

# MZI's en zeehonden in de Waddenzee

Een eerste aanzet tot een analyse

Jenny Cremer, Sophie Brasseur en Erik Meesters

Rapport C133/12



# IMARES WageningenUR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Oprachtgever:

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en  
Innovatie, Directie Kennis,  
t.a.v. mevr. dr. J.A. Hoekstra  
Postbus 20401,  
2500 EK Den Haag

BAS code: BO-11-011.04-007

Publicatiedatum:

December 2012

**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).

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (voorheen Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) binnen het Beleidsondersteunend onderzoek in het kader van programma's BO-11-007-007 (2010) en BO-11-011.04-007 (2011).

P.O. Box 68

1970 AB IJmuiden

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 26

E-Mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)

[www.imares.wur.nl](http://www.imares.wur.nl)

P.O. Box 77

4400 AB Yerseke

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 59

E-Mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)

[www.imares.wur.nl](http://www.imares.wur.nl)

P.O. Box 57

1780 AB Den Helder

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)223 63 06 87

E-Mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)

[www.imares.wur.nl](http://www.imares.wur.nl)

P.O. Box 167

1790 AD Den Burg Texel

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 62

E-Mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)

[www.imares.wur.nl](http://www.imares.wur.nl)

© 2012 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

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-V12.2

## Samenvatting

In het kader van het monitoringsonderzoek van effecten van MZI's in de Waddenzee en de Delta is gekeken naar de mogelijke versturende effecten van activiteiten rond MZI's op de aanwezigheid van zeehonden in de Waddenzee. Bij de analyse is uitgegaan van de reguliere tellingen die in het kader van de wettelijke monitoring van zeehonden worden uitgevoerd. Uit de (statistische)analyse blijkt dat in gebieden met veel MZI's de groei van de aantallen achter blijft ten opzichte van de waargenomen totale groei in Waddenzee. De variatie in de groei van de aantallen in het gebied met de meeste MZI's kan door de aantallen aanwezige MZI's verklaard worden. Dit is een aanwijzing voor mogelijke effecten, geen bewijs. Ten aanzien van reproductie (de aantallen pups) is geen duidelijk verband te leggen. De zeehondenpopulatie groeit nog steeds na een halvering van de aantallen in 2002 vanwege een virusinfectie. In een groeiende populatie zijn effecten van verstoring moeilijker te meten dan in een populatie in evenwicht. De gebruikte data werden niet verzameld met het doel analyses uit te voeren zoals in dit onderzoek. Om harde uitspraken te kunnen doen is gericht onderzoek nodig. Daarnaast is de zogenaamde monstergrootte (de drie gebieden waar MZI's werden geplaatst) klein. Wanneer men, gegeven de verwachte variatie in natuurlijke en menselijke factoren, effecten wil kunnen voorspellen voor alle verschillende ligplaatsen is verder onderzoek noodzakelijk. Als laatste is, zonder kennis over de veranderingen in andere menselijke activiteiten in de meetperiode, in het gebied niet aan te geven of en hoe de aanleg en aanwezigheid van MZI's hebben bijgedragen tot de waargenomen veranderingen. Voor gedegen effectenonderzoek van MZI's op zeehonden zijn derhalve gerichtere data en analyses nodig.

# Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting.....  | 3  |
| 1 Inleiding.....   | 5  |
| 2 Kennisvraag.....   | 8  |
| 3 Methoden .....   | 9  |
| 3.1 Zeehonden tellingen.....   | 9  |
| 3.2 Registraties MZI's .....   | 9  |
| 3.3 Data analyse.....  | 10 |
| 3.4 Statistische analyse .....   | 12 |
| 4 Resultaten .....   | 13 |
| 4.1 Aantalsvariatie van jaar op jaar in de verschillende wantijen of stroomgebieden..... | 13 |
| 4.2 Aantalsvariatie van jaar op jaar in verschillende kleinere gebieden.....             | 14 |
| 4.3 Vergelijking pups en totaal aantal in de wantij of stroomgebieden.....               | 15 |
| 4.4 Statistische analyse .....   | 17 |
| 4.4.1 Impact van MZI's.....  | 17 |
| 4.4.2 Discussie .....  | 21 |
| 5 Conclusies .....   | 23 |
| 6 Kwaliteitsborging .....  | 24 |
| Referenties .....  | 25 |
| Verantwoording .....   | 27 |
| Bijlage A: Overzicht van de MZI's van de Waddenzee .....                                 | 28 |

# 1 Inleiding

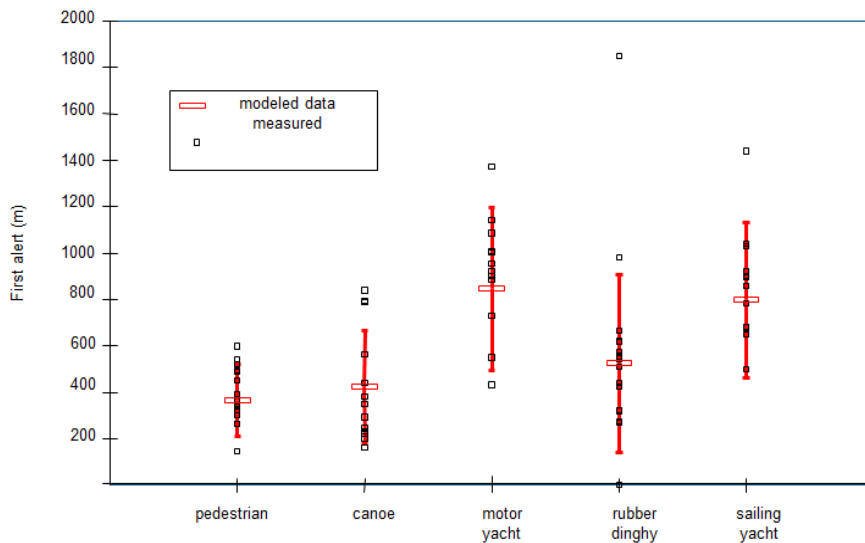
In het begin van deze eeuw, in 2003, is men begonnen met het plaatsen van de eerste Mossel Zaad Invang installaties (MZI) in de Waddenzee, in het Marsdiep. De aanvankelijke reden was de schaarste aan mosselzaad. Na de totstandkoming van het mosselconvenant in 2008 met betrekking tot de beperking van de bodemberoerende mosselzaadvisserij is het vervangen van deze vorm van visserij door MZI's het hoofddoel geworden (LNV2008). Om MZI's rendabel te maken en voldoende opbrengst te garanderen is men van plan deze nieuwe methode op grotere schaal te ontwikkelen. De vraag is in hoeverre deze activiteiten en de aanstaande of toekomstige schaalvergroting op het wad andere organismen kunnen schaden en men zo de ongewenste effecten van zaadvisserij op het ecosysteem vervangt door andere ongewenste effecten. Eén van de soorten die beïnvloed zou kunnen worden is de gewone zeehond (*Phoca vitulina*).

Het hele jaar maken zeehonden gebruik van de zandplaten in de Waddenzee om te rusten. Deze vallen bij laagwater droog. In de zomer (juni) krijgen de gewone zeehonden jongen, daarna verhareren ze (augustus). In de zomerperiode gebruiken de dieren de ligplaatsen daarom intensiever. De jongen kunnen alleen op de platen worden gezoogd. Bij de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) worden jongen juist in de winter (nov-jan) geboren en vindt de verharing plaats in de vroege lente (mrt-apr). Hoewel op vele plekken beide soorten worden gezien, is er tijdens de zoog- en verharingsperiode bij de grijze zeehonden voorkeur voor de hogere ligplaatsen die niet elk tij onderwater lopen. De soort heeft relatief recent het Waddengebied veroverd, zij komen tot op heden meer voor in de buurt van de zeegaten en enkele uitzonderingen daargelaten, over het algemeen niet zo diep in de Waddenzee als de gewone zeehond.

Gemiddeld liggen de zeehonden 10-20% van de tijd op de kant (eigen data IMARES). Dus verreweg de meeste tijd wordt onderwater doorgebracht tijdens welke de dieren foerageren en/of onderweg zijn naar hun foerageer gebieden. Die kunnen zowel in de Waddenzee als in de aangrenzende Noordzee liggen. Brasseur et.al. (1996) laten zien dat het regelmatig op de kant komen voor de dieren noodzakelijk is. Er zijn ook aanwijzingen dat bijvoorbeeld na periodes met extreem hoog water, of zeer slecht weer (dus beperkte mogelijkheden om op de kant te komen) de zeehonden in grotere aantallen dan gemiddeld op de zandplaten lijken te liggen.

## *Verstoring*

Naast directe bedreigingen voor de populatie zoals de jacht wordt verstoring als één van de meest prominente indirecte bedreigingen beschouwd. Om verstoring door recreatie te voorkomen werd in de jaren negentig onderzocht op welke afstand gewone zeehonden op de zandplaten reageerden wanneer ze benaderd werden door (kleine) recreatie vaartuigen (Brasseur & Reijnders 1994, *Figuur 1*). Er bestaan noch vergelijkbare metingen voor grotere vaartuigen, zoals de schepen gebruikt bij het onderhoud van MZI's, noch voor activiteiten die langduriger zijn en vooral verontrusting onderwater veroorzaken. Dit belemmert het schatten van effecten van de MZI's op de zeehonden, en het bepalen van een "veilige afstand" voor deze activiteit. In een recente studie is wel gekeken naar het effect van oesterkwekerijen op de reproductie van de gewone zeehond (Becker et.al. 2011). Hier bleek de pup-adult ratio lager te zijn in gebieden waar oesteroogst van aquacultures had plaatsgevonden.



Figuur 1. De relatie tussen de verstoringbron en de afstand bij de eerste reactie van de zeehonden op de verstoring (uit: Brasseur & Reijnders, 1994).

Verstoring kan een langduriger effect hebben op de zeehondenpopulatie. Als de verstoring lang en regelmatig optreedt (dit geldt des te meer bij cumulerende, verschillende verstoringen) kunnen de aantallen over een langere periode naar beneden gaan. Direct onderzoek naar deze effecten op zeehonden populaties ontbreekt, maar in het Deltagebied (Reijnders *et al.* 2000 ; Brasseur & Reijnders 2001) wordt zeer intensieve verstoring gezien als een van de factoren die het herstel van het aantal zeehonden heeft beperkt. Naar verwachting zullen de individuele verschillen die bij zeehonden worden waargenomen, ook in de reactie op verstoring, waar te nemen zijn. De ene zeehond kan veel schuwer zijn dan de andere. Dat zou betekenen dat verstoring mogelijk selectief op de populatie inwerkt. De gevolgen hiervan zijn vooralsnog onbekend.

### Tellingen

Jaarlijks worden in het kader van de WOT monitoring de zeehondenaantallen op de platen geteld. Dit gebeurt voor de gewone zeehonden in de zomermaanden (juni-juli en augustus) wanneer de dieren jongen en verhare. Voor de monitoring van de grijze zeehonden wordt tijdens de wintermaanden geteld, hierbij worden echter niet alle ligplaatsen van gewone zeehonden bezocht.

### Veranderingen in de populatie

In de afgelopen decennia is de populatie van de gewone zeehond in de Nederlandse Waddenzee sterk toegenomen. Dit wordt gezien als een natuurlijk herstel na sluiting van bijna 400 jaar (premie) jacht (Reijnders 1992, 1994) en de afgenomen effecten van PCB's op de voortplanting van de dieren (Reijnders 1986). In 1988 en nogmaals in 2002 heeft een virusinfectie (het PDV virus) de populatie gehalveerd (Härkönen 2006). Daarna vind een gestage groei in de Waddenzee plaats van ruim 2000 individuen in Nederland in 2003 tot ruim 7000 in 2011. Het mag duidelijk zijn dat naast deze groei, de analyse van mogelijke lokale effecten verder bemoeilijkt wordt door de mobiliteit van de dieren..

Als gevolg van de hoge sterfte door PDV is de populatie nog relatief jong. Hierdoor is het percentage pups in de eerste jaren na de infectie relatief groot en de overleving van de pups in een groeiende

populatie is ook groter dan gemiddeld. Zeehonden zijn relatief lang levende dieren en maken uit gewoonte gebruik van dezelfde ligplaatsen (Suryan e.a. 1998). Dit zal naar verwachting gevolgen hebben voor het meten van een verstoringseffect op de omvang van groep omdat veranderingen pas na jaren meetbaar zullen zijn. Hoewel zeehonden veel en lange tochten kunnen maken, is plaatstrouwheid bekend bij deze dieren (Härkönen *et al.* 1999). De verwachting is dat bij meer verstoring vooral de jonge dieren zullen verkassen in plaats van zich terplekke te vestigen. Dit wordt pas op langere termijn zichtbaar.

In het kader van een evaluatie van de monitoring van de populatie gewone zeehonden in de internationale Waddenzee is in 2007 voor de gehele Waddenzee populatie een power analyse uitgevoerd om te toetsen of de huidige telmethode voldoende power heeft om een afname van de zeehondenpopulatie van 10% over 10 jaar met een betrouwbaarheid van 0.05 te kunnen vaststellen (Meesters *et al.* 2007). Uit de resultaten bleek dit niet het geval, zelfs niet voor de gehele Waddenzee populatie. Voor de aantallen in de drie afzonderlijke landen is dit nog minder het geval. Dat betekent dat, met de huidige telgegevens van de zeehonden in de Nederlandse Waddenzee veranderingen van minder dan 10% per jaar binnen tien jaar, met het huidige monitoringsschema, moeilijk te meten zijn. Op lokaal niveau (individuele zandplaat) is de zogenaamde power van de voor dit onderzoek gebruikte data nog slechter.

## 2 Kennisvraag

De centrale onderzoeksvraag in dit rapport luidt:

*Zijn er aanwijzingen dat MZI's, en activiteiten die daarmee samenhangen, de aanwezigheid van de (gewone) zeehonden op de zandplaten beïnvloeden?*



## 3 Methoden

In dit rapport wordt gebruik gemaakt van de tellingen van zeehonden ten behoeve van de jaarlijkse wettelijke monitoring van de populatie in de Waddenzee. Daarnaast is gebruik gemaakt van de registratie van de MZI's zoals ze bij Imares bekend zijn (zie ook bijlage A). De grootste aandacht is besteed aan de westelijke Waddenzee omdat verreweg de meeste MZI's van de Waddenzee hier voorkomen. Om de variatie tussen de ligplaatsen, anders dan door de MZI's, zo klein mogelijk te houden zijn voor de analyses gebieden gekozen die dicht bij elkaar te liggen. In de analyse worden aantallen zeehonden in ongestoorde gebieden vergeleken met in ruimte en tijd vergelijkbare gebieden met MZI's. In de statistische analyse, waarbij een vergelijking wordt gemaakt tussen gebieden met en zonder MZI's, zijn de aantallen uit de gehele Nederlandse Waddenzee gebruikt. Tenslotte dient nogmaals benadrukt te worden dat de in dit rapport gebruikte data niet specifiek voor dit onderzoek zijn verzameld, . Dit beperkt de analyses enigszins.

### 3.1 Zeehonden tellingen

Om een goed beeld te krijgen van het aantal geboren dieren en de totale populatie wordt er sinds de jaren '60 jaarlijks drie keer in de geboorteperiode geteld en twee keer tijdens de verharingsperiode. In vrijwel geheel Europa is afgesproken dat de maximum telling in augustus wordt gebruikt om de populatieontwikkelingen in de verschillende jaren met elkaar te vergelijken. In de internationale Waddenzee zijn in trilateraal verband (Nederland, Duitsland en Denemarken) nog verdere afspraken gemaakt om de tellingen in de drie landen te synchroniseren en te standaardiseren.

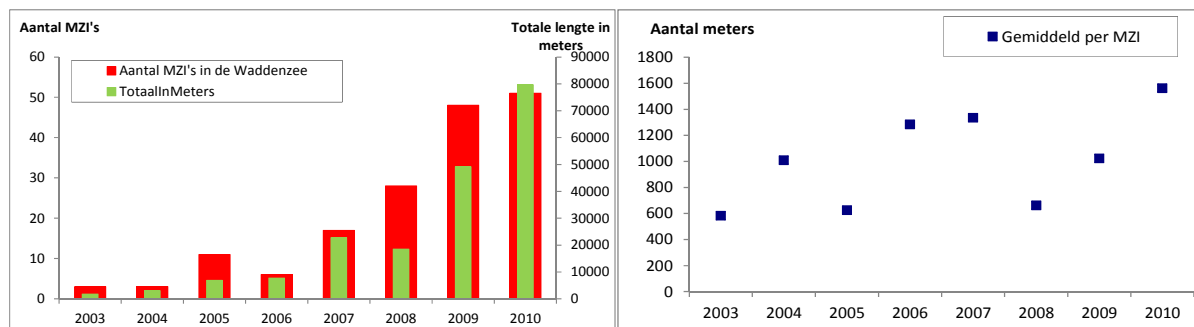
In getijdgebieden zoals de Waddenzee worden zeehonden geteld wanneer ze bij laagwater op de zandbanken komen. Met een vliegtuig wordt de gehele Waddenzee afgevlogen van Den Helder tot in de Dollard en worden alle ligplaatsen bezocht. Er wordt gevlogen op minstens 500 voet (ruim 150 meter) en tijdens de vlucht worden digitale foto opnames gemaakt die later worden uitgewerkt. Tevens loopt een gps track mee zodat de foto's naderhand aan een ligplaats te koppelen zijn. Op die manier wordt voor die bepaalde vlucht een totaal aantal dieren verkregen, met in de geboorteperiode nog als extra onderscheid het aantal getelde pups.

Hoeveel zeehonden uit de populatie op de kant komen is afhankelijk van een aantal factoren zoals de getijdencyclus, tijd van de dag, seizoen, weer, verstoring, tijdsduur dat zandbanken droogvallen, voedselbeschikbaarheid, periode waarin geboortes, zogen en paartijd vallen (o.a. Harkonen *et al.* 1999). Uit onderzoek in Nederland (Ries *et al.* 1998) blijkt dat tijdens de zoog- en verharingsperiode, als men rond laagwater overdag telt, men een correctie factor van ongeveer 1,5 kan hanteren voor een schatting van de totale populatie. Dit is in dit onderzoek waarin locaties met en zonder MZI's worden vergeleken echter niet aan de orde; hier worden alleen veranderingen in het aantal dieren die op de zandplaten liggen in de analyse meegenomen.

### 3.2 Registraties MZI's

Voor dit onderzoek is door Imares een overzicht gemaakt van de in de Waddenzee en in de Delta gelegen MZI's. In deze analyse is alleen gebruik gemaakt van de MZI's in de Waddenzee. Sinds 2003 worden er MZI's in de Waddenzee geplaatst (de eersten in het Marsdiep) en in de loop van de jaren is het aantal en gebruik sterk toegenomen (Figuur 2). Van de eigenaren van de MZI's is informatie verkregen (voor een overzicht zie bijlage A). Daarbij gaat het om gegevens zoals de datum van plaatsing en verwijdering, de horizontale lengte en het aantal constructies waar netten of touwen aan bevestigd

zijn, boven perceel of niet, frequenties van bezoek en oogsten. De verkregen informatie was niet altijd eenduidig of volledig, bijvoorbeeld als datum plaatsing werd soms een weeknummer, soms een datum en soms een maand opgegeven. Het blijkt achteraf toch moeilijk te zijn in voorkomende gevallen exact terug te halen op welke datum een MZI geplaatst is. Als gevolg hiervan was niet voor iedere MZI exact de duur en periode van aanwezigheid te bepalen. Echter de tellingen van de gewone zeehond worden alleen in de zomer uitgevoerd en dateren uit de periode juni, juli en augustus, een deel van het jaar waarin de meeste in gebruik zijn de MZI's aanwezig zijn. Exacte start en einddatum zijn daardoor van minder belang.



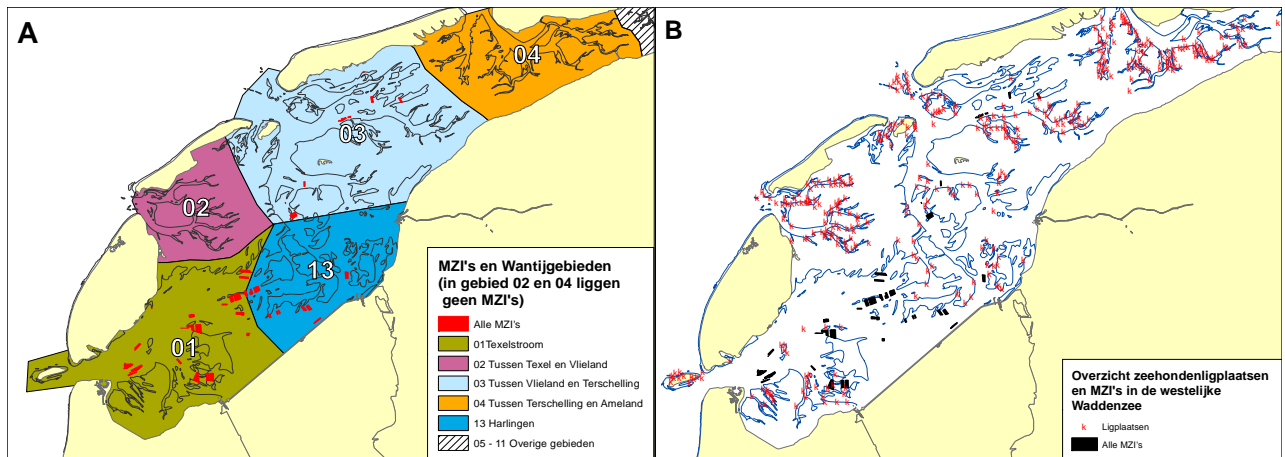
Figuur 2. Een overzicht van de aantallen MZI's (rood) en de horizontale lengte van de MZI's (groen) per jaar en de gemiddelde lengte in meters per MZI (blauw) voor de Waddenzee.

Voor de bepaling van het aantal aanwezige MZI's is uitgegaan van plek en bedrijf. Het komt voor dat boven een bepaald perceel of plek verschillende bedrijven een MZI hebben liggen. Deze tellen apart mee, aangezien verschillende bedrijven op verschillende tijdstippen aanwezig kunnen zijn. Dus 3 bedrijven op dezelfde plek tellen voor 3 MZI's. De meeste eigenaren hebben ook de horizontale lengte en het aantal constructies opgegeven. Voor de totale lengte van de MZI zijn aantal en lengte van de constructie vermenigvuldigd en zo ontstaat, bij optelling van alle MZI's samen, de totale horizontale lengte van de MZI's per jaar in de Waddenzee. Ook die zijn toegenomen. De gemiddelde totale lengte per MZI is ook toegenomen, maar wel in veel mindere mate (Figuur 2). Dat betekent dat zowel de aantallen als de grootte, en daarmee de bedrijvigheid per MZI, zijn toegenomen.

Op basis van datum plaatsing/verwijdering, aantal en lengte MZI en bedrijvigheid is voor ieder MZI bepaald of deze in gebruik was of niet (bijlage A). Een MZI waarbij bijvoorbeeld alleen datum plaatsing was ingevuld of alleen het formaat van de constructie opgegeven was geldt als in gebruik zijnde.

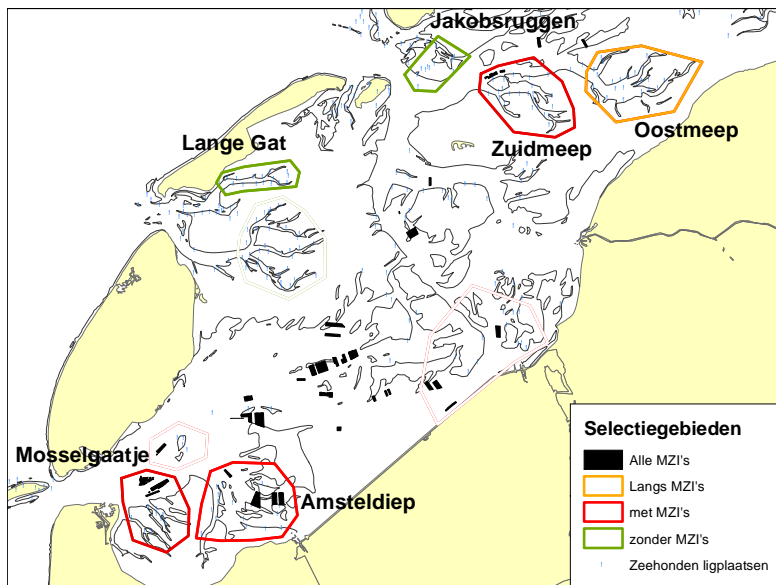
### 3.3 Data analyse

Omdat de aantallen zeehonden op de individuele platen geregistreerd worden, kan ook onderscheid gemaakt worden per gebied. Meest voor de hand liggend is de vergelijking van de verschillende stroomgebieden (Figuur 3A). Een stroomgebied is een stelsel van geulen die door een zeegat worden 'gevuld', alleen stroomgebied 13 wijkt af van de definitie. Dit is meer een overloop gebied vanuit de stroomgebieden 01 en 03. De nummering van de zeehondenligplaatsen is aan deze gebieden gekoppeld. In de analyse wordt gebruik gemaakt van deze stroomgebieden, gebied 02 en 04 zijn daarvan de enige waarin geen MZI's geplaatst zijn.



Figuur 3. A: Overzicht van de Westelijke Waddenzee met de genummerde stroomgebieden zoals ze bij de zeehonden tellingen worden gebruikt en de MZI locaties die sinds 2003 in gebruik zijn of zijn geweest. B: Overzicht van de westelijke Waddenzee met alle aanwezige MZI locaties die sinds 2003 in gebruik zijn of zijn geweest en de zeehondenligplaatsen.

Het is daarnaast ook mogelijk om de gegevens in meer detail te analyseren, omdat aantallen gekoppeld zijn aan vaste ligplaatsen verspreid in de Waddenzee (Figuur 3B). Daar wordt gebruik van gemaakt bij de vergelijking tussen kleinere gebieden (met en zonder MZI's) (Figuur 4).



Figuur 4. Overzicht van de selectie gebieden in de westelijke Waddenzee en van de MZI's die in gebruik zijn of zijn geweest. De oranje gebieden geven aan dat zeehonden 'langs' MZI's moeten zwemmen om bij hun ligplaatsen te komen, terwijl in die gebieden zelf geen MZI's geplaatst zijn.

Voor de analyse zijn binnen de stroomgebieden en de kleine gebieden de ligplaatsen geselecteerd die binnen het gebied liggen. Van deze ligplaatsen zijn de aantallen zeehonden bepaald.

Ook van de MZI's is bepaald welke binnen de stroomgebieden en kleine gebieden liggen en zijn de aantallen en de lengtes per jaar per gebied bepaald.

Voor de vergelijking van de aantallen is per jaar steeds uitgegaan van 1 telling en daarvan is voor alle gebieden/ligplaatsen de aantallen bepaald. Binnen ieder jaar worden steeds de aantallen van dezelfde

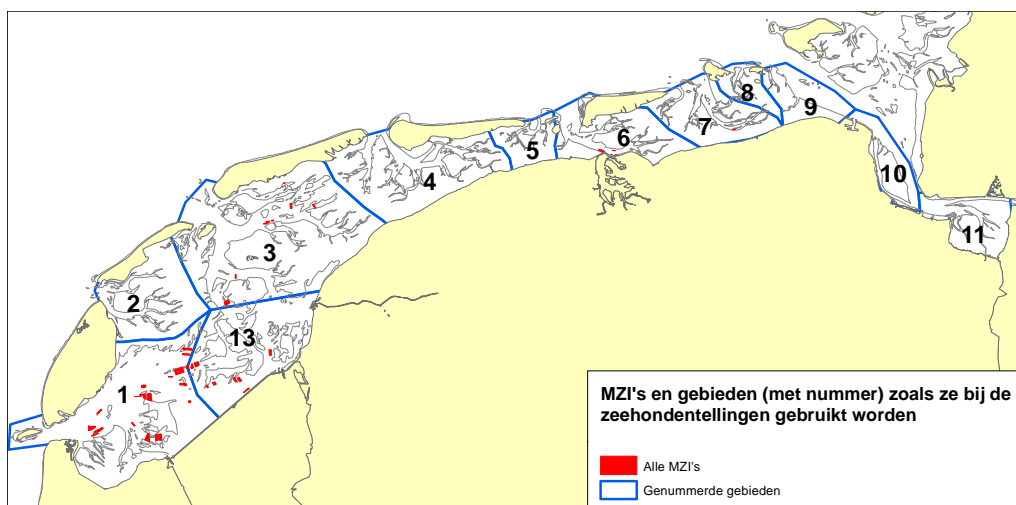
telling vergeleken en dat zijn de tellingen die, mits volledig, dichtbij half augustus liggen, het zwaartepunt van de verharingsperiode.

Ten aanzien van de vergelijking van de pups is het juist van belang om de pups van een juni telling te vergelijken met de aantallen zeehonden uit de augustus telling. Immers, als de aantallen volwassenen uit de juni telling zouden worden gebruikt, zijn deze gekoppeld aan de pups, want een deel ervan zijn de moeders van de pups. En daarmee zijn de te vergelijken aantallen (totaal en pups), als alleen de juni tellingen meedoen, afhankelijk van elkaar. Voor de aantallen pups is uitgegaan van de jaarlijkse telling die, totaal over de Nederlandse Waddenzee, het maximale aantal pups van dat jaar oplevert. Voor de totaal aantallen is weer uitgegaan van, indien mogelijk, de augustustellingen.

Ten aanzien van de vergelijking van de kleinere gebieden zijn voor 2003 en 2004 totaal aantallen van juni gebruikt. In die jaren zijn de augustusaantallen wel aan een stroomgebied maar niet aan een specifieke ligplaats gekoppeld. Bij de vergelijking van de pups kunnen deze jaren, vanwege het ontbreken van die detailgegevens op ligplaatsniveau, niet meedoen.

### 3.4 Statistische analyse

Voor de statistische analyse zijn de data van de periode 2003-2010 gebruikt. In 2002 woedde een epidemie onder de zeehonden en voordien waren er nog geen MZI's in de Waddenzee (Figuur 2). Voor de statistische analyse zijn de aantallen van de juni tellingen gebruikt. Deze tellingen zijn consistent in de tijd dan de augustustellingen, hetgeen betekent dat er niet zozeer een zwaartepunt in de tellingen aanwezig is, maar ze zijn over een bredere periode in de tijd ongeveer gelijk. Dit in tegenstelling tot de augustustellingen waar duidelijk een piekmoment is (rond half augustus). Het is daardoor mogelijk geschikte tellingen over een bredere tijdspanne te kunnen gebruiken voor de statistische analyse. De data over de verspreiding van zeehonden in de Nederlandse Waddenzee is opgedeeld in 12 gebieden, genummerd 1 t/m 11 en 13 (Figuur 5). In gebieden 1,3 en 13 werden de meeste MZI's aangelegd in respectievelijk 2003, 2007, en 2005 (Figuur 2; samen ongeveer 80.000m net). In de gebieden 6 en 7 hebben incidenteel MZI's gelegen, in gebied 6 lagen in 2008 en 2009 3 stuks (150 resp. 750 m) en in gebied 7 lag in 2008 1 MZI (7 netten). In deze statistische analyse zijn de gebieden met de meeste MZI's (1, 3 en 13) vergeleken met de gebieden zonder MZI's en is specifiek gekeken naar het gebied met de meeste MZI's, gebied 1. Voor het statistisch testen van verschillende hypothesen is gebruik gemaakt van Mixed Effects Models, waarbij de afzonderlijke gebieden als een random effect zijn meegenomen. Voor betere bepaling van de exacte waarschijnlijkheden (p-waarden) is gebruik gemaakt van simulaties (bij simulaties worden de modelschattingen en geschatte variaties gebruikt om nieuwe data te simuleren, dit geeft betere betrouwbaarheids grenzen).

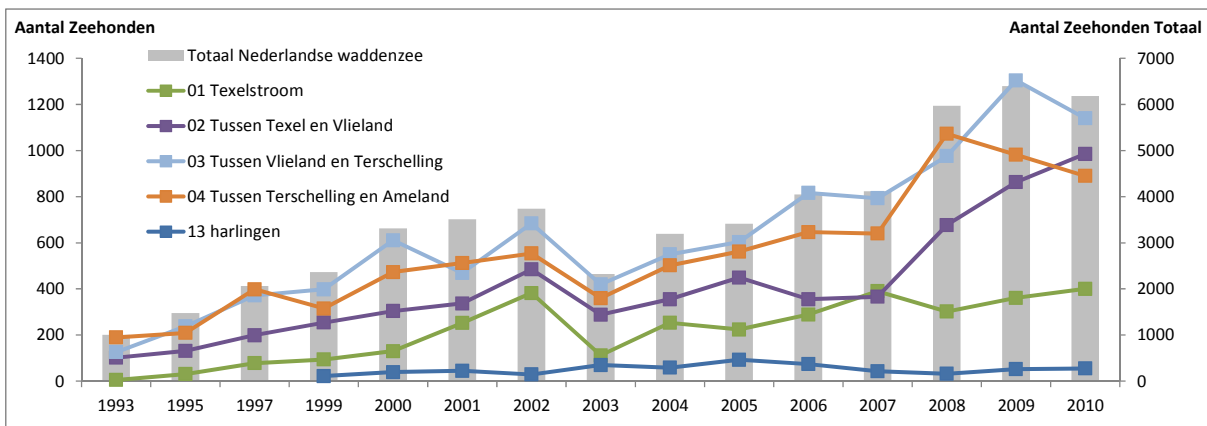


Figuur 5. Een overzicht van de gebieden zoals ze bij de zeehondentellingen onderscheiden worden.

## 4 Resultaten

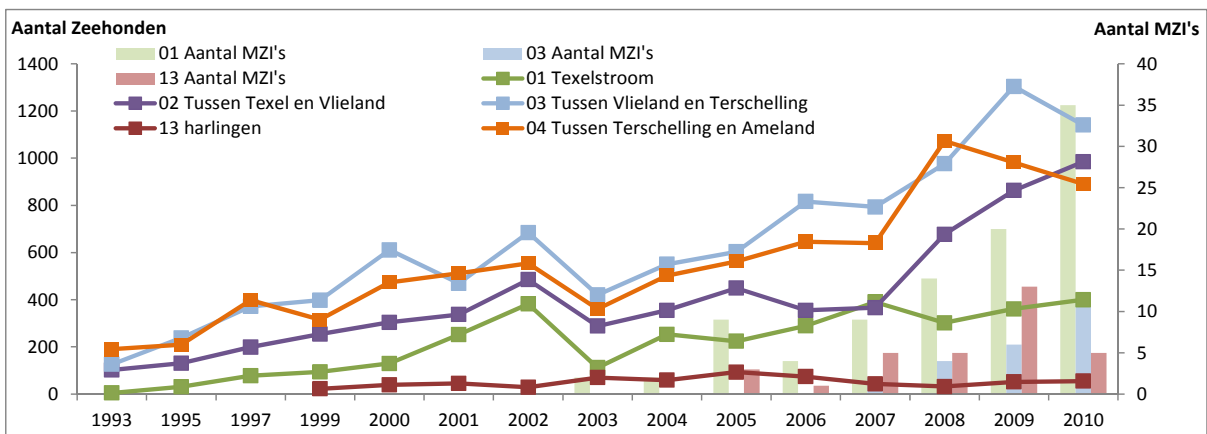
### 4.1 Aantalsvariatie van jaar op jaar in de verschillende wantijen of stroomgebieden

Uit de totaaltellingen van de gewone zeehond blijkt dat de populatie groeit (Figuur 6). Naast deze totaal aantallen zijn de aantallen per stroomgebied in de westelijke Waddenzee uitgezet. De stroomgebieden 02, 03 en 04 zijn de belangrijkste, de gebieden 01 en 13 zijn qua aantallen kleiner. Het verloop van de tellingen van de verschillende stroomgebieden laten zien dat die aantallen over het algemeen dezelfde trend vertonen als de totale populatie. Met uitzondering van gebied 13, waarbij door de lage aantallen moeilijk een trend is waar te nemen, en gebied 01 waar de toename in aantallen geringer is. De aantallen zeehonden geteld in de verschillende stroomgebieden en het totaal aantal is afkomstig van dezelfde telling (rond half augustus) ieder jaar. De gevolgen van de epidemie in 2002 is in de data zichtbaar.



Figuur 6. Aantal getelde gewone zeehonden per jaar, afkomstig van de tellingen gehouden rond 15 augustus, per deelgebied (lijnen) en voor het gehele Nederlandse deel van de Waddenzee(kolommen).

Vergelijken we de groei van de aantallen in de stroomgebieden met de plaatsing en aantallen MZI's, dan zien we dat in stroomgebied 01 en 13, waar weinig of geen groei geconstateerd is, ook de meeste MZI's geplaatst zijn (Figuur 7), in gebied 01 in toenemende mate in de loop van de jaren.



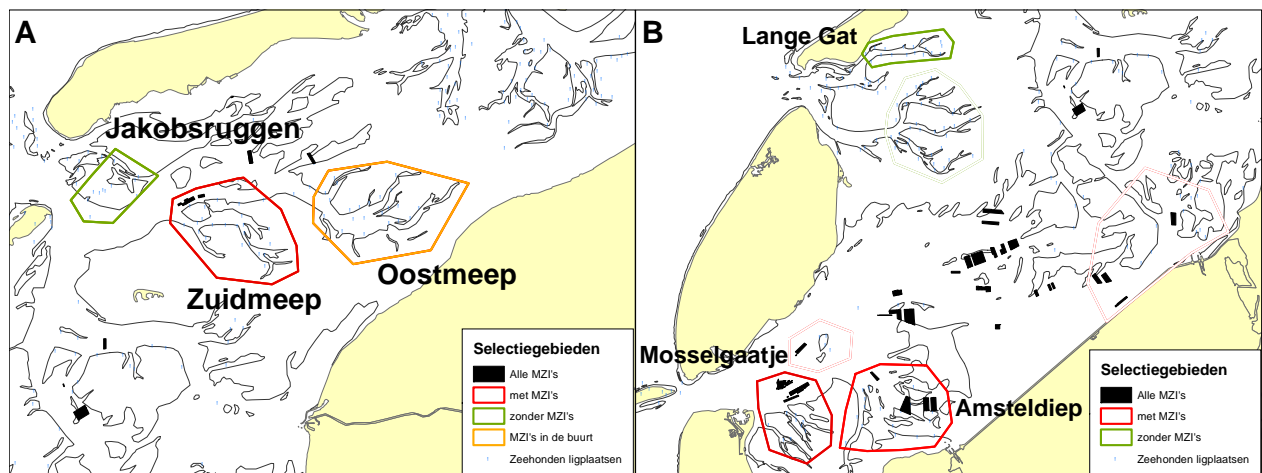
Figuur 7. Aantal zeehonden, geteld rond 15 augustus (lijnen), in de verschillende gebieden van de westelijke Waddenzee en de aanwezigheid van MZI's in aantallen (kolommen)

## 4.2 Aantalsvariatie van jaar op jaar in verschillende kleinere gebieden

Om gedetailleerder te kunnen vergelijken zijn, naast de stroomgebieden, kleinere gebieden geselecteerd. Daarbij is onderscheid gemaakt in gebieden met MZI's en gebieden zonder MZI's. Deze gebieden zijn dusdanig gekozen dat er logische eenheden ontstaan, bijvoorbeeld alle ligplaatsen langs een geul. Figuur 8 geeft een overzicht van deze gebieden: in de groen begrensde gebieden liggen geen MZI's, in de roodbegrensde wel en in de oranje niet, maar moeten de zeehonden 'langs' MZI's om bij hun ligplaats te komen.

Zowel in het Mosselgaatje en als in het Amsteldiep (beide met MZI's) lijken de aantallen in lijn met de aanwezige MZI's te veranderen (Figuur 9). In het jaar dat er in het Mosselgaatje minder MZI's aanwezig zijn (2009) gaan de aantallen omhoog, en het jaar er op, als de MZI's weer toenemen gaan de aantallen zeehonden omlaag. Dit zou kunnen duiden op een effect van de MZI's, echter in 2006 en 2007, als de aantallen MZI's gelijk blijven gaan de aantallen zeehonden wel omhoog.. Om enig oorzakelijk verband aan te kunnen tonen zal een statistische analyse moeten worden uitgevoerd op basis van gericht verzamelde gegevens. Door het kleine aantal locaties met MZI's zijn de huidige data daarvoor niet toereikend, bovendien kunnen andere factoren zoals gewinning, aantrekkelijkheid van de ligplaats of andere verstoringsbronnen ook van invloed zijn.

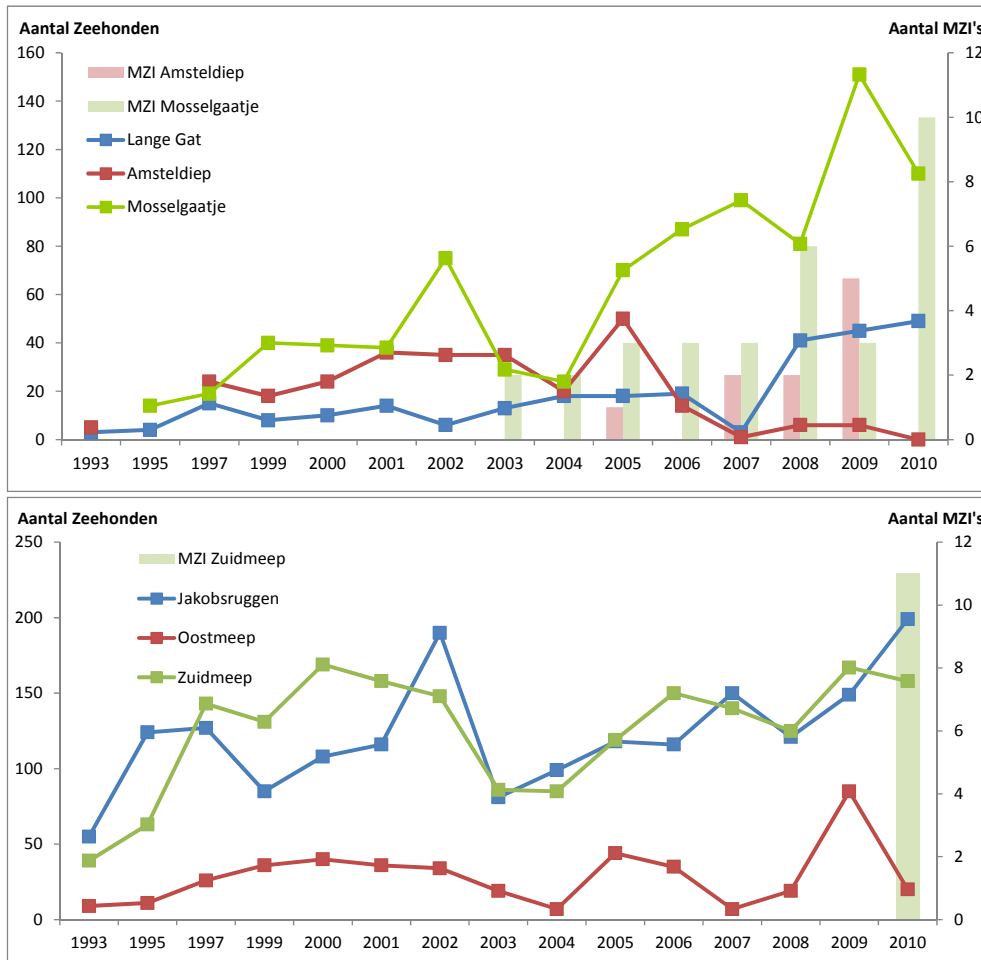
Iets vergelijkbaars zien we ook bij het Amsteldiep. Terwijl bij het Lange Gat de aantallen, met uitzondering van 2007, gestaag toenemen, nemen ze bij het Amsteldiep af. Afwijkend hierbij is 2005, waar in aanwezigheid van MZI's de aantallen toenemen, om daarna weer af te nemen. Het is niet duidelijk of deze afname door de MZI's komt of dat deze afname al ingezet is voordat de MZI's daar voor de tweede keer werden geplaatst.



Figuur 8. Overzicht van de selectiegebieden in het stroomgebied 03 (tussen Terschelling en Harlingen) en stroomgebied 01 (Texelstroom en omgeving).

Een tweede vergelijking tussen gebieden met en zonder MZI's is uitgevoerd tussen de Jakobsruggen (zonder MZI's) en de Zuidmeep en Oostmeep (Figuur 9). Hierbij moet aangemerkt worden dat in de Oostmeep geen actieve MZI's geplaatst zijn, maar dat de zeehonden om in het gebied te komen langs MZI's moeten zwemmen. Figuur 8 geeft een gedetailleerder beeld van de drie gebieden ten opzichte van elkaar en het zeegat. De aantallen van de Jakobsruggen en de Zuidmeep lopen gelijk op en stijgen langzaam, in lijn met de toename van de populatie tot 2010. Dan liggen er een groot aantal (11) MZI's bij de Zuidmeep en nemen de aantallen in de Zuidmeep (en ook de Oostmeep) af terwijl die op de Jakobsruggen nog steeds toenemen. De Oostmeep ligt in het verlengde van de Zuidmeep en het is niet ondenkbaar dat de zeehonden in de Oostmeep last hebben van de MZI-activiteiten in de Zuidmeep.

Eén meting (van 2010) is echter niet voldoende om in deze situatie een uitspraak over een effect van MZI's op zeehonden te doen, over een aantal jaren is daar mogelijk wel iets over te zeggen.

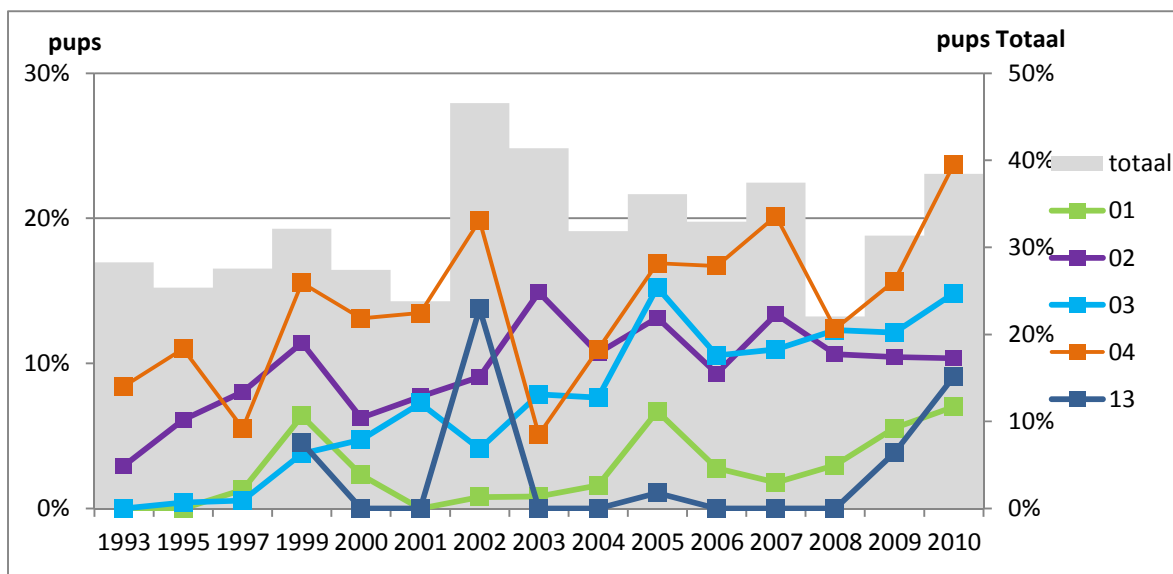


Figuur 9. Vergelijking aantallen zeehonden in gebieden met en zonder MZI's. Aantallen zijn, m.u.v. van 2003 en 2004 (zie Methode), van de telling van augustus.

### 4.3 Vergelijking pups en totaal aantal in de wantij of stroomgebieden

Ook ten aanzien van de reproductie van de zeehonden is gekeken of de aanwezigheid van en de activiteiten bij de MZI's hierop van invloed zijn.

De reproductie, in de vorm van het percentage pups, wordt berekend uit de aantallen pups uit de maximale juni-tellingen in relatie tot het aantal zeehonden in hetzelfde gebied en jaar van de augustus telling. De virus epidemie van 2002 heeft tot gevolg gehad dat het totaal percentage pups in de periode daarna hoger is, dit is in overeenstemming met de groei van de populatie na de infectie (Figuur 10). De stroomgebieden 01 en 13, waar relatief veel MZI's liggen kennen de laagste percentages pups. Echter in stroomgebied 03, waar ook MZI's liggen, is het pup-percentage wel hoog.

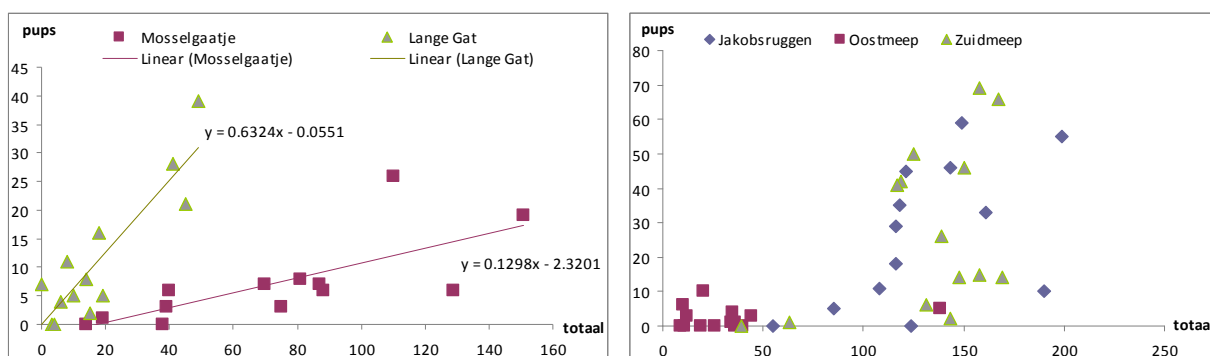


Figuur 10. De percentage pups van de stroomgebieden van de westelijke Waddenzee (lijnen) met het percentage pups van de totale populatie in de Nederlandse Waddenzee(kolommen)

Voor het Mosselgaatje en het Lange Gat zijn per jaar de aantallen zeehonden in augustus vergeleken met de aantallen pups in juni. Daarbij is uitgegaan van de jaarlijkse juni-telling waarbij Waddenzee breed de meeste pups zijn geteld. In het Lange Gat blijken meer pups per aantal zeehonden voor te komen dan in het Mosselgaatje (Figuur 11 links). De hoogste aantallen pups in het Lange Gat zijn uit de jaren 2008, 2009 en 2010. Het Lange Gat is blijkbaar in trek bij moeders met pups, in tegenstelling tot het Mosselgaatje. Moeders van pups in deze geul moeten langs de MZI's om in de geul bij hun pup te komen.

Dezelfde vergelijking is voor de gebieden uit het 03 stroomgebied gedaan en daar is het verschil niet zo duidelijk (Figuur 11 rechts). Echter, daar zijn pas in 2010 substantieel MZI's aangelegd, en eventuele effecten kunnen pas de komend jaren zichtbaar worden.

In beide vergelijkingen doen 2003 en 2004 niet mee vanwege eerder genoemde afwezigheid van detail op ligplaatsniveau.

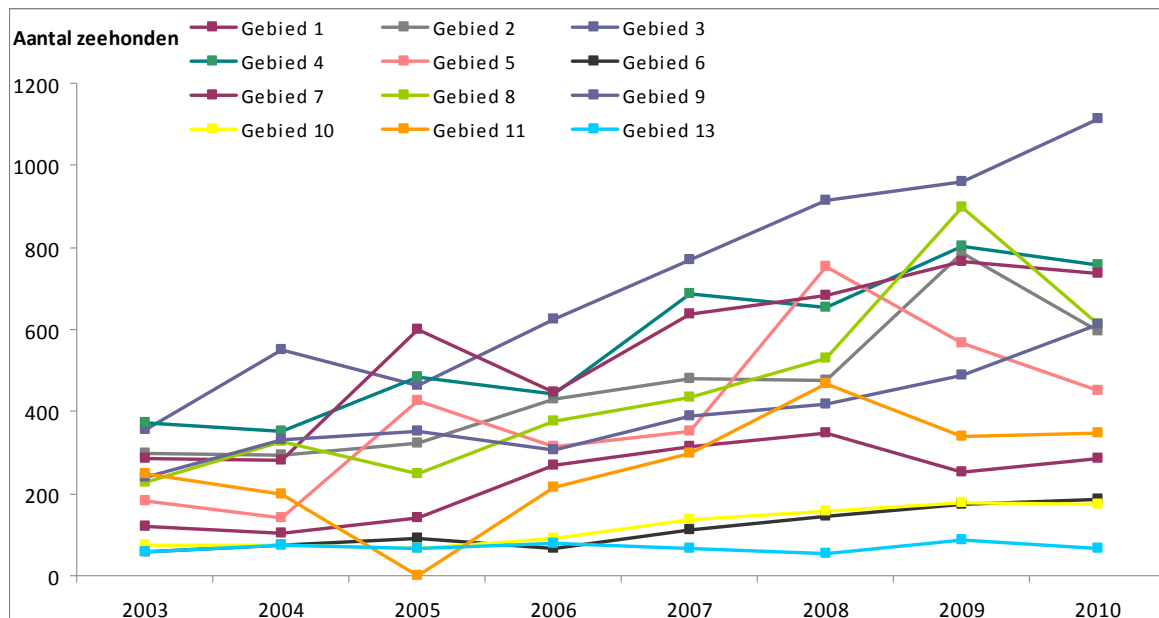


Figuur 11. Relatie tussen het maximaal aantal pups in juni (y-as) en het maximaal aantal zeehonden in augustus (x-as). Ieder punt vertegenwoordigd 1 jaar. (2003 en 2004 doen niet mee, zie tekst)



## 4.4 Statistische analyse

In de voor de statistische analyse gebruikte periode 2003 - 2010 is, na de virusinfectie van 2002, het aantal zeehonden in het algemeen toegenomen (Figuur 12). Tussen twee opeenvolgende jaren is soms een afname is te zien.



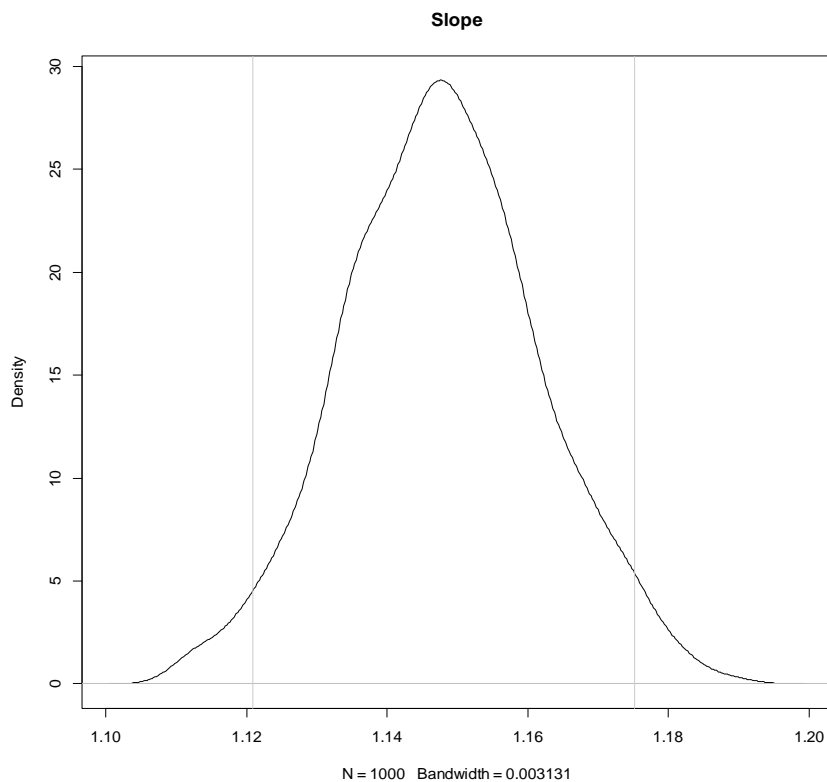
Figuur 12. Het aantal zeehonden geteld in de 12 gebieden in juni. De meeste MZI's zijn aanwezig in de gebieden 1, 3 en 13 beginnend in respectievelijk 2003, 2007 en 2005, in gebied 7 en 6 een tot twee jaar in 2008 en 2009.

### 4.4.1 Impact van MZI's

Zoals gesteld hebben bijna alle MZI's in maar drie gebieden (gebieden 1, 3 en 13) gelegen. Waarschijnlijk zijn de effecten van MZI's op de zeehonden in elk gebied erg verschillend, omdat naast het verschil in omgevingsfactoren, zowel het aantal MZI's als de totale lengte van de netten varieert tussen de gebieden (Figuur 2). Ook is het beginmoment van de toepassing van MZI's voor de gebieden verschillend, en is de afstand en ligging van de MZI ten opzichte van de ligplaatsen anders. Gebied 1 heeft de langste periode van MZI activiteit en ook is het aantal installaties en totale net lengte hoger. In gebied 3 is men pas in 2007 begonnen met MZI's, daar is ook de laagste activiteit zowel in netlengte als in aantal installaties. De aan MZI's gekoppelde verstoringsdruk is in feite een functie van o.a. de frequentie van de activiteiten en de duur van menselijke aanwezigheid in het gebied. De twee variabelen, netlengte en aantal installaties, zijn in deze analyse als proxy genomen voor de verstoringsdruk die de zeehonden kunnen ondervinden door de MZI. Een effect van de aanwezigheid van MZI's of gerelateerde activiteiten is moeilijk te bepalen met dit soort data. Elke statistische analyse heeft een aantal problemen gerelateerd aan het gebrekkige statistische ontwerp van het experiment en zal hierdoor vrijwel altijd leiden tot niet-significante resultaten, niet perse door een gebrek aan effect. Bovendien is een significante statistische relatie niet zonder meer een bewijs voor een causaal verband.

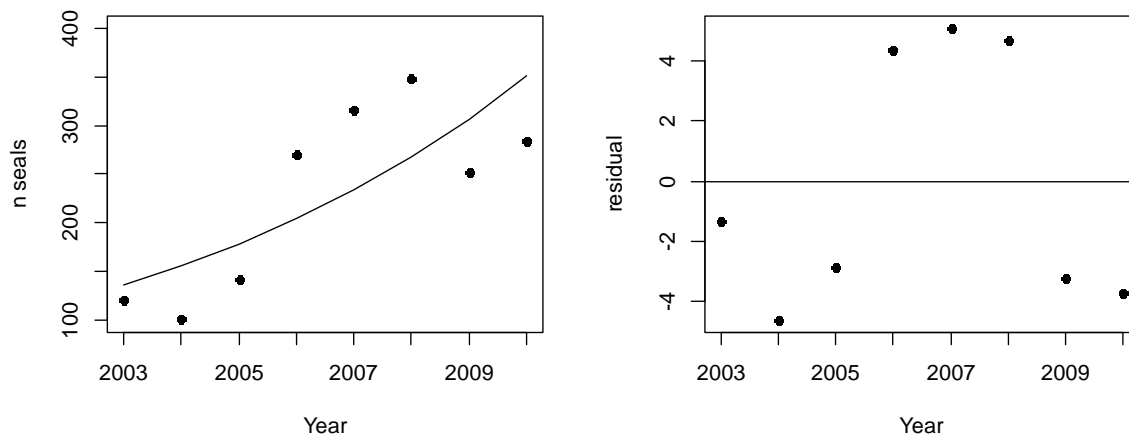
In deze studie gebruiken we simulaties om ondanks de beperkte hoeveelheid data betere schattingen van de parameters en bijbehorende onzekerheden te krijgen. Als we kijken naar de gebieden zonder MZI's (gebied 2, 4, 5, 8-11) zien we in de periode 2003-2010 een jaarlijkse toename van het aantal zeehonden van ongeveer 14.8%, hetgeen niet significant verschillend is tussen de verschillende gebieden ( $p=0.4$ ). Bij 1000 simulaties krijgt men de verdeling van deze hellingshoek die in de figuur hieronder is

afgebeeld (Figuur 13). Het model bevat ook een random effect voor de intercept met de y-as van elk gebied, dat wil zeggen dat het aantal dieren in 2003 (het eerste jaar) per gebied zou kunnen verschillen. Het model wordt niet beter wanneer er bovendien ook rekening gehouden wordt met een variabele toename per gebied (likelihood ratio test met  $df=2$ ,  $LR=0.18$ ,  $p=0.91$ ). Dit laat zien dat de snelheid van toename van het aantal in de gebieden zonder MZI's vergelijkbaar is.



*Figuur 13. Meest waarschijnlijke verdeling van de (terug getransformeerde) helling parameter van het poisson mixed model voor de toename van het aantal getelde zeehonden tijdens de vliegtuigtellingen (gemiddelde toename 14.8%, het 95% betrouwbaarheidsinterval tussen 12.1 en 17.5%, bevindt zich tussen de grijze verticale lijnen).*

De vraag is nu of de gebieden met MZI's passen binnen de gevonden waarden voor de gebieden zonder MZIs of dat ze daar statistisch van afwijken. Gebied 1 heeft de langste periode van MZI aanwezigheid en de helling van de regressie op het aantal zeehonden is 14.5%, dus vergelijkbaar met die in de controlegebieden. Er zijn echter behoorlijke afwijkingen ten opzichte van de gemiddelde waarde (Figuur 14, rechts). De andere twee gebieden (3 en 13) konden hierop niet worden getoetst omdat de duur van de MZI aanwezigheid te kort was.



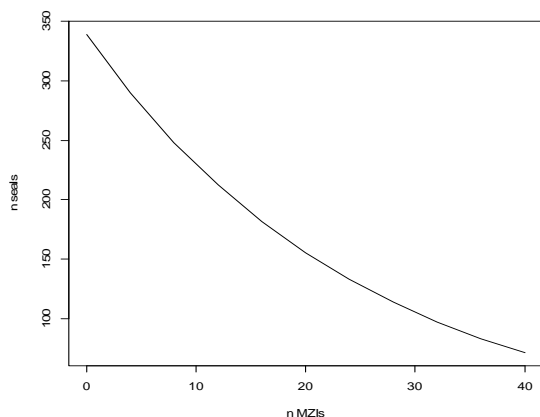
Figuur 14. Regressie van het aantal getelde zeehonden (links) en de afwijkingen (data minus de schatting) ten opzichte van het statistisch model (rechts) van gebied 1.

Het is mogelijk te toetsen of deze afwijkingen (gedeeltelijk) verklaard kunnen worden door het aantal aanwezige MZI's toe te voegen aan het statistisch model. Het aantal MZI's beschouwen we hier als een proxy voor de hoeveelheid menselijke activiteit (bijvoorbeeld bootbewegingen). Tabel 1 laat zien dat het aantal MZI's een significant effect heeft op de fit van het model. Door het toevoegen van het aantal MZI's zakt de restvariatie van 122 naar 53, en dit is een significant effect ( $F_1=6.8$ ,  $p=0.048$ ). Een simulatie, die gedraaid werd om de exacte p-waarde te berekenen ( $n=10.000$ ) laat zelfs een lagere kans op toevaligheid zien: 0.005 (0.5%). Dit verschil is wellicht te wijten aan de collineariteit tussen de twee verklarende variabelen (Pearson correlatie tussen tijd en aantal MZI's is 0.89), waardoor de p-waarden toenemen in traditionele statistische toetsen; in een simulatie wordt dit effect weggenomen.

Tabel 1. Uitkomst van het statistisch model ( $n_{\text{Zeehonden}} = I + a \cdot \text{Jaar} + \beta n_{\text{MZI}}$ ). In dit model wordt ook een Generalized Linear Model (GLM) verwerkt met een poisson verdeling, gecorrigeerd voor overdispersie.

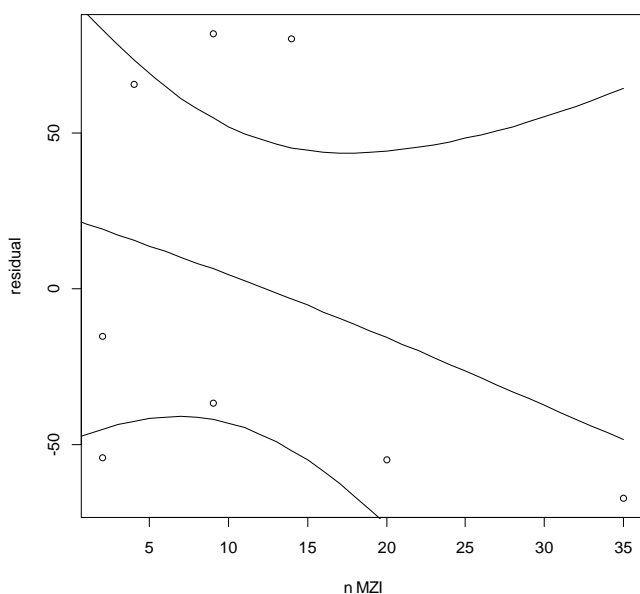
|                       | Schatting | Se   |
|-----------------------|-----------|------|
| Intercept I           | 4.74      | 0.18 |
| Slope $\alpha$ (Jaar) | 0.31      | 0.08 |
| Slope $\beta$ (nMZI)  | -0.04     | 0.02 |

Het effect van het aantal MZI's is afgebeeld in Figuur 15. Aangezien zowel 'aantal MZI's' als 'Jaar' numerieke waarden zijn, is de uitkomst van het model afhankelijk van beide variabelen. Om het effect van een variabele te laten zien, wordt de ander meestal gefixeerd op het gemiddelde. Hier werd 'Jaar' gefixeerd op 2006 (het gemiddelde jaar). Bij nul MZI's wordt het aantal zeehonden geschat op 350. MZI's verlagen het aantal zeehonden met ongeveer 3.6% per bijkomende MZI.



*Figuur 15. Effect van het aantal MZI's op het aantal getelde zeehonden in het gebied 1. Hiervoor is de gemiddelde waarde per jaar gebruikt. Een GLM resulteert in een exponentiële curve wanneer de data worden terug getransformeerd.*

Het blijft een vraag of deze relatie tussen de aantallen zeehonden en het aantal MZI's een "echte" relatie is. Wanneer de uitkomst in detail wordt bekeken is het duidelijk dat in gebieden zonder MZI's, de groeisnelheid  $\lambda$  (= exponent van 0.31) geschat wordt op 1.364, oftewel 36.4%. Dit is voor een zeehonden populatie geen realistische waarde, want die kan niet met een dergelijke snelheid toenemen. Een waarde van boven 12% is een indicatie voor een instabiele leeftijdsopbouw in de populatie. Die kan worden veroorzaakt door meerdere factoren zoals immi- of emigratie, of onevenwichtige mortaliteit zoals recentelijk werd gezien als gevolg van de virusepidemieën (PDV uitbraak in 1988 en in 2002). Op kleinere schaal zoals hier zijn verschuivingen van grotere aantallen zeehonden tussen ligplaatsen meer waarschijnlijk. Bij een andere benadering is het initiële model zonder MZI's genomen en is onderzocht of de residuele informatie (de variatie die niet door het model verklaard wordt) gerelateerd kan worden aan het aantal MZI's, en het lijkt dat dat inderdaad zo is (Figuur 16), maar deze relatie is niet significant.



*Figuur 16. Relatie tussen het aantal MZI's en de mate van onverklaarde variatie in de data in gebied 1. De relatie is niet significant ( $p=0.4$ ).*

Nog een andere benadering is om alle gebieden te bekijken en testen of in gebieden waar gedurende minimaal de helft van de periode 2003-2010 MZI's lagen de groeisnelheid lager was dan in de andere gebieden. Een moeilijkheid hierbij is dat de aanleg van MZI's op verschillende tijden is gerealiseerd en het aantal installaties nogal varieert. Uit een statistische toets waarbij de gebieden 1, 3, en 13 in relatie tot de andere gebieden worden vergeleken (Tabel 2), blijkt dat de groeisnelheid 0.029 ( $p=0.1$ ) lager is voor de gebieden met MZI's. Hier zien we ook een meer realistische groeisnelheid (exponent  $0.142=15.3\%$ ). De p-waarde van 0.1 geeft reden tot voorzichtigheid (deze waarde wordt soms gehanteerd in plaats van 0.05 omdat de power van de analyse hoger is) en kan een indicatie zijn dat er onvoldoende data beschikbaar is om een conclusie te trekken. Anders gezegd, deze test kan te weinig power hebben om te bepalen of er werkelijke verschillen zijn.

*Tabel 2 Uitkomst van het statistisch model ( $nZeehonden = I + \alpha \text{Jaar} + \beta \cdot n\text{MZI} + \gamma \text{Jaar} \cdot \text{MZI}$ ). In dit model wordt een Generalized Linear Model (GLM) verwerkt met een poisson verdeling, gecorrigeerd voor overdispersie, hierin is de variabele MZI een factor (d.w.z. 1 voor de gebieden 1, 3, en 13 en 0 voor de andere gebieden). Schattingen, significantie en standaard fouten zijn gebaseerd op 10.000 simulaties. De parameter  $\gamma$  dient te worden toegevoegd aan de helling abij de gebieden met MZI's;  $\beta$  dient te worden toegevoegd aan de intercept bij MZI gebieden.*

|             | Schatting | SD    | P-waarde | 95% CL       |
|-------------|-----------|-------|----------|--------------|
| Intercept I | 5.22      | 0.233 | <0.0001  | 4.8-5.8      |
| $\alpha$    | 0.142     | 0.011 | <0.0001  | 0.12-0.16    |
| $\beta$     | -0.244    | 0.470 | 0.30     | -1.16-0.68   |
| $\gamma$    | -0.029    | 0.022 | 0.10     | -0.073-0.015 |

#### 4.4.2 Discussie

We hebben 3 benaderingen toegepast om te toetsen of MZI's een effect hebben op het aantal getelde zeehonden. Eerst werd er gekeken of er een effect meetbaar was in het gebied met de zwaarste belasting, dat wil zeggen met de meeste MZI's en de langste historie. We hebben kunnen laten zien dat door het aantal MZI's in een statistisch model te betrekken, de schatting voor het aantal zeehonden verbeterd werd. De deviaties van het model waren significant lager ( $p=0.005$ ). Daarbij was het effect van MZI's negatief, meer MZI's resulteerde in minder zeehonden. Dit bevestigt de algemene hypothese dat MZI's, of de activiteiten erom heen, kunnen leiden tot verstoring van de zeehonden die op de zandbanken in de buurt gaan liggen. Hoewel dit het beste model is, leidt dit tot een schatting van zeer hoge groeisnelheden van het lokale aantal zeehonden wanneer de MZI's afwezig zouden zijn. Dit zou onrealistisch zijn als dit een op zichzelf staande populatie zou betreffen. Een dergelijke hoge groeisnelheid zou veroorzaakt kunnen worden door b.v. een influx van dieren uit andere gebieden. Bovendien gelden deze groeisnelheden voor een gehele populatie, niet voor een klein (sub)gebied. Het nemen van een klein monster uit de populatie verlaagt ook de power van zo een statistische analyse die nodig is om "harde" conclusies te trekken. Daarnaast zijn er geen directe verbanden bestudeerd tussen de MZI's en het gedrag van de zeehonden en ontbreekt onderzoek naar bijvoorbeeld wat specifiek de veranderingen van het aantal zeehonden beïnvloed en hoe dit gebeurt.. Omdat de effecten pas op langere termijn te verwachten zijn, heeft men alleen één gebied met MZI's op deze manier kunnen toetsen. Alleen deze is lang genoeg gevolgd. Het kan niet worden uitgesloten dat de hier waargenomen effecten in een ander gebied anders zullen uitpakken en daar MZI's minder of meer effect zullen hebben. Gezien de andere resultaten (zie hieronder, derde test) is het onwaarschijnlijk dat er geen effecten in de andere gebieden gemeten zullen worden.

Vervolgens is, na de trend in de tijd te hebben weggenomen, de resterende variatie bestudeerd. Ook hier waren aanwijzingen voor een afname van het aantal zeehonden op de zandbanken met toename van het aantal MZI's. Deze relatie was echter niet meer statistisch significant ( $p=0.4$ ).

Als derde hebben we de groei in de drie gebieden met MZI's (1, 3 en 13) vergeleken met de overgebleven gebieden en vonden we dat de MZI's waarschijnlijk een negatief effect (lagere groei) hadden op de groei van het aantal getelde dieren in de gebieden met MZI's ( $p=0.1$ ).

De verschillen in de resultaten van de testen is mogelijk te wijten aan het slechte (zelfs ontbrekende) experimentele ontwerp van dit project. In dit geval werden de gegevens oorspronkelijk verzameld om internationale populatie trends te volgen, dus niet voor dit doel. Doelgerichte experimenten en observaties blijven noodzakelijk, om de effecten van MZI's op zeehonden te kwantificeren. Hiermee zou men mogelijk het MZI-beleid zo kunnen inrichten dat effecten op deze beschermde diersoort worden geminimaliseerd.

Meer in het algemeen zou een van de analyses kunnen worden gericht op de effecten van verstoringen, zoals MZIs de Waddenzeepopulatie als geheel. Het kan zijn dat de verstoorde dieren een andere plek om te rusten opzoeken. Hiermee zal de draagkracht van die rustiger gebieden, zeker wanneer de populatie grijze en gewone zeehonden blijft groeien, eerder onder druk komen te staan. Temeer wanneer een toename van het aantal MZI's en mogelijk ook andere menselijke activiteiten verwacht kan worden.

Ten aanzien van reproductie (de aantallen pups) is in deze rapportage geen duidelijk verband te leggen. In een recente studie is wel gekeken naar het effect van oesterkwekerijen op de reproductie van de gewone zeehond (Becker et.al. 2011). Hier bleek de pup-adult ratio lager te zijn in gebieden waar oesteroogst van aquacultures had plaatsgevonden. Mogelijk bied een meer doelgerichte onderzoek de mogelijkheid ook de effecten op de geboorte te bepalen.

## 5 Conclusies

In dit rapport is een eerste aanzet gemaakt voor de analyse van een mogelijk effect van de aanwezigheid van en de activiteit rond in gebruik zijn de MZI's op de aanwezigheid van de gewone zeehond. Zoals eerder aangegeven kunnen door beperkingen in de verzamelde data geen onomstotelijke conclusies getrokken worden. Wel kunnen deze resultaten als richtinggevend gebruikt worden om eventuele effecten in te schatten.

Uit de vergelijkingen blijkt dat er aanwijzingen zijn dat het geheel van de aanleg, de aanwezigheid, het weghalen van MZI's en de bedrijvigheid hieromheen effect zou kunnen hebben op het aantal zeehonden dat met laagwater in de zomermaanden aan de kant komt. De statistische analyse ondersteunt dit beeld. Afwijkingen in aantallen zeehonden op de ligplaatsen in het gebied met de meeste MZI's zou verklaard kunnen worden door de aanwezigheid van MZI's. Omdat data ontbreekt over andere (antropogene) ontwikkelingen in de verschillende gebieden kan het effect niet bij voorbaat alleen worden toegeschreven aan MZI's, of de bedrijvigheid eromheen. Daarnaast bestaat nu al veel variatie in de verschillende vormen van MZI's. Dit geldt niet alleen voor toegepaste installatie maar ook de verankering. Elk systeem zal mogelijk verschillend effect hebben op de zeezoogdieren. Zo zal bijvoorbeeld de recent in gebruik genomen verankering door geheide palen (in dit rapport niet getoetst) meer onderwatergeluid bij de aanleg en het afbreken veroorzaken. Door de beperkingen van bestaande data in dit onderzoek, is het effect van een beperkt aantal MZI bestudeerd. In een meer experimentele setting, waarbij meer inzicht op de natuurlijke en antropogene factoren die dit beïnvloeden verkregen kon worden, zou wellicht het relatieve belang van deze factoren aan het licht kunnen brengen.

Om een exacte schatting en kwantificering van de effecten van MZI's te verkrijgen zijn dus meer gedetailleerde gegevens nodig die uitgebreidere analyses toelaten. Hierbij moet men ook denken aan de periodes dat de dieren in de buurt van de MZI's in het water zijn (hoogwater). Bovendien, doordat de zeehond een langlevende soort is, zal dit over een langere periode moeten worden uitgevoerd. Daarbij zou niet alleen gekeken moeten worden naar de MZI's, en de bedrijvigheid er omheen, maar zouden ook alle anderen vormen van verstoring en mogelijke invloeden op de populatie meegenomen moeten worden. Te denken valt aan het zenderen van zeehonden, de zenders geven heel precies informatie over zowel de periode in het water als op kant en ook van het duikgedrag. Tellingen, zoals hier gebruikt, zijn een momentopname en hebben daardoor veel beperkingen. Essentieel is dat ook precieze informatie beschikbaar komt over de aanwezigheid en werkzaamheden bij de MZI's. Daarnaast zou het onderzoek in meerdere gebieden moeten worden uitgevoerd om de effecten van andere zowel natuurlijke als menselijke factoren op de zeehonden te analyseren.

Een meer praktische benadering zou zijn om de mogelijke overlap tussen de MZI's en zeehonden te minimaliseren. Hiervoor is een goede evaluatie van de plangebieden nodig. Bij de huidige beoordeling (Wiersinga et. al. 2009, Smaal & Hartog 2010) is het advies gebaseerd op verstoringsafstanden bepaald voor de recreatie (wandelaars, kano's etc.) (Brasseur & Reijnders 1994). Uit dit onderzoek bleek dat grotere en luidruchtiger vaartuigen tot grotere verstoringsafstanden leidden. Daar waar er al overlap is (bijvoorbeeld in het stroomgebied tussen Texel en Den Helder) kan men effecten proberen te mitigeren. Hiervoor is echter meer detail in kennis nodig over specifiek gebruik van het gebied door de dieren, en de potentiële verstoringen.

## 6 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. 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 Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.



## Referenties

- Becker B.H., D.T. Press and S.A. Allen (2011). Evidence for long-term spatial displacement of breeding and pupping harbour seals by shellfish aquaculture over three decades, *aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 12: 247-260(2011).
- Brasseur S.M.J.M., Reijnders P.J.H. (2001) Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Effecten van extra doorvaart door de Oliegeul. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte
- Brasseur S., Creuwels J., v/d Werf B., Reijnders P. (1996). Deprivation indicates necessity for Haul-out in Harbour Seals. *Marine Mammal Science*, Volume 12, Issue 4, pages 619–624, 1996
- Brasseur S. M. J. M. and P. J. H. Reijnders (1994). Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden : consequenties voor de inrichting van het gebied. Wageningen, IBN
- Härkönen T., Dietz R., Reijnders P., Teilmann J., Harding K., Hall A., Brasseur S., Siebert U., Goodman S.J., Jepson P.D., Rasmussen T.D., Thompson P. (2006). The 1988 and 2002 phocine distemper virus epidemics in European harbour seals. *Diseases of Aquatic Organisms* 68: 115-130
- Härkönen T., Harding K.C., Lunneryd S.G. (1999) Age- and sex-specific behaviour in harbour seals *Phoca vitulina* leads to biased estimates of vital population parameters. *Journal of Applied Ecology* 36: 825-841
- LNV (2008): Startnotitie Ruimte voor mosselzaadinstallaties (MZI's) Startnotitie beleidsproces opschaling MZI's. 5 december 2008.
- Meesters E., P. Reijnders, S. Brasseur, U. Siebert, M. Stede, S. Tougaard & T. Harkonen (2007). An effective survey design for harbour seals in the Wadden Sea: tuning Trilateral Seal Agreement and EU-Habitat Directive requirements, 2007
- Reijnders P.J.H. (1986) Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature* 324: 456-457
- Reijnders P.J.H. (1992) Retrospective Population Analysis and Related Future Management Perspectives for the Harbour Seal *Phoca vitulina* in the Wadden Sea. *Netherlands Institute for Sea Research* 20: 193-197
- Reijnders P.J.H. (1994) Historical Population-Size of the Harbor Seal, *Phoca vitulina*, in the Delta Area, Sw Netherlands. *Hydrobiologia* 283: 557-560
- Reijnders P.J.H., Brasseur S.M.J.M., Brinkman A.G. (2000) Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, 078, Wageningen
- Ries E.H., Hiby L. R., and Reijnders P. J. H. (1998) Maximum likelihood population size estimation of harbour seals in the Dutch Wadden Sea based on a mark-recapture experiment. *Journal of Applied Ecology* 35: 332-339

Smaal A.C., Hartog E. (2010) Passende Beoordeling Start MZI's per 1 maart - 10 december 2010. Wageningen Imares rapport C165/10

Suryan R.M. & J.T. Harvey (1998) Tracking harbor seals (*Phoca vitulina Richardsi*) to determine dive behavior, foraging activity, and haul-out site use. *Marine Mammal Science*, 14(2):361-372.

Wiersinga W.A., Tamis J.E., Smit C.J., Brinkman A.G., Jongbloed R.H. (2009). Passende beoordeling voor Mosselzaadinvang (MZI) in Nederlandse kustwateren. Wageningen Imares, rapport C089/09

## Verantwoording

Rapport C133/12

Projectnummer: 430.83010.13

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: Pauline Kamermans  
senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 23 augustus 2012

Akkoord: Drs. J. Asjes  
Afdelingshoofd Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 15 december 2012

## Bijlage A: Overzicht van de MZI's van de Waddenzee

Overzicht van de MZI's van de Waddenzee, met locatiennaam, naam van het project (is meestal de eigenaar, naam kan hier ingekort zijn), boven perceel(ja/nee: MZI ligt wel/niet boven perceel, - is niet bekend) en het jaar (ja = betreffende jaar in gebruik geweest, nee = betreffende jaar niet gebruikt, leeg = niet van toepassing).

| locatie MZI               | Project   | Boven-perceel | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------------|---|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Afsluitdijk AD1           | BRU 50  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Afsluitdijk AD2           | ZZ 3,4,7,9,10, YE<br>57,89,157,<br>YE 96, BRU 4, BRU 33 | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Afsluitdijk AD3           | YE 82   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| AndelBult                 | IMOZA   | nee           |      |      |      |      | nee  | ja   | nee  | nee  |
| Bollen                    | IMOZA   | nee           |      |      | nee  | nee  | ja   | ja   | ja   | nee  |
| DooveBalg 10              | Barbé   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| DooveBalg 17              | Quack   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| DooveBalg 19              | Zeeparels   | ja            |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   | ja   |
| DooveBalg 23              | Barbé   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| DooveBalg 31              | IMOZA   | ja            |      |      | ja   | nee  | ja   | ja   | ja   | nee  |
| DooveBalg 32              | IMOZA   | ja            |      |      | ja   | nee  | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Gat van Stompe GS1        | BRU14   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS1        | BRU26   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS2        | Roem  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS3        | Barbé-bedrijven YE 27, 56,<br>110, 161, BRU 39          | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS4        | YE83  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS5        | BRU 6, BRU 9, Veerhoek                                  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Gat van Stompe GS6        | BRU40   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Inschot 16                | Van Stee  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Inschot 63                | Barbé   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Inschot 7                 | IMORO   | ja            |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Malzwin                   | IMOZA   | nee           |      |      | ja   | nee  | ja   | ja   | ja   |      |
| Malzwin                   | Prins en Dingemanse                                     | nee           | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   |      |
| Malzwin                   | West 6  | nee           | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   |      |
| Malzwin                   | WIETEX  | nee           |      |      | ja   | ja   | ja   | ja   |      |      |
| MalzwinOost               | BRU 40 BV   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| MalzwinOost               | MosselkweekBarbé BV                                     | nee           |      |      |      |      |      | ja   |      | ja   |
| MalzwinOost               | Speranza BV   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| MalzwinOoste<br>(zuidwal) | SMY<br>Mossel Zaad Bedrijf Prins &<br>Dingemanse BV     | nee           |      |      |      |      |      | ja   | nee  | ja   |
| Malzwin west              |   | nee           |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Malzwin West-<br>ZuidOost | De Ronde BV   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Meep 25                   | IMOTH   | ja            |      |      |      |      |      | ja   | ja   | nee  |

| locatie MZI       | Project   | Boven-perceel | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-------------------|---|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Meep 25           | Waal  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Meep 40           | IMOZA   | ja            |      |      |      |      | nee  | ja   | ja   | nee  |
| Oergat            | WIETEX  | nee           |      |      | ja   |      |      |      |      |      |
| Oosterom 31       | IMORO   | ja            |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Oostmeep          | IMOZA   | nee           |      |      |      |      | nee  | nee  | nee  | nee  |
| Scheer 13         | IMOTH   | ja            |      |      |      |      |      | ja   | ja   | nee  |
| Scheer 13         | TheunHoogerheide                                | ja            |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Scheer 13         | Waal  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 14         | Barbé   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 15         | MZI combinatieNoordZuid                         | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 16         | BRU27   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Scheer 40         | Ronde   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 7          | Mosselkwekerij<br>A.M. Verschuure B.V.          | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 8          | H. Bol en Zonen<br>Mosselkweek B.V.             | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheer 9          | SMY   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 62,63,64 | Zeeparels                                       | ja            |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   | ja   |
| Scheurak 27       | Koning-de Waal                                  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 30/32    | EMERGO  | ja            |      |      |      | ja   | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Scheurak 31       | Gebr. Vette/de Jonge                            | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 34       | Barbé   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 34       | Roem van Yerseke                                | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 34A      | Roem (YE55)                                     | ja            |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Scheurak 5        | Ronde   | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak 59/60    | EMERGO  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Scheurak SO1      | MIC NZ  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Stompe            | IMOZA   | nee           |      |      | ja   | nee  | ja   | ja   | ja   | ja   |
| Texelstroom       | WIETEX  | nee           |      |      | ja   | ja   | ja   | ja   |      | nee  |
| Verversgat        | IMOZA   | nee           |      |      | ja   | nee  | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Vlieter           | IMOZA   | nee           |      |      | ja   | nee  | nee  | ja   | ja   | nee  |
| Vogelzand VZ1     | BRU40   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE170   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE38  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE70  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE72  | -             |      |      |      |      |      |      |      | Ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE79  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ2     | YE86  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ3     | Roem  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ3     | Roem YE18/20                                    | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ4     | Barbé-bedrijven YE 27<br>, 56, 110, 161, BRU 39 | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |

| locatie MZI              | Project  | Boven-perceel | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------|--|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vogelzand VZ5            | YE 1, 30, 46, 58, 62, 69, 87 SMY                   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Vogelzand VZ6            | BRU 27   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Wieringen 18             | MZI combinatie NoordZuid                           | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Wieringen 36 en 37       | MZI Wieringen                                      | ja            |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   | nee  |
| Wieringen 36/37          | Barbé  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Wieringen 39             | Ronde  | ja            |      |      |      |      |      |      | ja   |      |
| Zoutkamperlaag           | IMOZA  | nee           |      |      |      |      | nee  | ja   | ja   | nee  |
| Zoutkamperlaag           | SMY  | nee           |      |      |      |      |      | ja   | ja   | nee  |
| Zoutkamperlaag           | Steketee Philips                                   | nee           | nee  | nee  |      |      |      | ja   | ja   | nee  |
| Zuidmeep ZM1             | TH 48, TX 55, YE 83                                | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM2             | HON 14, TH 4                                       | -             |      |      |      |      |      |      |      | nee  |
| Zuidmeep ZM3             | ZZ 3,4,7,9,10, YE 57, 89,157, YE 96, BRU 4, BRU 33 | -             |      |      |      |      |      |      |      | nee  |
| Zuidmeep ZM4             | Barbé-bedrijven YE 27, 56, 110, 161, BRU 39        | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM5             | YE 1, 30, 46, 58, 62, 69, 87 SMY                   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM6             | YE170  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM6             | YE38   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM6             | YE70   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM6             | YE72   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM6             | YE79   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM7             | BRU40  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM7             | Speranza BV  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidmeep ZM8             | BRU 5, Landa HC, BRU 24, Hoogerheide HC            | -             |      |      |      |      |      |      |      | nee  |
| Zuidwal                  | YE79   | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| ZuidwalOost              | West 6 BV  | nee           |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidwal West             | IMOZA: Roem/BRU2                                   | nee           |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidwal West E           | Gerdia BV  | -             |      |      |      |      |      |      |      | ja   |
| Zuidwal West F (Malzwin) | Buizer   | nee           |      |      |      |      |      | ja   | ja   | ja   |
| Zuidwal West G           | WIETEX   | nee           |      |      |      |      |      |      |      | nee  |