse van het Voordelta gebied bevatten de AIS en VMS dataset 66 gemeenschappelijke schepen.

Tabel 3.4 Overlap van het aantal schepen in de verschillende opgeschoonde datasets voor het totale gebied in 2011 en 2012. De getallen zijn het aantal schepen in de dataset in de rijen dat overeenkomt met de dataset in de kolommen, en tussen haakjes het aantal dat niet overeenkomt. Zo bevat de AIS dataset 97 schepen die ook in de VMS dataset voorkomen, waarbij 19 schepen alleen in de AIS dataset voorkomen.

	<b>AIS</b>	<b>VMS</b>	<b>Logboek</b>
<b>AIS</b>	116 (0)	97 (19)	116 (0)
<b>VMS</b>	97(44)	141 (0)	141 (0)
<b>Logboek</b>	116(167)	141(142)	283 (0)

Tabel 3.5 Overlap van het aantal schepen in de verschillende opgeschoonde datasets in de Voordelta in 2011 en 2012 (voor het logboek zijn dit de 5 relevante ICES vakken). De getallen zijn het aantal schepen in de dataset in de rijen dat overeenkomt met de dataset in de kolommen, en tussen haakjes het aantal dat niet overeenkomt. Zo bevat de AIS dataset 66 schepen die ook in de VMS dataset voorkomen, waarbij 17 schepen alleen in de AIS dataset voorkomen.

	<b>AIS</b>	<b>VMS</b>	<b>Logboek</b>
<b>AIS</b>	83 (0)	66 (17)	83 (0)
<b>VMS</b>	66(33)	99 (0)	99 (0)
<b>Logboek</b>	83(200)	99(184)	283 (0)

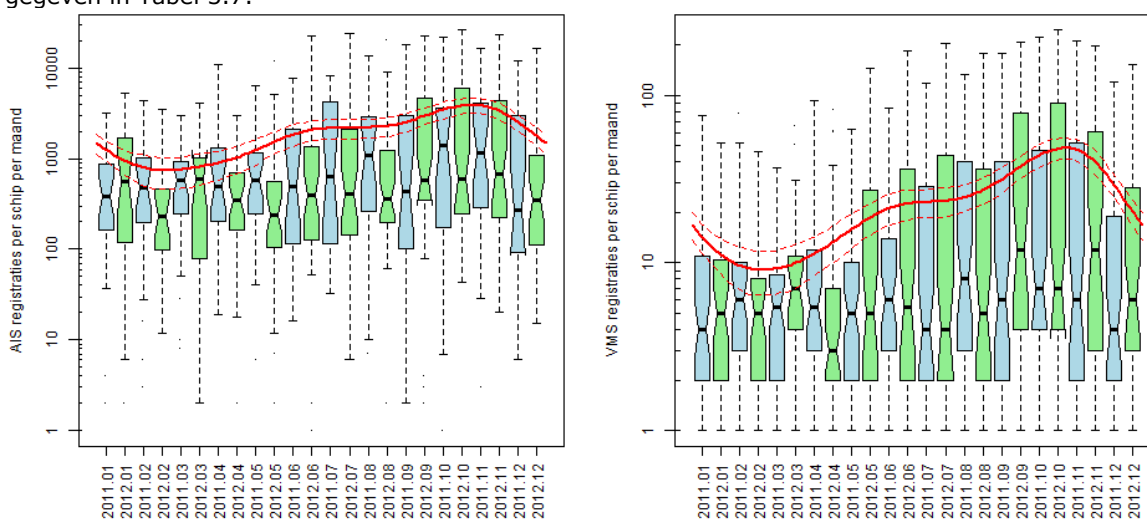
Het aantal schepen in de verschillende datasets is ook geteld per tuigtype (Tabel 3.6). Deze analyse is uitgevoerd met de opgeschoonde datasets, waarbij een uniek scheeps-ID telt als één schip. Voor de meeste tuigtypen zijn gegevens voor minder dan 5 schepen beschikbaar (in één of meerdere datasets), deze zijn samengevoegd bij de tellingen om de privacy van de schepen te waarborgen. Hierdoor worden er minder tuigtypen vermeld in Tabel 3.6 dan in Tabel 2.2. Vooral de bordentrawl (OTB) en boomkor (TBB) schepen zijn goed vertegenwoordigd in de verschillende datasets. Hierbij heeft het logboek de grootste dekking per tuig (deze is immers gebruikt bij de selectie van schepen), gevolgd door VMS en AIS (Tabel 3.6). Opvallend is dat AIS meer schepen met GNS vertegenwoordigd dan VMS, voor de meeste andere tuigtypen is het omgekeerde het geval.



Tabel 3.6 Aantal schepen, per tuigtype in de Voordelta en het totale gebied in 2011 en 2012.

Tuig	AIS		VMS		Logboek	
	Voordelta	Totaal gebied	Voordelta	Totaal gebied	De 5 ICES vakken	Totaal gebied
GNS <sup>5</sup>	12	20	5	12	75	78
GTR <sup>5</sup>	- <sup>3</sup>	9	- <sup>3</sup>	5	- <sup>3</sup>	22
OTB	14	23	19	34	36	53
TBB10000	24	42	31	53	54	56
TBB225	27	41	42	63	67	69
Overige tuigtypen	13	21	21	34	163	163
Totaal <sup>4</sup>	89	154	118	201	395	441

Wanneer het aantal AIS en VMS registraties binnen de Voordelta in een jaar wordt beschouwd, blijkt er een duidelijk patroon te zijn. Rond februari is er een dal en rond oktober een piek in het aantal registraties per schip. Dit patroon is gevonden voor zowel VMS als voor AIS (Figuur 3.1). Dit patroon kan mogelijk verklaard worden door de seizoen dynamiek in de garnalenvisserij. Zoals verwacht ligt het aantal registraties per schip voor AIS beduidend hoger dan voor VMS. Dit verschil wordt grotendeels verklaard door het verschil in frequentie van de registraties (meestal 1 registratie per 115 minuten voor VMS en 1 registratie per minuut voor AIS). Er is geen duidelijk verschil tussen 2011 en 2012 waarneembaar. Een schip is gemiddeld 1000 minuten per maand binnen de Voordelta aanwezig afgaande op AIS registraties terwijl dat voor VMS op ongeveer 2900 minuten (25 registraties) ligt. Hier moet bij vermeld worden dat de introductiedatum van AIS aan boord van vissersschepen een rol kan spelen. Het aantal schepen (van de 116 uit de ruwe AIS data) dat per maand beschikbaar was in de AIS dataset is gegeven in Tabel 3.7.



Figuur 3.1 Aantal AIS (links) en VMS (rechts) registraties per schip per maand in de Voordelta. De rode lijn laat een statistisch model (GAM) zien dat de trend van de tellingen binnen een jaar beschrijft.

<sup>3</sup> Opgenomen bij 'overige' tuigtypen.

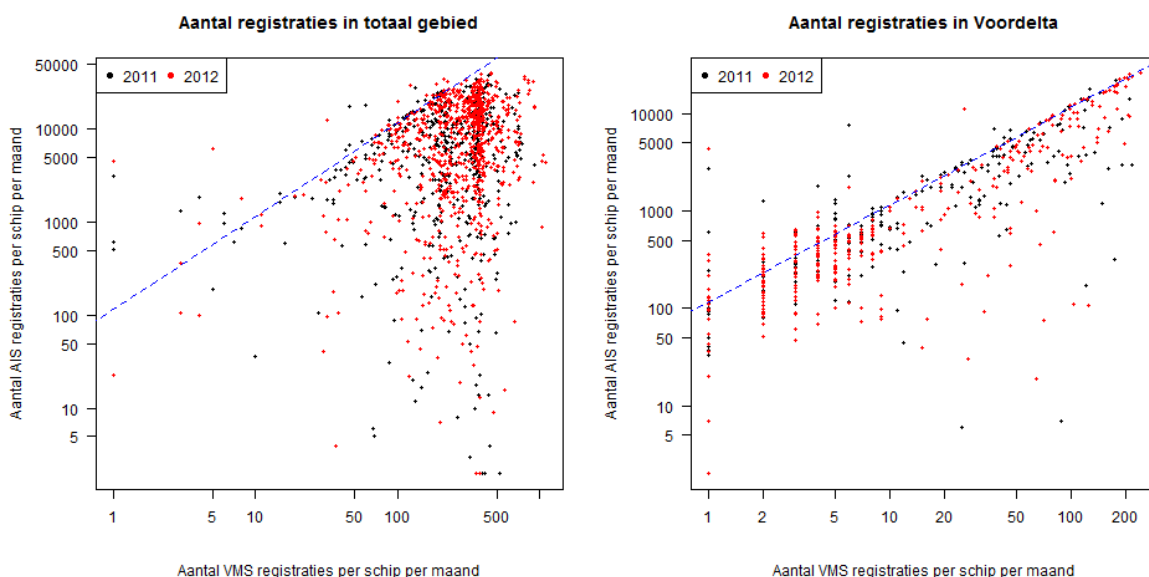
<sup>4</sup> Omdat 1 schip met meerdere tuigtypen kan vissen, komen deze totalen niet overeen met de totalen uit Tabel 3.3

<sup>5</sup> Geen bodemberoerend tuig

Tabel 3.7 Aantal schepen die voor het eerst beschikbaar waren in de AIS dataset over de jaren en maanden in 2011 en 2012

Jaar / Maand	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2011	55	5	6	2	3	1	0	2	0	1	0	1
2012	7	2	10	5	7	6	0	1	1	0	0	0

Wanneer het aantal VMS registraties wordt uitgezet tegen het aantal AIS registraties, blijkt er geen duidelijk verband te zijn wanneer het totale gebied wordt beschouwd (Figuur 3.2, links). Deze relatie wordt wel verwacht als zowel AIS als VMS op alle schepen aanwezig is en actief is. Mogelijk komt dit doordat VMS registraties met een min of meer constante frequentie worden afgegeven wanneer een schip ligt afgemeerd, terwijl de frequentie van AIS verlaagd wordt wanneer een schip stil ligt. Wanneer alleen de Voordelta wordt beschouwd, blijkt er wel een verband te zijn tussen het aantal VMS en AIS registraties (Figuur 3.2, rechts). Dit komt omdat er binnen de Voordelta alleen varende schepen voorkomen. Hoewel de punten duidelijk op een lijn liggen, is er een behoorlijk spreiding. Dit betekent dat het aantal VMS registraties geen perfecte voorspelling van het aantal AIS registraties kan geven. De relatie tussen het aantal pings in AIS en VMS is 115:1, immers, AIS geeft een signaal iedere minuut af en VMS gemiddeld eens in de 115 minuten. Het ontbreken van punten boven de 115:1 lijn (blauw gestreept, Figuur 3.2 links) bij hogere aantallen registraties kan er op duiden dat de dekking van AIS wegvalt waardoor er een onderschatting van visserij-inspanning is. De grotere spreiding bij lagere aantallen registraties kan erop duiden dat schepen door het Voordelta gebied varen naar andere visgronden waarbij er soms wel en soms niet een VMS registratie binnen het gebied valt, terwijl deze afwijking voor AIS gegevens zeer beperkt zal zijn.



Figuur 3.2 Aantal VMS versus AIS registraties per schip per maand, in het totale gebied (links) en de Voordelta (rechts). Ieder punt in de grafiek vertegenwoordigt een specifiek schip in een specifieke maand. In deze figuur zijn dan ook alleen schepen vertegenwoordigd waar zowel AIS als VMS registraties van beschikbaar zijn. Gestreepte blauwe lijn geeft de lijn  $y=115x$ .

In deze studie leggen we, naast een algehele vergelijking in dekking, een extra nadruk op de boomkorvisserij. Deze visserij kan opgesplitst worden in een demersale visserij op onder andere platvis en een visserij op garnaal. Hoewel op basis van tuigregistratie geen onderscheid gemaakt kan worden tussen een gewone boomkor en een garnalenkor, kan met behulp van de vangstsamenstelling en maaswijdte informatie op garnalenvisserij gefilterd worden. In tabel 3.8 wordt het aantal AIS en VMS pings in uren uitgedrukt voor de visserij met boomkortuigen (inclusief garnalen) en de garnalentuigen apart (TBS, dit is geen officiële tuigcode). Binnen het bodembeschermingsgebied in de Voordelta is visserij met een gewone boomkor niet toegestaan terwijl garnalenvisserij wel is toegestaan met een boomkor. Dit is de reden dat er met extra detail naar de boomkorvisserij wordt gekeken.

Tabel 3.8 Dekking per gebied van de verschillende opgeschoonde datasets: AIS en voor de jaren 2011 en 2012. Dekking is gegeven als het aantal uren dat deze registraties vertegenwoordigt en het aantal schepen horend bij de registraties. Er is een onderverdeling gemaakt van boomkorregistraties in 'alle boomkor' en 'garnalenboomkor'.

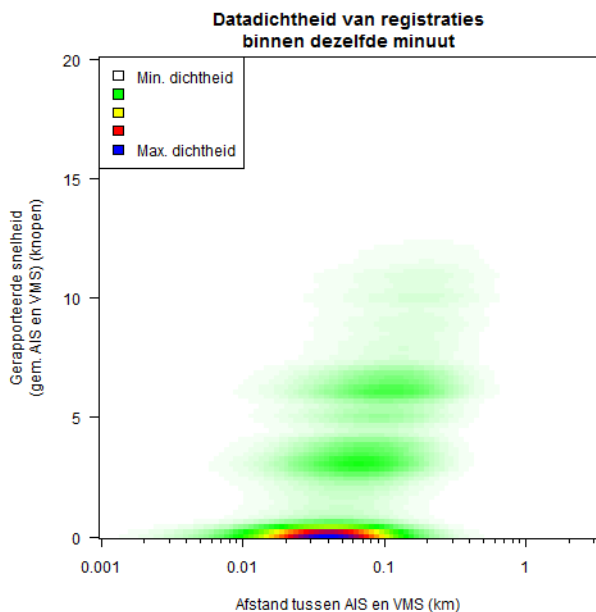
Gebied	AIS			VMS		
	Uren TBB totaal	Uren TBS	Aantal schepen TBB / TBS	Uren TBB totaal	Uren TBS	Aantal schepen TBB / TBS
31F3	5662	2955	29 / 12	24642	13240	29 / 19
32F3	34935	18240	55 / 5	79025	34808	55 / 28
32F4	1347	425	44 / 14	1593	421	44 / 17
33F3	20477	50	61 / 12	52343	164	61 / 11
33F4	11788	3060	61 / 18	52814	8316	61 / 38
Voordelta	21228	16774	51 / 16	39558	30701	73 / 28

Tabel 3.8 laat zien dat de dekking in garnalenschepen hoger ligt in zowel aantallen als uren in de VMS dataset. Het aantal garnalenschepen met VMS binnen de Voordelta ligt op 28 terwijl iets meer dan de helft daarvan, 16 schepen, AIS aan boord hebben. Het verschil in uren verschilt zodoende dan ook bijna een factor 2.

### 3.3 Vergelijking ruimtelijke afwijking tussen AIS en VMS

De VMS en AIS registraties zijn aan elkaar gekoppeld door de VMS en AIS registratie van een schip die in dezelfde minuut zijn afgegeven samen te nemen. De afstand is vervolgens bepaald tussen de positie zoals deze door VMS en AIS zijn gerapporteerd. Deze vergelijking is gedaan voor de opgeschoonde data in de Voordelta.

Uit Figuur 3.3 wordt duidelijk dat de afstand tussen AIS en VMS registraties die in dezelfde minuut vallen afhankelijk is van de snelheid waarmee het schip vaart. Dit is logisch aangezien een schip een grotere afstand kan afleggen binnen een minuut bij een hogere snelheid. Wanneer een schip stil ligt (met andere woorden, de snelheid is gelijk aan 0), bedraagt de afstand tussen AIS en VMS meestal zo'n 40 meter (Figuur 3.3). Dit is een grotere afstand dan op basis van de nauwkeurigheid die van GPS systemen (maximaal 20 meter) verwacht kan worden. Kennelijk zijn er nog meer bronnen die de onzekerheid in positie op een bepaald moment in de tijd bepalen. Een deel van de additionele onzekerheid kan worden verklaard door de afstand tussen de AIS en VMS transponder op het schip.



Figuur 3.3 Afstand tussen AIS en VMS registraties in het totale gebied binnen dezelfde minuut voor hetzelfde schip en de relatie met de gerapporteerde snelheid voor dat schip.

De gemiddelde afstand varieert van enkele tientallen meters tot ruim honderd meter. De maximale afstand kan in enkele gevallen oplopen tot bijna 600 meter. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij het opschonen een kleine fractie aan registraties is verwijderd met een afstand van meer dan 617 meter (de afstand die een schip kan afleggen in een minuut bij 20 knopen). Naast onzekerheid in de GPS positie is vooral ook de snelheid van het schip bepalend voor de onzekerheid in de positie binnen een bepaalde minuut. Gezien de beperkingen in precisie is in deze studie gekozen om visserij-intensiteit weer te geven op een schaal van 1 bij 1 km.

Tabel 3.9 geeft voor een selectie van 10 schepen en 10 vistrrips van ieder schip weer hoeveel AIS en VMS registraties beschikbaar zijn, wat de gemiddelde afwijking is en wat de spreiding daarin is. Deze tabel dient als voorbeeld om voor de hele vloot aan te geven hoe groot op scheepsniveau de afwijking is.

Tabel 3.9 Gemiddelde afwijking in kilometer op basis van 10 vistrrips van 10 geselecteerde schepen. De afwijking bevat voornamelijk vissende / varende schepen.

	<b>Aantal registraties</b>	<b>Minimale afwijking (2.5% betrouwbaarheidsinterval)</b>	<b>Mediane afwijking</b>	<b>Maximale afwijking (97.5% betrouwbaarheidsinterval)</b>
<b>Schip 1</b>	659	0.01	0.11	0.34
<b>Schip 2</b>	607	0.01	0.09	0.23
<b>Schip 3</b>	510	0.02	0.10	0.23
<b>Schip 4</b>	567	0.02	0.10	0.27
<b>Schip 5</b>	1095	0.02	0.10	0.26
<b>Schip 6</b>	179	0.02	0.10	0.39
<b>Schip 7</b>	583	0.01	0.10	0.27
<b>Schip 8</b>	630	0.01	0.06	0.23
<b>Schip 9</b>	375	0.02	0.11	0.30
<b>Schip 10</b>	1744	0.01	0.07	0.16

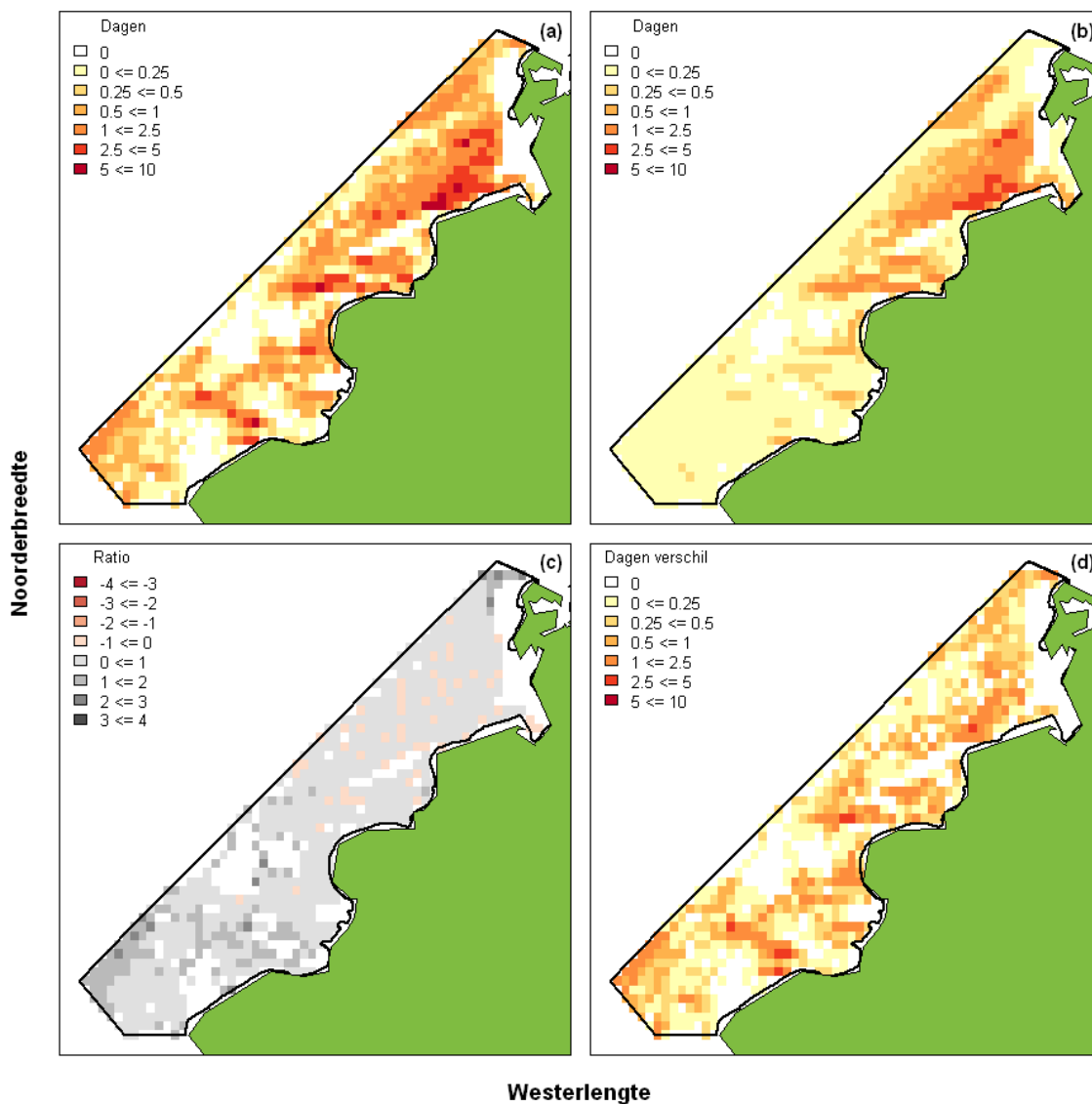
### 3.4 Visserij-intensiteit op basis van AIS en VMS

Om een beeld van de visserij-intensiteit te krijgen moeten de AIS en VMS registraties worden geclassificeerd tot specifieke activiteiten. In de methoden is beschreven hoe de registraties worden ingedeeld op basis van snelheidsprofielen. Na analyse van de data zijn de snelheidsgrenzen zoals aangegeven in Tabel 3.10 gehanteerd om 'vissende' AIS en VMS registraties te selecteren. De grenswaarden zoals deze voor AIS en VMS zijn gevonden, in 2011 en 2012, liggen redelijk met elkaar op één lijn.

Tabel 3.10 Snelheidsgrenzen (knopen) gebruikt bij het indelen van registraties tot een specifieke activiteit. Bij het bepalen van de visserij-intensiteit zijn alleen de 'vissende' registraties betrokken.

Tuig	Dataset	Jaar	Ondergr. 'stil'	Bovengr. 'stil'	Ondergr. 'vis'	Bovengr. 'vis'	Ondergr. 'stoom'	Bovengr. 'stoom'
DRB500	AIS	2011	-	-	0,0	1,2	1,4	13,0
		2012	-	-	-	-	-	-
	VMS	2011	-	-	0,0	1,4	1,8	13,0
		2012	-	-	-	-	-	-
DRB10000	AIS	2011	0,0	1,9	2,1	6,4	6,6	12,4
		2012	-	-	-	-	-	-
	VMS	2011	0,0	1,8	2,0	6,8	7,0	14,8
		2012	0,0	2,0	3,0	5,0	9,0	12,0
HMD	AIS	2011	-	-	0,0	0,4	0,6	11,9
		2012	-	-	-	-	-	-
	VMS	2011	-	-	0,0	2,4	2,6	13,0
		2012	-	-	0,0	2,2	2,4	16,8
OTB225	AIS	2011	0,0	1,7	1,9	4,5	4,7	18,5
		2012	0,0	1,4	1,6	4,5	4,7	15,0
	VMS	2011	0,0	1,8	2,0	4,4	4,6	19,2
		2012	0,0	1,6	1,8	4,8	5,0	19,8
OTB10000	AIS	2011	-	-	-	-	-	-
		2012	0,0	2,3	2,5	3,9	4,1	15,0
	VMS	2011	0,0	1,8	2,0	4,4	4,6	19,2
		2012	0,0	1,8	2,0	4,6	4,8	18,2
OTT225	AIS	2011	0,0	2,3	2,5	3,7	3,9	11,3
		2012	0,0	1,9	2,1	3,7	3,9	12,6
	VMS	2011	0,0	1,6	1,8	4,4	4,6	17,0
		2012	0,0	1,6	1,8	4,4	4,6	18,6
PTB	AIS	2011	-	-	-	-	-	-
		2012	-	-	-	-	-	-
	VMS	2011	-	-	-	-	-	-
		2012	0,0	2,0	2,2	3,4	4,6	9,8
SSC500	AIS	2011	-	-	0,0	6,4	6,8	14,4
		2012	-	-	0,0	6,8	6,8	14,4
	VMS	2011	-	-	0,0	5,8	6,0	18,4
		2012	-	-	0,0	6,9	7,0	16,2
SSC10000	AIS	2011	-	-	0,0	5,4	5,6	19,4
		2012	-	-	0,0	5,8	6,0	20,0
	VMS	2011	-	-	0,0	5,6	5,8	19,0
		2012	-	-	0,0	5,6	5,8	20,0
TBB225	AIS	2011	0,0	1,6	1,7	5,8	6,0	19,2
		2012	0,0	1,6	1,7	4,3	4,5	20,0
	VMS	2011	0,0	1,6	1,8	5,8	6,0	20,0
		2012	0,0	1,8	2,0	5,8	6,0	19,8
TBB10000	AIS	2011	0,0	3,7	3,9	8,0	8,2	20,0
		2012	0,0	3,1	3,3	8,0	8,2	19,8
	VMS	2011	0,0	3,0	3,2	8,2	8,4	20,0
		2012	0,0	2,8	3,0	8,0	8,2	20,0

Naast de totale visserij-intensiteit in een jaar, speelt ook de ruimtelijke verdeling van deze visserij-intensiteit een rol. Immers, het verschil in visserijpatronen, geproduceerd op basis van VMS en AIS, is een graadmeter om te bepalen welke informatiebron het best gebruikt kan worden voor de PMR analyses. In deze sectie wordt daarom de visserij-intensiteitspatronen geproduceerd op basis van VMS, VMS geïnterpoleerd en VMS gekrigit, vergeleken met de visserij-intensiteitspatronen op basis van AIS (Figuren 3.4, 3.5, 3.6, 3.7). Echter, omdat uit de temporele dekking resultaten al naar voren kwam dat de totale visserij-effort in VMS en AIS verschilt, worden de VMS en AIS kaarten vergeleken door alleen die schepen te gebruiken die in zowel de VMS als AIS dataset beschikbaar zijn. Figuur 3.4 is de uitzondering op deze wijze van analyseren en geeft wel het absolute verschil weer waarbij de VMS dataset meer schepen bevat dan de AIS dataset. Er is in deze analyses niet gecorrigeerd voor het aantal visreizen die in beide datasets voorkomen, omdat dit verschil juist indicatief is voor de interpretatie en bruikbaarheid van beide datasets.

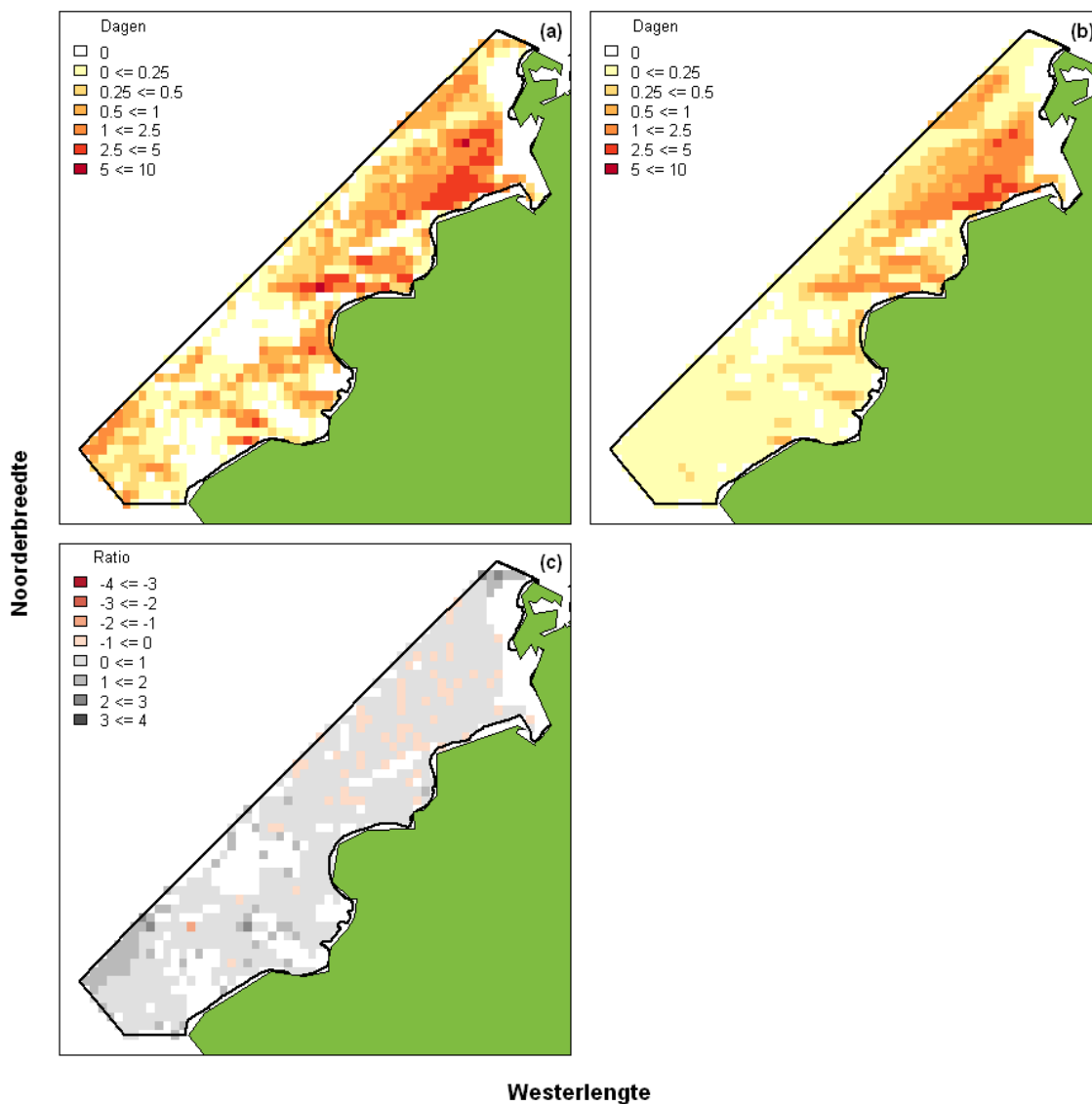


Figuur 3.4 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) totale VMS dataset (b) totale AIS dataset en (c) de ratio ( $\log_{10}$ ) tussen VMS en AIS intensiteit. Ratio van 1 betekent dat de visserij-intensiteit bepaald op basis van VMS 10x zo groot is als die van AIS, ratio van -1 betekent dat de visserij-intensiteit bepaald op basis van VMS 10x zo klein is als die van AIS. 0 betekent dat intensiteit berekend op basis van AIS en VMS gelijk zijn. In (d) is het absolute verschil tussen VMS en AIS gegeven in dagen. In de witte gebieden is het berekenen van de ratio niet mogelijk door afwezigheid van datapunten in één van beide datasets.

Figuur 3.4 laat zien dat de patronen in visserij-intensiteit tussen VMS en AIS grotendeels overeenkomen. Voornamelijk in het noordelijk deel van de Voordelta is een grote overeenkomst te zien in de ruimtelijke verspreiding van de visserij waarbij de voornaamste visserijgebieden ingetekend zijn. In deze gebieden is de  $\log_{10}$  ratio tussen VMS en AIS intensiteit dan ook klein (tussen -1 en 1) en is er geen duidelijk patroon te zien in deze ratio's, wat betekent dat er geen systematische ruimtelijke afwijking zit tussen VMS en AIS. In het zuidelijk zijn er grotere verschillen waarbij de voornaamste visgebieden weg vallen in

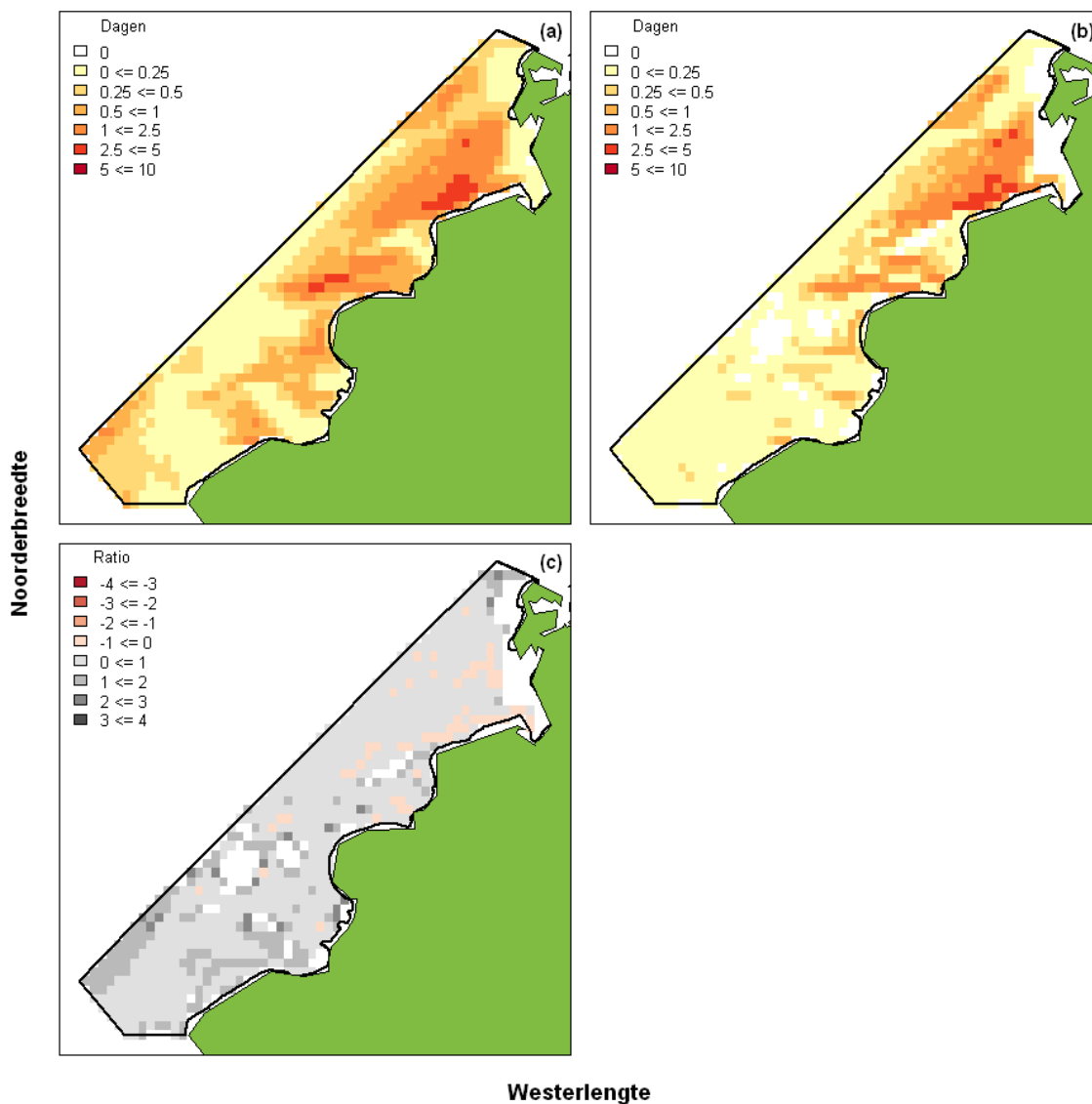


de AIS dataset, maar juist meer visserijintensiteit gemeten wordt in lage effort gebieden (wit op VMS kaart, gekleurd op AIS kaart). Dit wordt deels verklaard door de schepen die in beide sets aanwezig zijn, aangezien de ratio's tussen VMS en AIS kleiner worden wanneer vergelijkbare sets gebruikt worden (zelfde schepen, zie Figuur 3.5). Toch blijven de ratio's overwegend groter dan 1, wat wijst op een hogere visserij-intensiteit in de VMS dataset ten opzichte van de AIS dataset. Dat komt ook overeen met de totale hoeveelheid visuren in beide datasets die in de VMS dataset ruim 2x zo hoog ligt als in de AIS dataset (op basis van het gebruik van zelfde schepen). Oftewel, de temporele dekking, en het daaruit voortvloeiende verschil in ruimtelijk dekking, is niet alleen afhankelijk van het aantal schepen dat in beide datasets zit. Mogelijk wordt AIS (tijdelijk) uitgeschakeld gedurende een visreis. Om dit te bepalen is per overeenkomstige visreis het aantal visuren opgeteld in de VMS en de AIS datasets afzonderlijk. Van de 4200 vistrips die er in totaal gemaakt zijn, waren er slechts 2200 overeenkomstig tussen VMS en AIS. Oftewel, in bijna 2000 trips is van AIS geen informatie beschikbaar wat veroorzaakt kan worden door een introductiedatum van AIS later dan het tijdstip van de visreis. Van de resterende 2200 trips die in beide datasets voorkomen, ligt de visserij-intensiteit in 97% van de gevallen in de VMS set hoger dan die in de AIS dataset en in 47% daarvan substantieel hoger. De bepaling van visserij-intensiteit, op basis van het snelheidsprofiel, heeft invloed op de geschatte intensiteiten. In de VMS dataset is de snelheidsrange waartussen schepen verondersteld worden te vissen iets groter dan in de AIS dataset. Echter, dit verschil is niet voldoende om het totale visserij-intensiteitsverschil tussen VMS en AIS te verklaren. Dit verschil kan erop duiden dat of de ontvangst van het AIS signaal tijdelijk wegvalt of dat AIS tijdelijk wordt uitgeschakeld.



Figuur 3.5 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) VMS dataset met overeenkomstige schepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige schepen) en (c) de ratio ( $\log_{10}$ ) tussen VMS en AIS intensiteit. In de witte gebieden is het berekenen van de ratio niet mogelijk door afwezigheid van datapunten in één van beide datasets.

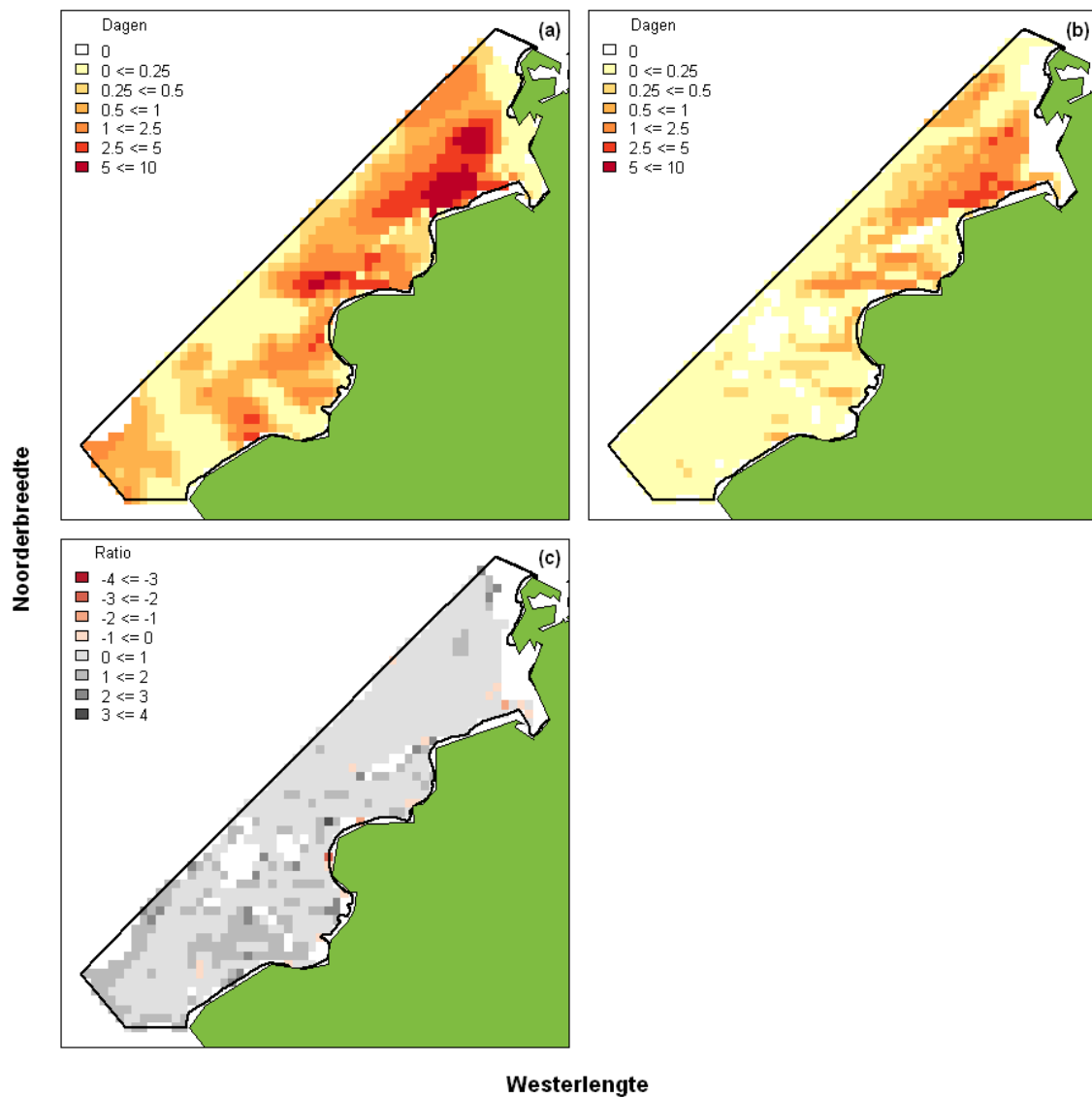
Figuur 3.5 laat zien dat de verschillen tussen AIS en VMS in intensiteit nog steeds aanwezig zijn wanneer alleen gebruik gemaakt wordt van die schepen die in beide datasets vertegenwoordigd zijn. Desondanks is de visserij-intensiteit van VMS niet overal hoger dan die van AIS (roze – rode gebieden in kaartje 3.5.c). Deze gebieden liggen voornamelijk in het noordelijk deel van de Voordelta en geven aan dat op kleine ruimtelijke schaal, VMS niet altijd in staat is om de piek-intensiteit van vissende schepen te bepalen. Dit effect kan veroorzaakt worden door de beperkte temporele resolutie in VMS (1 ping in de 2 uur). Om dit effect te bestuderen is de VMS data geïnterpoleerd tussen vissende pings in en gereconstrueerd tot een dataset met ook iedere 1 minuut een ping, gelijk aan AIS. De resultaten van deze analyse is gegeven in Figuur 3.6.



Figuur 3.6 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) geïnterpoleerde VMS dataset met overeenkomstige schepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige schepen) en (c) de ratio (log10) tussen VMS en AIS intensiteit.

In Figuur 3.6 is zichtbaar dat de visserij-intensiteit op basis van VMS meer is uitgesmeerd over de Voordelta, terwijl de voornaamste patronen wel gehandhaafd blijven. Waar echter geen visserij-intensiteit zichtbaar was in Figuur 3.5 (zuidelijke delen, wit) is dat nu wel opgevuld, terwijl deze gebieden wit blijven op basis van AIS. Dit kan duiden op een foute aanname in interpolatie (met andere woorden, dat er een ander traject gevaren is, dan op basis van de interpolatie is verondersteld). Wel zorgt de interpolatie ervoor dat in meer blokken (gridcellen) de ratio tussen VMS en AIS dichterbij 1 komt te liggen (0 op log10 schaal).

In de PMR studie is een derde techniek gebruikt om VMS pings ruimtelijk te verdelen; kriging. Verspreidingskaarten op basis van kriging zijn gegeven in Figuur 3.7. In deze studie is er bewust gekozen om naast kriging ook gebruik te maken van VMS en geïnterpoleerde VMS patronen, omdat die conceptueel beter met AIS te vergelijken zijn (beiden punt-data, terwijl kriging een continue verdeling veronderstelt).

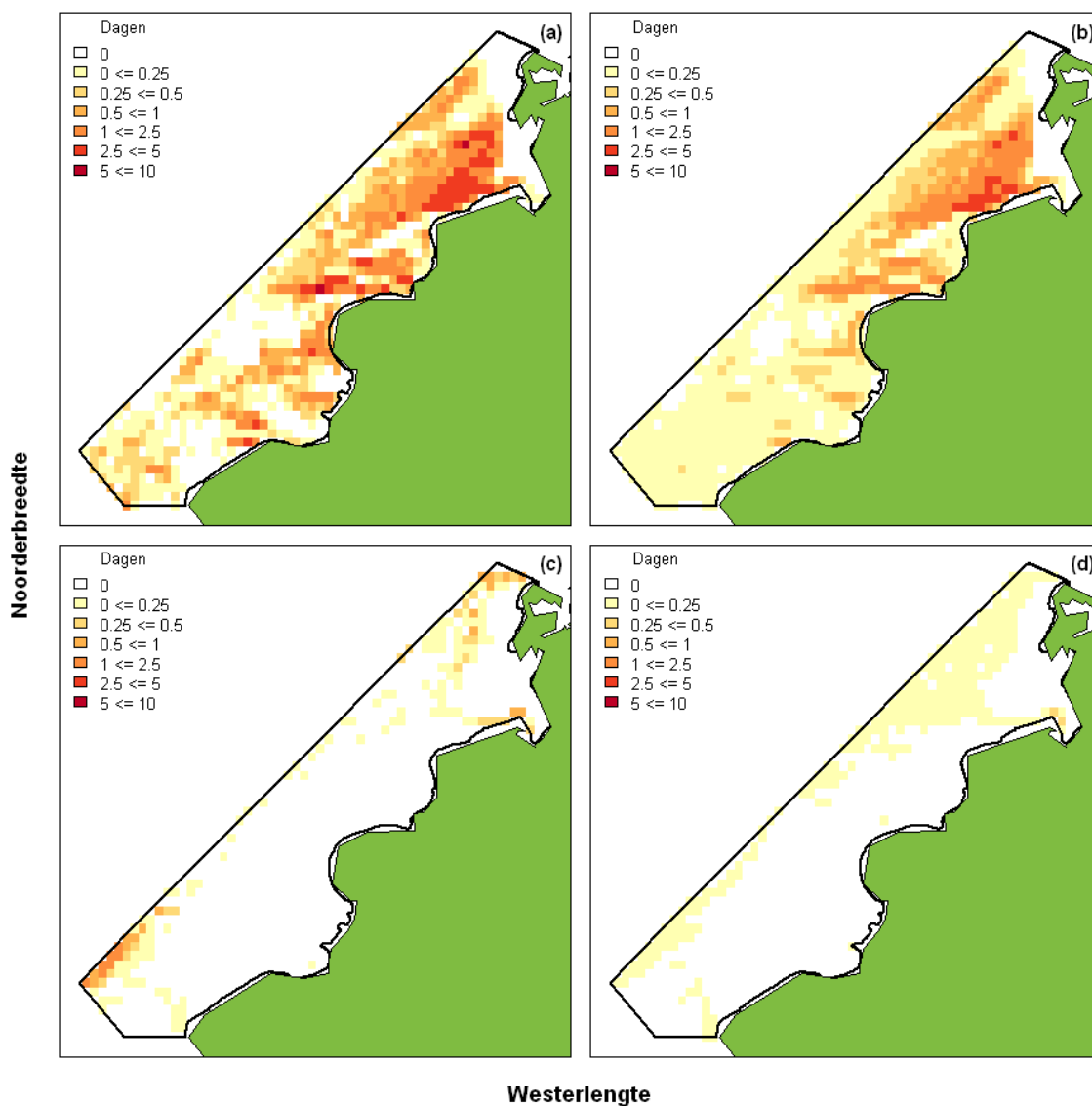


Figuur 3.7 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) gekrigde VMS dataset met overeenkomstige schepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige schepen) en (c) de ratio ( $\log_{10}$ ) tussen VMS en AIS intensiteit.

De gekrigde patronen in Figuur 3.7 zijn grotendeels overeenkomstig met de al eerder geobserveerde patronen op basis van VMS en AIS. Groter verschil hier is echter de absolute waarden van de intensiteiten die beduidend hoger liggen dan op basis van de geïnterpoleerde VMS data werd getoond. Oftewel, de kriging methode smeert de visserij-inspanning in een beperktere mate uit dan het geval is op basis van de geïnterpoleerde dataset waardoor de piekactiviteit, die al eerder beschreven was voor AIS,

beter beschreven wordt. Het verschil in geïnterpoleerde patronen en gekrigde patronen kan verklaard worden door visserijgedrag. Vissers vissen geregeld langs gradiënten (dieptelijnen), een aspect dat binnen de kriging methode is meegenomen doordat er gebruik is gemaakt van een dieptekaart in de voorspelling van visserij-intensiteit. Het gedrag van vissers op basis van interpolatie hangt niet samen met dieptelijnen en is daardoor op deze schaal minder bruikbaar zolang geen correctie voor diepte wordt gebruikt.

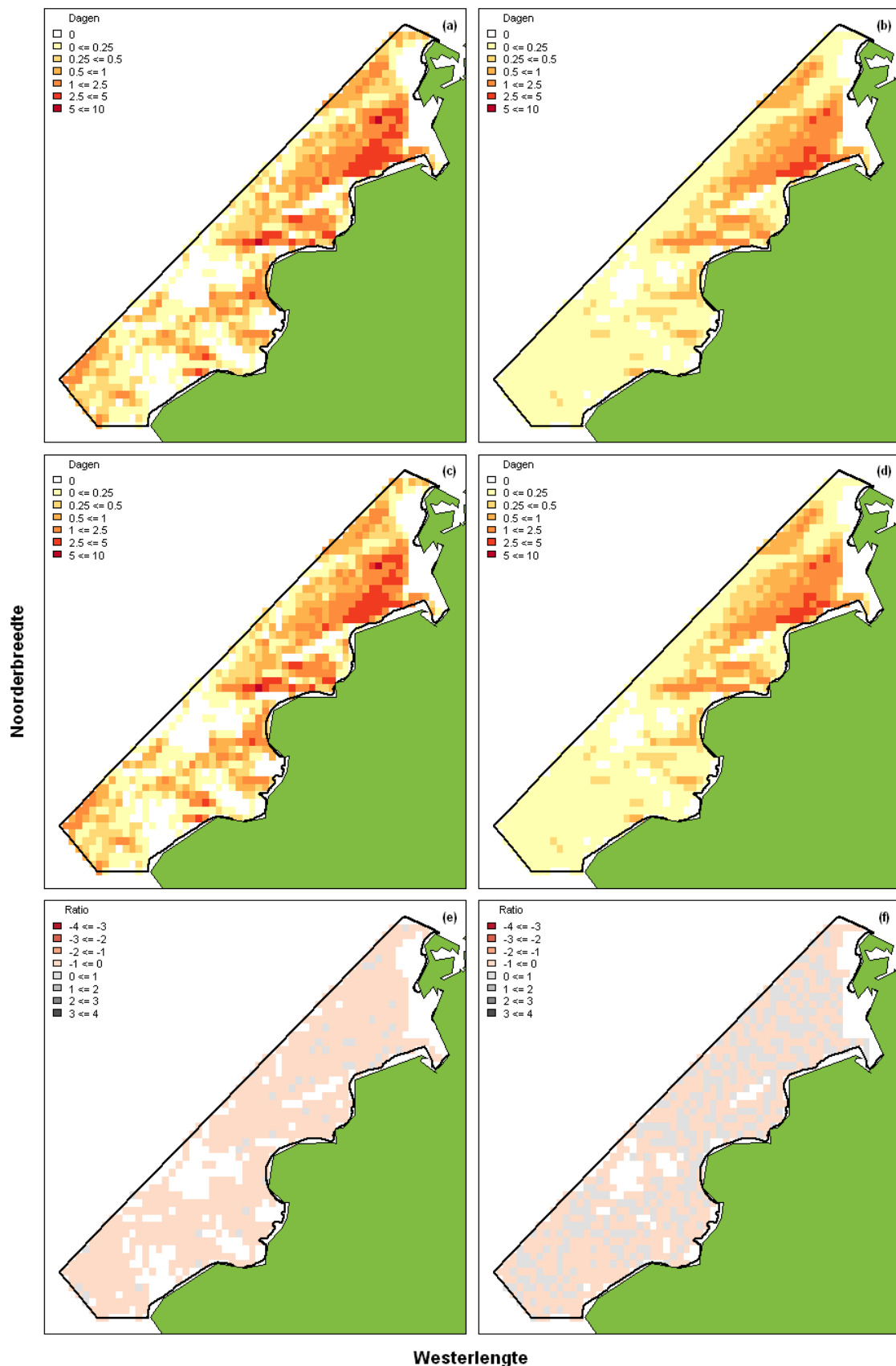
Wanneer we specifiek kijken naar de boomkorvisserij en garnalen visserij (Figuur 3.8) zien we dat deze visserijen de grootste visserij-intensiteit hebben van alle schepen en tuigen tezamen (zoals gezien in Figuur 3.4-3.7). Binnen de boomkorvisserij is de garnalenvisserij groter dan de demersale visserij (Figuur 3.8a versus Figuur 3.8 c). Er is, net als bij het overzicht van de hele vloot, geen verandering in patroon zichtbaar tussen VMS en AIS als al eerder is waargenomen. Ook wordt duidelijk uit Figuur 3.8 dat de demersale visserij niet tot nauwelijks aanwezig is in de Voordelta. De visserij-intensiteit die wel zichtbaar is, wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door schepen die langzaam 'stomen' en daardoor foutief als 'vissend' zijn geclassificeerd. Dit effect is voornamelijk zichtbaar bij de VMS kaart waar aan de randen hogere visserij-inspanning zichtbaar is (Figuur 3.8 c).



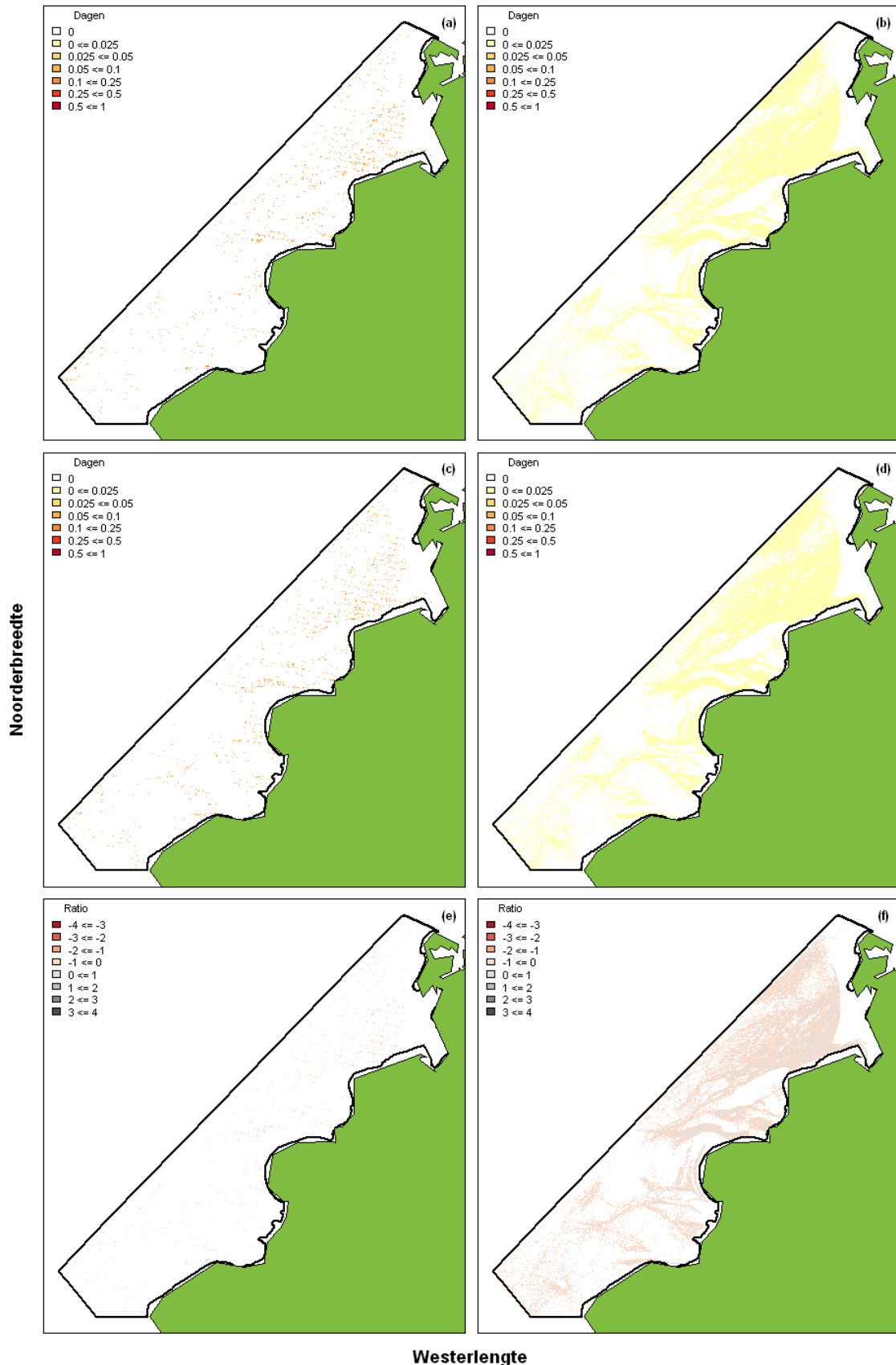
Figuur 3.8 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) VMS dataset met overeenkomstige garnalenschepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige garnalenschepen) (c) VMS dataset met overeenkomstige demersale boomkorschepen (TBB minus TBS) en (d) AIS dataset (overeenkomstige boomkorschepen (TBB minus TBS))

### 3.5 Gevoeligheidsanalyse visserij-intensiteit op basis van AIS of VMS

De gevoeligheid van de resultaten hangt naast de aannames over visserij-activiteit ook af van de nauwkeurigheid van de GPS posities. Om te toetsen in welke mate deze nauwkeurigheid effect heeft op de patronen in visserij-intensiteit, is er artificeel ruis toegevoegd aan de VMS en AIS posities en is de afwijking in kaart gebracht. Figuur 3.9 (op een schaal van 1km bij 1km blokken) en Figuur 3.10 (op een schaal van 50 bij 50 meter) illustreren de verandering in visserij-intensiteitspatronen wanneer deze ruis wordt toegevoegd. De schaal van 50 bij 50 meter is hier toegevoegd aan de analyse om ook een vergelijking te kunnen maken voor de benthos analyses die binnen het PMR project plaats hebben gevonden. Deze analyses werden op een schaalgrootte van 50 bij 50 meter uitgevoerd. Het is de verwachting dat de afwijking meer effect heeft op de 50 bij 50 meter schaal dan op de km bij km schaal.



Figuur 3.9 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) VMS dataset met overeenkomstige schepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige schepen), (c) de VMS dataset waar ruis aan posities is toegevoegd, (d) de AIS dataset waar ruis aan posities is toegevoegd en (e) de ratio ( $\log_{10}$ ) tussen (a) en (c) en (f) de ratio tussen (b) en (d) op een kaart met blokgruote van 1 bij 1km.



Figuur 3.10 Visserij-intensiteit (in dagen) in 2012 op basis van (a) VMS dataset (geen interpolatie) met overeenkomstige schepen tussen VMS en AIS (b) de AIS dataset (overeenkomstige schepen), (c) de VMS dataset waar ruis aan posities is toegevoegd, (d) de AIS dataset waar ruis aan posities is toegevoegd en (e) de ratio (log10) tussen (a) en (c) en (f) de ratio tussen (b) en (d) op een kaart met blokgrootte van 50 bij 50m.



Beide figuren laten zien dat de algehele afwijking wanneer er rekening wordt gehouden met de onnauwkeurigheid van VMS en AIS zeer beperkt is. De ratio's tussen VMS met en zonder ruis en AIS met en zonder ruis liggen zeer dicht bij 1 (0 op log10 schaal) met zeer beperkt waardes groter dan 5 (0.7 op log10 schaal). Ook is er geen sprake van een consistente afwijking (ratio's gemiddeld anders dan 1, of 0 op de log10 schaal). Beide figuren laten zodoende zien dat de onnauwkeurigheid in de GPS apparatuur een beperkt effect zal hebben op de interpretatie van visserij-intensiteit. Door 10x onafhankelijk van elkaar ruis toe te voegen aan de originele posities is daarnaast ook te schatten hoe groot de maximale afwijking is. Deze afwijking is weergegeven in Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Afwijking (ratio) tussen VMS en VMS met toegevoegde ruis, AIS en AIS met toegevoegde ruis per gemeten blok van 1 bij 1km of 50 bij 50meter.

		<b>VMS</b>	<b>AIS</b>
<b>1 bij 1 km</b>	Gemiddeld	1.00	1.00
	Bovengrens afwijking (97.5% betrouwbaarheidsinterval)	1.11	1.05
	Ondergrens afwijking (2.5% betrouwbaarheidsinterval)	0.88	0.96
<b>50 bij 50 meter</b>	Gemiddeld	1.11	1.11
	Bovengrens afwijking (97.5% betrouwbaarheidsinterval)	3.33	3.33
	Ondergrens afwijking (2.5% betrouwbaarheidsinterval)	1.00	1.00

De afwijking op het 1km bij 1km grid is zeer beperkt (maximaal 11% voor VMS) en 5% voor AIS. De reden dat op het 50m bij 50m kaart deze afwijking groter is, komt doordat er vaker net wel óf net niet gevist wordt in een specifiek blok omdat de ruis in de orde van grootte van de blok grootte is). Op deze kleine schaal slaan zowel VMS als AIS blokken over waarin geen ping gealloceerd kan worden (zie ook Figuur 2.5) omdat de temporele resolutie te laag is om een visbeweging als continue beweging te projecteren op de kaart. Dit betekent dan ook dat het veelvuldig voorkomt dat een blok op de kaart maar uit 1 ping bestaat, en allocatie naar een ander, naastgelegen blok in verband met de toegevoegde ruis, zorgt er dan voor dat alle visserij-intensiteit uit het originele blok verdwijnt. Hierdoor krijgt de ratio ook een afwijking naar getallen groter dan 1. De waardes zijn altijd groter dan 1 vanwege de 10 herhalingen die wel een gemiddelde afwijking in de ruis posities toelaat maar niet in de originele posities.

### 3.6 Methodiekbeschrijving combineren van VMS, AIS en aanlandingsgegevens

Op basis van de analyses uitgevoerd in dit project wordt hier een methodiek omschreven om VMS, AIS en aanlandingsgegevens te combineren om visserij-intensiteit zo goed mogelijk, op een hoog ruimtelijk en temporeel niveau, te kunnen schatten. De resultaten in de hoofdstukken hierboven laten zien dat de informatie die beschikbaar is in VMS geen perfect resultaat laat zien wanneer het gaat om het schatten van visserij-intensiteit, en evenzo volstaat het gebruik van AIS niet om het totale beeld te krijgen. Door beide datasets te combineren is het mogelijk om de schatting van visserij-intensiteit te verbeteren en ook de dekking in het aantal schepen te vergroten. Deze verbeterde schatting kan gebruikt worden in analyses om effecten op vis- en bodemorganisme samenstelling en biomassa te relateren aan visserijimpact.

Om AIS en VMS op een correcte wijze te combineren moet er rekening gehouden worden met

- Jaar en maand waarop AIS is geïntroduceerd
- Lengte van het schip
- Tuigtype gebruikt binnen een vistrif
- Maaswijdte van het tuig gebruikt binnen een vistrif

Allereerst is het beschikbaar hebben van zowel AIS als VMS een vereiste. Omdat AIS pas in 2011 voor een deel van de vissersvloot is geïntroduceerd betekent dit automatisch dat voor 2011 vrijwel alleen VMS beschikbaar is. Dit neemt niet weg dat aan de hand van 2011 en 2012 AIS gegevens uit 2011 en 2012 een analyse uitgevoerd kan worden die het ruimtelijk en temporeel gedrag van vissersschepen in kaart kan brengen. De resultaten hiervan kunnen met terugwerkende kracht toegepast worden op VMS. Deze methodiek is reeds beschreven in Hintzen *et al.* 2010 waarin een dataset met hoge temporele resolutie gebruikt wordt om een interpolatie routine voor VMS te parameteriseren.

Om een vergelijking te maken tussen AIS en VMS is het echter noodzakelijk dat beide datasets gekoppeld worden aan officiële logboekgegevens. In deze logboekgegevens staat per schip, per visreis aangegeven wat de scheepslengte, tuigtype en maaswijdte gebruikt was. Deze informatie wordt aan AIS en VMS gekoppeld, op basis van scheeps-ID en tijdsnotatie, aan AIS en VMS en daardoor kan er beter een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende visserijsegmenten. Het ruimtelijk en temporeel gedrag varieert in de regel per visserijsegment. In de logboeken staat de tijd en datum waarop een schip is uitgevaren en wanneer het weer terug in de haven was. Door binnen dit tijdsvenster te zoeken naar AIS en VMS registraties wordt scheepsinformatie toegevoegd aan AIS en VMS op basis van de, in tijd, overeenkomstige logboekgegevens. Met behulp van deze scheepsinformatie wordt een analyse van activiteit uitgevoerd.

De interpolatietechniek veronderstelt dat tussen twee VMS pings, die beiden geïnterpoleerd zijn als vissend, een curve getrokken kan worden. De bolling van deze curve hangt af van de snelheid op de VMS punten en de richting op de VMS punten. Door geïnterpoleerde vistracks te vergelijken met de werkelijke AIS posities kan de schatting van de bolling (beschreven door één parameter) verder geoptimaliseerd worden. Op deze wijze is ook voor de visserij-activiteit in de Voordelta op tuigniveau de VMS interpolatieroutine geparameteriseerd. Dit is alleen mogelijk voor gesleepte tuigen (OTB, TBB, DRB, PTB en HMD). Met behulp van de geparameteriseerde interpolatietechniek is voor de jaren voor 2011, en ook voor 2011 en 2012, een betere schatting van visserij-intensiteit op eenzelfde ruimtelijke schaal als voor AIS geschikt is (met interval van iedere minuut) gemaakt. Voor staande tuigen (zoals SSC) is deze techniek niet bruikbaar en zal de onzekerheid van bodem/visimpact altijd op basis van VMS pings bepaald moeten worden. Indien gewenst kan er naast tuigtype ook rekening gehouden worden met maaswijdte van het tuig om de parametrisatie van tuigtype-maaswijdte verder te verfijnen. Omdat AIS geïntroduceerd is op bepaalde tijdstippen in een jaar moet er rekening gehouden worden met de exacte

introdunctiedatum van AIS voor een schip. Uiteindelijk zorgt het gebruik van de interpolatietechniek ervoor dat op hoge resolutie accuraat visserij-intensiteit berekend kan worden.

Vanaf de introductie van AIS is het mogelijk om AIS en VMS te combineren in één dataset. Hierin is het van belang dubbeltelling te voorkomen. Allereerst wordt AIS en VMS aan logboeken gekoppeld om zo een indeling in visreizen te maken. Voor de visreizen waarvan AIS ontbreekt, wordt automatisch gebruik gemaakt van geïnterpoleerde VMS gegevens. Wanneer AIS wel beschikbaar is, wordt er gecontroleerd of de effort (gemeten in aantal pings die ieders 1 minuut representeren) gelijk is aan de effort die in het logboek staat geregistreerd. Wanneer deze effort minder is dan de effort in de logboeken wordt er een controle uitgevoerd of AIS tijdelijk niet beschikbaar was gedurende een visreis. Indien opeenvolgende AIS registraties minder dan 125 minuten uit elkaar liggen (VMS tijdsinterval +/- 10 min marge), wordt tussen deze opeenvolgende AIS posities geïnterpoleerd. Wanneer deze posities meer dan 125 minuten uit elkaar liggen worden tussenliggende VMS posities aan de AIS dataset toegevoegd. Nu wordt tussen de AIS en VMS posities geïnterpoleerd, net zolang totdat de AIS dataset weer registraties bevat met opeenvolgende posities minder dan 125 minuten uit elkaar. Ook hier spelen lengte van het schip, tuigtype en mogelijk maaswijdte weer een rol omdat de interpolatieparameters kunnen verschillen per combinatie van deze drie vistrupkarakteristieken. De afwijking die tussen VMS en AIS GPS posities zit is klein in vergelijking met de afstand die in 125 minuten afgelegd kan worden. Ook de aard van de afwijking, die niet systematisch is, maakt het onmogelijk de toegevoegde VMS posities te corrigeren.

Uiteindelijk wordt de vangstsamenstelling die gerapporteerd is in de logboeken ook gelinkt aan de AIS+VMS dataset. Logboeken worden per etmaal en ICES vierkant ingevuld. Dit betekent dat van ieder AIS+VMS record bepaald wordt op welke dag en in welk ICES vierkant het is uitgezonden. De overeenkomst tussen AIS+VMS en logboeken wordt dan gebruikt om de vangsten uit de logboeken gelijkmatig te verdelen over het aantal AIS+VMS records. Resterende logboek records (er kunnen fouten gemaakt worden in etmaal en ICES vierkant registratie) worden sequentieel toegevoegd aan AIS+VMS records op basis van ICES vierkant (zonder etmaal) of alleen scheeps-ID. Het resultaat bestaat uit een dataset met iedere minuut een GPS locatie met daaraan gekoppeld een vangstsamenstelling. Met behulp van deze dataset is nauwkeuriger in kaart te brengen waar visserij en bodemverstoring heeft plaats gevonden op een gedetailleerde ruimtelijke schaal, zoals dat van belang is in de Voordelta.

## 4. Conclusies

### 4.1 Dekking van VMS, AIS en logboek gegevens

In deze studie is er vanuit gegaan dat de logboek gegevens 100% van alle visserij-inspanning bevat. Naast de commerciële visserij-inspanning is er ook nog een recreatieve visserij die zeker binnen de Voordelta een aanzienlijke impact op visbestanden kan hebben (zie ook Hintzen *et al.* 2013). Deze visserij vindt voornamelijk plaats met hengels en zal zodoende een zeer beperkte impact op de bodem hebben. Daarnaast is er ook een buitenlandse visserij actief binnen de Voordelta. Zowel informatie over de recreatieve als buitenlandse visserij zijn in deze studie buitenwege gelaten.

Veruit de belangrijkste en dominantste groepen van tuigen binnen de Voordelta zijn staandwant vissers (tuigcodes GNS, GTR) en boomkorschepen (TBB). De eerste categorie heeft niet tot nauwelijks een impact op de bodem en is daarom buiten de vergelijking van visserij-intensiteit gelaten. Wanneer echter gekeken wordt naar de boomkorschepen, geassocieerd met een duidelijke impact op de bodem, is te zien dat VMS 56% procent meer kleine TBB schepen bevat dan AIS. Dit verschil is ook aanmerkelijk voor de bordenvisserij (OTB) met 36% meer schepen in VMS dan in AIS. Als alle schepen tezamen beschouwd worden is te zien dat de visserij-inspanning binnen de Voordelta bijna 2x zo hoog is op basis van VMS als op basis van AIS. Dit wordt deels veroorzaakt doordat er voor een groot deel van de visreizen geen AIS gegevens beschikbaar zijn, maar ook doordat binnen een visreis AIS gegevens ontbreken. Dit is opmerkelijk omdat er vanuit wordt gegaan dat wanneer een schip over een AIS apparaat beschikt, deze ook signalen uitzendt. Doordat in de vergelijking van visserij-intensiteit alleen schepen zijn meegenomen die in 2012 al over AIS beschikten, wordt dit beeld niet vertekend door de introductiedatum van AIS die per schip kan verschillen.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat met behulp van VMS een betere dekking van visserij-activiteit, ten aanzien van de vloot en de gemeten visuren, verkregen wordt. De schepen die wél voorzien zijn van AIS maar niet van VMS (17 in totaal) vissen hoofdzakelijk met een tuigcategorie (zoals GNS) die niet geassocieerd wordt met grote bodemimpact. Ook met betrekking tot de boomkorschepen, in specifiek de garnalenschepen, kunnen we dezelfde conclusie trekken. In VMS zijn meer garnalenschepen vertegenwoordigd die ook een hogere gemeten aantal visuren vertegenwoordigen.

### 4.2 Vergelijking visserij-intensiteit tussen VMS en AIS

De ruimtelijke vergelijking in visserij-intensiteit tussen VMS en AIS laat duidelijk zien dat de patronen in voornamelijk het noordelijk deel van de Voordelta overeenkomen. De voornaamste visgronden worden door beide databronnen hetzelfde weergegeven. Echter liggen de patronen in het zuidelijk deel van de Voordelta anders waar er beduidend meer visserij-inspanning zichtbaar is op de kaarten gebaseerd op VMS dan op AIS. Dit kan veroorzaakt worden door het ontbreken van specifieke schepen in de AIS dataset die voornamelijk in dit deel vissen. Desondanks is er op specifieke plaatsen in het noordelijk deel van de Voordelta sprake van een onderschatting van visserij-inspanning op basis van VMS ten opzichte van AIS. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk verklaard door de beperkte ruimtelijke resolutie waarop VMS beschikbaar is, en de beperkte hoeveelheid aan datapunten binnen een jaar. Er is geen effect zichtbaar in ruimtelijke patronen van die bodemberoerende schepen die wel in AIS maar niet in VMS aanwezig zijn. Oftewel, dominante visserij-patronen worden hoogstwaarschijnlijk beter weergegeven op basis van VMS dan op basis van AIS. Deze conclusie kan genomen worden op grond van de hele visserij die in de Voordelta plaatsvindt alsook voor de garnalenvisserij afzonderlijk. De conclusies die getrokken worden ten aanzien van de hele visserij blijven onveranderd wanneer er alleen naar de garnalenvisserij wordt gekeken.

Visserij-intensiteit wordt minder gelijkmatig verdeeld weergegeven op basis van VMS dan AIS en minder beviste gebieden (geassocieerd met lage visserij-intensiteit) worden beperkt weergegeven door VMS. Door gebruik te maken van interpolatietechnieken worden de lage visserij-intensiteitsgebieden beter weergegeven maar wordt er tegelijkertijd ook meer visserij-intensiteit uitgesmeerd over een groter gebied waardoor de piek-intensiteit, zoals die zichtbaar is in AIS, afneemt. Gebruik makende van kriging technieken, de techniek die in de huidige PMR-NCV rapportages wordt toegepast, kan wel de totale visserij-intensiteit ruimtelijk verdeeld worden met behoud van piek-intensiteiten, maar gaat tegelijkertijd wel de dal-intensiteit verloren (lege / witte gebieden op kaarten die ook in ruwe VMS kaarten aanwezig zijn). Dit betekent dat vooral in gebieden waar niet tot nauwelijks visserij-intensiteit ligt, de kriging techniek de visserij-intensiteit beperkt overschat. Zodoende kan geconcludeerd worden dat AIS beter in staat is om de hele reeks van lage tot hoge visserij-intensiteiten in kaart te brengen.

De afwijking die zit tussen de GPS posities van AIS en VMS is opmerkelijk groot. De afwijking zou in de regel slechts maximaal 20 meter mogen zijn maar is voor stil liggende schepen al gemiddeld ongeveer 40 meter. Deels kan dit liggen aan de positie van het GPS apparaat aan boord, die voor AIS gecorrigeerd is naar het midden van het schip, terwijl de exacte positie voor VMS onbekend is. Op basis van deze afwijking kan geconcludeerd worden dat het bestuderen van visserij-intensiteit op een schaal van 50 bij 50m niet goed mogelijk is. Allereerst voldoet de temporele resolutie van AIS van 1 minuut niet om dan een continu vispatroon weer te geven aangezien schepen in 1 minuut gemiddeld 150 meter afleggen (vissend). Daarnaast is de onzekerheid van de GPS positie ongeveer de helft van de afmeting van een dergelijk blok en is het aantal decimalen van GPS registratie te beperkt in VMS om op 50 bij 50meter te projecteren. Op basis van deze onzekerheden is geconcludeerd dat een kaart met blokken van 1 bij 1km realistisch is en voldoende informatie geeft om de relatie met vis en benthos te bestuderen. Hier moet bij opgemerkt worden dat deze conclusie niet van toepassing is wanneer gebruik gemaakt wordt van kriging technieken. In dat geval volstaat de VMS temporele resolutie van ongeveer 2 uur wel om een continue visserij-intensiteitspatroon te creëren.

#### 4.3 Visserij in de Voordelta in breder perspectief

De visserij in de Voordelta bestaat voornamelijk uit boomkorvisserij en in mindere mate bordenvissers. Ook vindt er lijnvisserij, staandwant visserij en fuikvisserij plaats. Alleen de bodemberoerende visserij heeft een duidelijke impact op de bodem. In totaal zijn er sinds 2001 zo'n 400 schepen actief geweest met aanlandingen tussen de 15 en 1500 kilo per etmaal of trip. Vooral schol en tong behoren tot de soorten die het meest worden aangeland (naast de aanlandingen van garnalen die in jaren voor 2010 deels ontbreken in de logboeken). Deze vangstsamenstelling in de Voordelta komt overeen met de dominante vangstsamenstelling van de hele bodemberoerende visserij in Nederland, alsook met de aanlandingen per etmaal of trip van alle Nederlandse schepen (ongeveer 1100 kg/etmaal in de jaren 2001-2012).

Ten opzichte van de hele Nederlandse visserij op schol en tong betekent dit, dat ongeveer 2% van alle schol-aanlandingen en 3% van alle tong-aanlandingen in dit gebied gevangen wordt (hierbij wordt aangenomen dat aanlandingen gelijk verdeeld zijn binnen de ICES kwadranten waarmee de Voordelta een overlap heeft). In totaal werd er ongeveer 800 zeedagen gevist in het Voordelta gebied in de afgelopen 3 jaar (jaarselectie op basis van beschikbaarheid aan VMS gegevens). Ook hier gaat het om gemiddeld 2 procent ten opzichte van de hele bodemberoerende visserij in Nederland, een percentage dat stabiel is sinds 2003. Hoewel zeedagen geen directe maat voor bevissingsfrequentie is, stelt het ons in staat om de visserij in de Voordelta in perspectief te zien van de totale omvang van de bodemberoerende Nederlandse vissersvloot.

Deze bevissingsfrequentie (aantal keren dat 1km bij 1km blok volledig bevestigd is) is van groot belang in de tijdserie analyse van bodemleven (benthos) en vissoorten. De bevissingsfrequentie in de Voordelta loopt uiteen van minder dan eens in de 10 jaar tot meer dan 2 keer per jaar. Wanneer dit vergeleken wordt met de bevissingsfrequentie van de hele Nederlandse EEZ (Piet and Hintzen, 2012, Figuur 4) is te zien dat ruim 85% van het EEZ met een frequentie van minder dan 0.1 bevestigd wordt, terwijl de proportie van de Voordelta waar met eenzelfde frequentie wordt gevestigd lager ligt. Echter, ongeveer 5% van het EEZ wordt met een frequentie tussen de 2 en 5x per jaar bevestigd terwijl dit percentage lager ligt binnen het Voordelta gebied. Met andere woorden, de bevissingsfrequentie is gelijkmatiger verdeeld binnen het Voordelta gebied dan binnen de hele EEZ.

#### 4.4 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten gepresenteerd in de deze studie kan geconcludeerd worden dat er geen nieuwe inzichten in ruimtelijke visserij-intensiteit aan het licht zijn gekomen door gebruik te maken van AIS gegevens. Doordat alleen VMS gegevens beschikbaar zijn voor een langere tijdsreeks (vanaf 2001), is VMS de aangewezen bron van informatie om visserij-intensiteit te berekenen met hoog ruimtelijk detail. AIS kan deze functie niet overnemen doordat de tijdsreeks te kort is voor de PMR studies. Juist doordat AIS maar beschikbaar is voor een kleiner deel van de vloot, in vergelijking met VMS, is AIS alleen niet geschikt voor studies met betrekking tot visserij-intensiteit. De voordelen van AIS; gelijkmatigere (realistischere) spreiding en grotere reikwijdte in visserij-intensiteit, worden grotendeels benaderd door gebruik te maken van kriging technieken zoals binnen de PMR studie is uitgevoerd. Er valt wel winst te behalen in die gebieden die maar zeer beperkt bezocht worden door vissersschepen.

Het is aan te bevelen om op basis van AIS en VMS een gecombineerde dataset (zonder overlap) te creëren die een 100% dekking nastreeft (uitgaande van de schepen die zowel in VMS als AIS beschikbaar zijn). Deze dataset zal zowel in visserij-intensiteit als in reikwijdte beter zijn dan één van deze datasets afzonderlijk. Omdat beide datasets gecombineerd een groter aantal schepen bevat dan één van de sets afzonderlijk, neemt de nauwkeurigheid van het schatten van visserij-intensiteit op basis van de hele vloot (aangegeven door de logboeken) toe. De VMS dataset is representatiever voor de hele vloot dan de AIS dat in de huidige vorm is. Deze gecombineerde dataset zal vooral verbetering laten zien in schatting van visserij-intensiteit in hoog ruimtelijk detail in situaties waar de analyse zich beperkt tot een korte tijdsperiode, gedetailleerde ruimtelijke schaal of een kleine selectie van het vlootsegment

Daarnaast is het aan te bevelen om op basis van AIS gegevens interpolatieroutines voor VMS te parameteriseren. Deze interpolatieroutines maken het mogelijk om accuraat opvolgende VMS pings te verbinden en hiermee tussenliggende GPS posities te creëren. Met behulp van deze extra GPS posities is de visserij-intensiteit beter te schatten in hoog ruimtelijk detail. De parameter die nodig is voor deze interpolatieroutine kan geschat worden met behulp van AIS gegevens, aangezien in AIS bekend is welke route vissersschepen exact hebben gevaren. Ook is het aan te bevelen de kriging methodiek, die op basis van alleen VMS gegevens visserij-intensiteit voorspelt, verder te valideren aan de hand van AIS gegevens.

Het is mogelijk dat in de toekomst, wanneer AIS voor een langere periode beschikbaar is en meer schepen zijn uitgerust met een AIS transponder, de schatting van visserij-intensiteit verder zal verbeteren. Het lijkt echter niet waarschijnlijk dat alle vissersschepen met AIS uitgerust zullen worden, dus de combinatie van VMS en AIS gegevens blijft van belang.

Het simultaan verwerken van AIS, VMS en logboek gegevens is een tijdrovend proces. De routines ontwikkeld binnen deze studie stellen onderzoekers wel in staat geautomatiseerd visserij-intensiteit te

bepalen. Desalniettemin wordt geschat dat het toevoegen van AIS gegevens aan de analyses de totale verwerkingstijd met een factor van ongeveer 1.5 zal verhogen, juist omdat additionele controlestappen nodig zijn om de kwaliteit van visserij-intensiteitskaarten te waarborgen. Zowel de extractie van AIS gegevens, de koppeling van MMSI nummers aan scheeps-IDs zorgt hierin voor extra verwerkingstijd. De kwaliteit van schattingen van visserij-intensiteit zullen hiermee toenemen al is het de verwachting dat interpretaties in trends in visserij-intensiteit weinig af zullen wijken van die gepresenteerd op basis van VMS.

Het gebruik van radargegevens is buiten deze analyse gelaten. Hoewel radar, net als AIS, ook informatie kan verschaffen over de ruimtelijke verdeling van de visserij, is van slechts een fractie van de radar gegevens het scheeps-ID bekend. Hierdoor is radar niet als consistente gegevensbron in te zetten om visserij-intensiteit te schatten aangezien de temporele en ruimtelijke dekking, door het gebrek aan scheeps-ID informatie, enorm kan fluctueren. Wel kan radar gebruikt worden om (incidenteel) een gedetailleerde blik op een specifiek schip te werpen waarvoor het scheeps-ID wel geregistreerd staat.

## **5. Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.



## Referenties

Hintzen, N.T.; Piet, G.J.; Brunel, T. Improved estimation of trawling tracks using cubic Hermite spline interpolation of position registration data. *Fisheries Research* 101. –p. 108-115

Hintzen, N.T.; Bastardie, F.; Beare, D.J.; Piet, G.J.; Ulrich, C.; Deporte, N.; Egekvist, J.; Degel, H. 2012 VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research* 115-116. - p. 31 - 43.

Hintzen, N.T., Coers, A., Hamon, K. 2013. A collaborative approach to mapping value of fisheries resources in the North Sea (Part 1: Methodology) IJmuiden: IMARES, (Report C001/13) – 24pp.

## Verantwoording

Rapport C068/14  
Projectnummer: 4302500407

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Ingrid Tulp  
Senior onderzoeker



Handtekening:

Datum: 22 april 2014

Akkoord: John Schobben  
Afdelingshoofd



Handtekening:

Datum: 22 april 2014