

Reacties van zeehonden op baggerschepen

Suppletiewerkzaamheden bij Renesse



K. Didden
S. Bouma

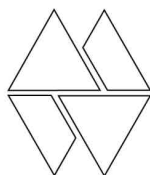


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Reacties van zeehonden op baggerschepen

Suppletiewerkzaamheden bij Renesse

K. Didden
S. Bouma



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst

7 november 2012
rapport nr. 12-029

Status uitgave:	Eindrapport
Rapport nr.:	12-029
Datum uitgave:	7 november 2012
Titel:	Reacties van zeehonden op baggerschepen
Subtitel:	Suppletiewerkzaamheden bij Renesse
Samenstellers:	Drs. K. Didden Drs. S. Bouma
Project nr.:	11-687
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	54
Projectleider:	Drs. S. Bouma
Naam en adres opdrachtgever:	Rijkswaterstaat Waterdienst t.a.v. mevrouw S. Marx Postbus 17, 8200 AA Lelystad
Referentie opdrachtgever:	brief van 5 januari 2012 met bestelnummer 4500189898
Foto's omslag:	Pim Wolf (Delta Project Management)/ Bas van den Boogaard (Bureau Waardenburg)
Akkoord voor uitgave:	Teamleider Bureau Waardenburg bv drs. A. Bak

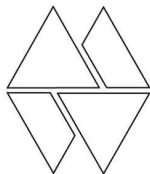


Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Rijkswaterstaat Waterdienst
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Colofon

Rapport nummer:	Bureau Waardenburg rapport 12-029
Gepubliceerd door:	Rijkswaterstaat Waterdienst
Referentienummer:	4500189898
Datum:	7 november 2012
Auteurs:	K. Didderen & S. Bouma
Titel:	Reacties van zeehonden op baggerschepen.
Subtitel:	Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.
Projectnaam:	Observaties zeehonden suppleties Schouwen
Opdrachtgever :	Rijkswaterstaat Waterdienst Postbus 17 8200 AA Lelystad
Programma:	Monitoring- en Evaluatieprogramma zandwinning La Mer RWS. Onderdelen V3 (gewone zeehond) en V4 (grijze zeehond) van het evaluatieprogramma MER winning suppletiezand Noordzee 2008-2012 (Ellerbroek <i>et al.</i> , 2008).
Partners	RWS-WD Stichting La Mer
Begeleiding opdrachtgever:	Sarah Marx (RWS-WD) Saa H. Kabuta (RWS-WD) Marcel Rozemeijer (IMARES) G.E. van Berkel (Stichting La Mer)
Uitvoering:	Bureau Waardenburg Postbus 365, 4100AJ Culemborg
Beschikbaarheid:	Dit rapport is beschikbaar via de website http://rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten .
Werkzaamheden:	
•Project management	S. Bouma
•Veldwaarnemingen	Pim Wolf (Delta Project Management (DPM)), Sander Lilipaly (DPM), W. Lengkeek, D. van Stralen, D. Beuker, K. Didderen, S. Bouma
•Analyses & rapportage	K. Didderen & S. Bouma
Citatie:	Didderen K. & S. Bouma, 2012. Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse. Bureau Waardenburg bv., rapportnummer 12-029.

Inhoud

Voorwoord	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Aanleiding	11
1.2 Onderzoeksvragen	12
1.3 Leeswijzer	13
2 Materiaal en methoden	15
2.1 Velddagen, observatieperiodes en observatiepunt	15
2.2 Data verzameling	16
2.3 Data analyse	18
2.3.1 Data voorbewerkingen	18
2.3.2 Analyse aanwezigheid zeehonden	19
2.3.3 Analyse gedrag zeehonden	20
2.3.4 Gedrag en andere menselijke activiteiten	22
3 Resultaten	23
3.1 Aanwezigheid van zeehonden	23
3.1.1 Variatie in de tijd	23
3.1.2 Variatie in de ruimte	24
3.1.3 Aantallen in relatie tot abiotische factoren	25
3.1.4 Aantallen in relatie tot suppletiewerkzaamheden	26
3.2 Gedrag van zeehonden	26
3.2.1 Referentiegedrag voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden	26
3.2.2 Reacties op het passerende schip	29
3.2.3 Gedrag binnen 1500 meter afstand van het baggerschip	33
3.3 Reacties op andere menselijke activiteiten	36
4 Discussie	39
4.1 Aantallen zeehonden en abiotiek	39
4.2 Aantallen zeehonden en suppletiewerkzaamheden	39
4.3 Gedrag en verstoring van zeehonden	40
4.4 Reacties van zeehonden	41
4.5 Vergelijking met de reacties op de Razende Bol	42
4.6 Verstoringafstanden	42

5	Conclusies.....	43
5.1	Aanwezigheid zeehonden in relatie tot activiteiten baggerschepen.....	43
5.2	Gedragsveranderingen zeehonden door suppletiewerkzaamheden	43
5.3	Gedrag bij passages baggerschepen	44
5.4	Andere menselijke activiteiten.....	45
6	Literatuur.....	47
Bijlage 1.	PCA abiotische factoren.....	49
Bijlage 2.	Statistieken	53

Voorwoord

In de periode november 2011 tot en met 14 januari 2012 is in opdracht van Rijkswaterstaat een strandsuppletie uitgevoerd op het strand bij Renesse. De suppletiewerkzaamheden werden uitgevoerd door het baggerschip de HAM 317. Dit schip voer meerdere malen per dag langs de Middelpaalt, één van de belangrijkste ligplaatsen voor zeehonden in de Voordelta.

Rijkswaterstaat Waterdienst heeft Bureau Waardenburg opdracht verleend om te onderzoeken in hoeverre de zeehonden reageren op het passerende baggerschip. Hiertoe zijn tellingen en gedragsobservaties uitgevoerd voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (maart t/m mei 2011) en tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden (november 2011 t/m januari 2012). De voorliggende rapportage bevat de resultaten van het onderzoek. De aanwezigheid van andere menselijke activiteiten en eventuele reacties van de zeehonden hierop zijn ook vastgelegd in dit onderzoek.

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg en Delta Project Management (DPM) bestaande uit:

Sietse Bouma	projectleiding, veldwerk, rapportage
Karin Didden	veldwerk, analyse en rapportage
Wouter Lengkeek	veldwerk, analyse
Job de Jong	GIS werkzaamheden
Daniel Beuker	veldwerk
Dirk van Straalen	veldwerk
Sander Lilypaly (DPM)	veldwerk
Pim Wolf (DPM)	veldwerk

Vanuit Rijkswaterstaat is het project begeleid door Sarah Marx, Marcel Rozemeijer en Saa Kabuta. Vanuit Stichting La Mer door de heer Gerard van Berkel. Wij willen deze personen hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan dit project.

Samenvatting

In de periode van november 2011 tot en met 12 januari 2012 is in opdracht van Rijkswaterstaat een strandsuppletie uitgevoerd op het strand bij Renesse. De suppletiewerkzaamheden werden uitgevoerd door het baggerschip HAM 317. Om de suppletielocatie te bereiken, werd door het Brouwershavense Gat gevaren op minder dan een kilometer afstand van de ligplaats van de zeehonden op de Middelpaat. Hoewel in het beheerplan een gewenste afstand van 1200 meter is aangegeven, is dat op deze locatie niet mogelijk vanwege ondieptes buiten de vaargeul ter hoogte van de rustgebieden voor zeehonden.

Rijkswaterstaat heeft Bureau Waardenburg opdracht verleend om te onderzoeken in hoeverre de zeehonden reageren op het passerende baggerschip. Hiertoe zijn tellingen en gedragsobservaties uitgevoerd voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (maart t/m mei 2011 en oktober/november 2011) en tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden (november 2011 t/m januari 2012). Daarnaast is ook gekeken naar eventuele reacties van zeehonden op andere menselijke activiteiten.

De zeehonden lagen tijdens alle observatiedagen op de zuidoost zijde van de Middelpaat en vertoonden geen ruimtelijke variatie. De aantallen zeehonden in de tijd lijken beïnvloed te worden door zuidoostenwind en waterstand. Met inachtneming van deze abiotische invloeden, was het gemiddelde aantal zeehonden significant lager tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden (80) dan daarvoor (105). De lagere aantallen zijn mogelijk een effect van de werkzaamheden, maar het is niet uit te sluiten, dat de lagere aantallen voor een deel veroorzaakt worden door seizoensinvloeden.

Het referentiegedrag van de zeehonden tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden verschilde van het vastgestelde referentiegedrag voorafgaand aan de werkzaamheden. Met inachtneming van de abiotische invloeden 'zuidoostenwind' en 'waterstand', die van invloed bleken op dit gedrag, was het percentage zeehonden dat het gedrag 'liggen/zonnen' vertoonde significant lager (85,6%) tijdens de suppletiewerkzaamheden dan daarvoor (92,4%). Daarnaast vertoonden de zeehonden op de Middelpaat tijdens de suppletiewerkzaamheden een verhoogde alertheid, tot uiting komend in het percentage 'kop op' gedrag (10,3% ten opzichte van 6,5% voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden). Ook andere, weinig voorkomende, gedragingen die duiden op meer onrust, zoals 'verplaatsing op de zandplaat', 'te water gaan', 'verplaatsing van water naar land' en 'interactie in de waterlijn' waren tijdens de suppletiewerkzaamheden significant verhoogd. Het verschil in referentiegedrag is mogelijk veroorzaakt door de suppletiewerkzaamheden. Daarnaast zijn seizoenseffecten (net als bij aantallen) ook hier niet uit te sluiten.

Er is 18 keer een passage van een baggerschip geobserveerd. Daarvan is in twee gevallen geen enkele reactie op het passerende baggerschip geregistreerd. De

overige 16 keer was er een reactie zichtbaar op het passeren van het schip. Tijdens de passage bestond de reactie in 15 gevallen uit verhoogde percentages 'kop op' gedrag (10-75%) en in vier gevallen uit 'te water gaan' gedrag (2-4 dieren). Vijf keer werd er een reactie gezien na het passeren van het baggerschip, die veroorzaakt werd door de hekgolf van het schip.

Er was een duidelijke relatie tussen het daadwerkelijke passeren van het baggerschip en een verhoogde mate van alertheid ('kop op' gedrag verhoogd naar gemiddeld 23% ten opzichte van referentiegedrag 6,5% (voor) en 10,3% (tijdens suppletiewerkzaamheden). Daarnaast was het 'te water gaan' gedrag van zeehonden tijdens de passage van een baggerschip eveneens significant verhoogd (tot gemiddeld 3%, ten opzichte van referentiegedrag 0,1% (voor) en 0,8% (tijdens)).

Zeehonden leken niet alleen te reageren tijdens een passage, maar ook wanneer het schip zich op grotere afstand van de zeehonden bevond. Binnen een afstand van 1500 meter nam het kop op gedrag significant toe op een afstand van 1100-1300 meter en bij een afstand van 700-900 meter vonden significant meer verplaatsingen op de zandplaat plaats. Ook het 'te water gaan' gedrag was binnen 1500 meter licht verhoogd, echter door de grote variatie niet significant verschillend van het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden. Bij de interpretatie van deze resultaten dient rekening gehouden te worden dat 'kop op' gedrag door een veel groter percentage (en dus groter aantal) dieren werd vertoond dan de gedragstypen verplaatsingen en te water gaan.

Gedurende de suppletiewerkzaamheden zijn 10 overige menselijke activiteiten waargenomen in de nabijheid van de Middelpaai, bestaande uit vissersboten, rijverkeer, vliegtuigen en paarden. Vier keer werd een reactie van de zeehonden op deze activiteiten waargenomen (vier keer verhoogd 'kop op' gedrag (13-44%), 1x één zeehond te water, 1x twee zeehonden te water en 1x één zeehond naar de waterlijn).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Rijkswaterstaat verzamelt kennis over verstoring van zeehonden op zee via vier verschillende onderzoekssporen:

1. Onderzoek naar de ecologische betekenis van verstoring: relaties tussen activiteiten en populatiegroei op platen en verklaringsmodellen voor de verspreiding van zeehonden in relatie tot (a)biotiek en activiteiten (zenderonderzoek, Rijkswaterstaat Waterdienst, verschillende MERs windmolenparken).
2. Algemeen onderzoek naar verstoring van zeehonden door diverse bronnen waaronder met name werkzaamheden van Rijkswaterstaat op en nabij platen en recreatie (Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Rijkswaterstaat Waterdienst).
3. Specifiek onderzoek naar verstoring van zeehonden door baggerschepen (voor vergunningaanvragen in het kader van de Nb-Wet en de Flora & Faunawet).
4. Onderzoek naar de verstoringcontouren van zeehonden door onderwatergeluid.

In 2009 en 2011 heeft Bureau Waardenburg in opdracht van Rijkswaterstaat en Stichting LaMer diverse studies uitgevoerd in het kader van onderzoekssporen 2 (reacties van zeehonden op menselijke activiteiten) en 3 (reacties van zeehonden op baggerschepen):

- Onderzoek naar reacties van zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen en andere menselijke activiteiten (Bouma *et al.*, 2009);
- Onderzoek naar het gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat en de Middelpaat (Voordelta) in het voorjaar (referentiegedrag; geen baggerschepen aanwezig) (Bouma *et al.*, 2011) en het najaar (Didderen *et al.*, 2012).
- Onderzoek naar reacties van zeehonden op de Hooge Platen (Westerschelde) op commerciële zandwinschepen (Bouma *et al.*, 2011; Didderen *et al.*, 2012).

1.2 Aanleiding

De Voordelta is het belangrijkste leefgebied voor zowel gewone als grijze zeehonden in het Deltagebied. In het aanwijzingsbesluit voor het Natura 2000-gebied Voordelta zijn voor beide soorten instandhoudingsdoelen geformuleerd, die gericht zijn op het behoud van de omvang en verbetering van de kwaliteit van het leefgebied. In het beheerplan zijn maatregelen vastgesteld om deze doelen te realiseren.

De zeehonden in de Voordelta worden de laatste jaren vooral aangetroffen op de Bollen van de Ooster, de Hinderplaat en de Middelpaat. De Verklikkerplaat was tot circa 2007 ook een belangrijke ligplaats voor zeehonden in de Voordelta, maar sinds 2007 zijn de aantallen hier sterk afgenomen en zijn de zeehonden meer gebruik gaan maken van de nabij gelegen Middelpaat (Bouma *et al.*, 2011; Lengkeek *et al.*, 2011).

In de periode van november 2011 tot en met 14 januari 2012 is er in opdracht van Rijkswaterstaat een strandsuppletie uitgevoerd op het strand bij Renesse. De suppletiewerkzaamheden werden uitgevoerd door het baggerschip de HAM 317. Om de suppletielocatie te bereiken, werd er door het Brouwershavense Gat gevaren op minder dan een kilometer afstand van de ligplaats van de zeehonden op de Middelplaat. Hoewel in het beheerplan een gewenste afstand van 1200 meter is aangegeven, is dat op deze locatie niet mogelijk vanwege ondieptes buiten de vaargeul.

Rijkswaterstaat heeft Bureau Waardenburg opdracht verleend om te onderzoeken in hoeverre de zeehonden reageren op het passerende baggerschip. Hiertoe zijn tellingen en gedragsobservaties uitgevoerd voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (maart t/m mei 2011 en oktober en november 2011) en tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden (november 2011 t/m januari 2012). Voorliggende rapportage bevat de resultaten van het onderzoek. De aanwezigheid van andere menselijke activiteiten en eventuele reacties van de zeehonden hierop zijn ook vastgelegd in dit onderzoek. De resultaten van de waarnemingen uitgevoerd voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden zijn reeds uitgebreid gerapporteerd in Bouma *et al.*, 2011 en Didderen *et al.*, 2012 en zijn in samengevatte vorm overgenomen in deze rapportage.

1.2 Onderzoeksvragen

Het onderzoek richtte zich op het beantwoorden van de volgende onderzoeksvragen en deelvragen:

1. Is er variatie in het voorkomen van zeehonden op de Middelplaat zowel in tijd als in ruimte? En zo ja:
 - Wat is deze variatie?
 - Is deze variatie gerelateerd aan variatie in abiotische factoren, zoals waterstanden, weersomstandigheden en zeecondities?
 - Is deze variatie gerelateerd aan de suppletiewerkzaamheden?
2. Verschilt het gedrag van de zeehonden tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden van het vastgestelde referentiegedrag voorafgaand aan de werkzaamheden? En zo ja:
 - Wat zijn de verschillen?
 - Zijn de verschillen gerelateerd aan abiotische factoren?
 - Kunnen de verschillen toegeschreven worden aan de suppletiewerkzaamheden?
3. Reageren de zeehonden op het passerende baggerschip? En zo ja:
 - Wat zijn de reacties?
 - Op welke afstand vinden deze reacties plaats?
4. Vinden er andere menselijke activiteiten plaats in de directe omgeving van de zeehonden? En zo ja:
 - Welke activiteiten en op welke afstand?
 - Reageren de zeehonden hierop?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de toegepaste methodieken voor de uitvoering van de veldwaarnemingen en de (statistische) analyses en in hoofdstuk 3 op de resultaten ervan. Hoofdstuk 4 bevat een discussie met daarin ondermeer een vergelijking met de resultaten van het onderzoek naar reacties van zeehonden op langsvarende baggerschepen en andere menselijke activiteiten op de Razende Bol (een zandplaat tussen Den Helder en Texel) uitgevoerd in september en oktober 2009 (Bouma *et al.*, 2010). Tot slot staan in hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Materiaal en methoden

2.1 Velddagen, observatieperiodes en observatiepunt

Velddagen en observatieperiodes

Voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden zijn gedurende acht dagen (zes dagen in de periode van maart t/m mei 2011 en twee dagen in oktober en november 2011) de aantallen en het gedrag van de zeehonden op de Middelpaat vastgelegd. Tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden (november 2011 t/m januari 2012) zijn gedurende acht dagen bruikbare gegevens verzameld¹.

Voor de vergelijkbaarheid met eerder verzamelde data zijn alle observaties uitgevoerd in de periode van circa twee uur voor laag water tot circa drie uren na laag water.

Tabel 1. 16 Velddagen waarop gedragsobservaties aan zeehonden op de Middelpaat zijn uitgevoerd.

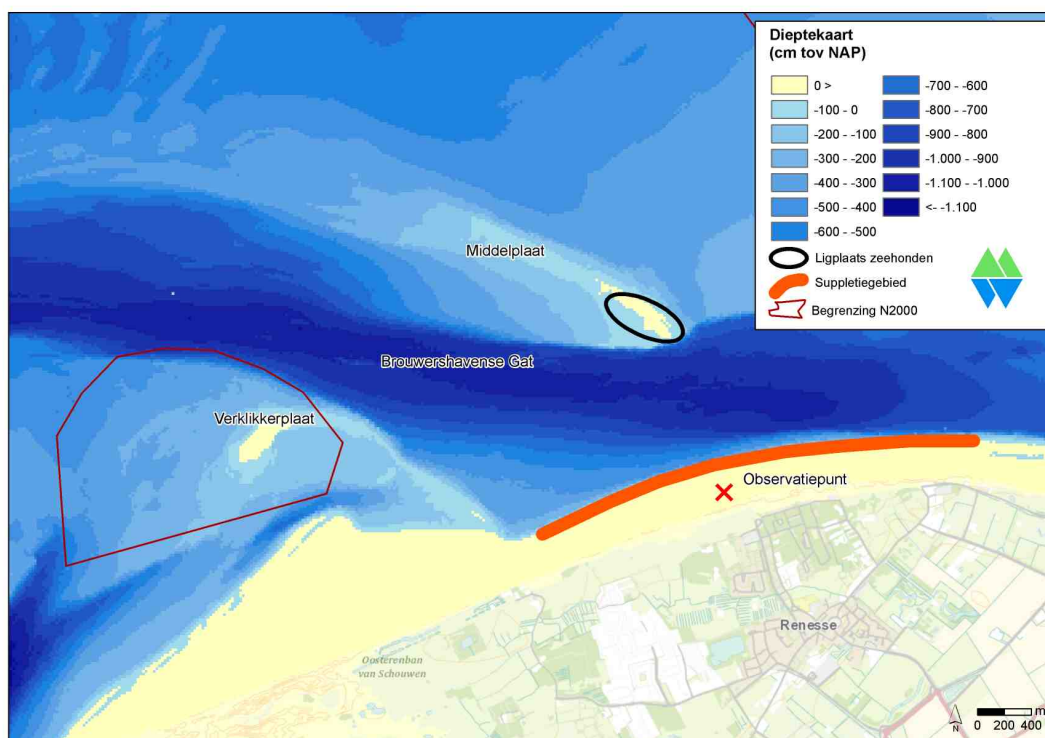
Datum	Observatieperiode	Suppletie werkzaamheden
11 maart 2011	14.30 - 15.30 uur	nee
7 april 2011	8.30 - 13.15 uur	nee
8 april 2011	10.15 - 16.00 uur	nee
9 april 2011	11.30 - 16.15 uur	nee
21 april 2011	9.45 - 13.00 uur	nee
5 mei 2011	10.00 - 11.15 uur	nee
12 oktober 2011	9.00 - 13.26 uur	nee
2 november 2011	10.04 - 16.04 uur	nee
11 november 2011	7.46 - 11.15 uur	ja
12 november 2011	7.48 - 12.00 uur	ja
29 november 2011	8.00 - 14.04 uur	ja
30 november 2011	9.06 - 15.01 uur	ja
14 december 2011	8.35 - 14.00 uur	ja
18 december 2011	11.28 - 15.00 uur	ja
19 december 2011	12.16 - 15.48 uur	ja
20 december 2011	13.38 - 16.16 uur	ja

Observatiepunt

Zeehonden op de Middelpaat werden geobserveerd vanaf de duinovergang op een afstand van circa 1500 meter van de zeehonden. Tussen het strand en de ligplaats van de zeehonden ligt het Brouwershavense Gat, een vrij diepe geul die ter plekke circa 1300 meter breed is (figuur 1 en afbeelding 1 § 3.1).

¹ Op 15 december 2011, 13 november 2011 en 12 januari 2012 is ook getracht om waarnemingen uit te voeren, maar op deze dagen konden geen bruikbare gegevens worden verzameld, omdat er geen of slechts enkele zeehonden op de plaat aanwezig waren en/of de weersomstandigheden te slecht waren (mist) voor het uitvoeren van de observaties.

Vanaf de vaste observatiepunten werden veldwaarnemingen uitgevoerd met behulp van een telescoop en verrekijkers. Alle waarnemingen werden genoteerd op van tevoren ontworpen veldformulieren.



Figuur 1. Indicatie van de ligplaats van de zeehonden op de Middelplaat inclusief het observatiepunt van de onderzoekers (x, zie ook afbeelding 1 in § 3.1) en het gebied waar suppleties plaatsvonden ten tijde van de observaties. “Begrenzing N2000” is de begrenzing van het aangewezen rustgebied (jaarrond geen activiteiten toegestaan) binnen Natura 2000-gebied Voordelta.

2.2 Data verzameling

De observaties zijn uitgevoerd conform de methodieken die toegepast zijn tijdens de eerder uitgevoerde observaties voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden:

A. Metadata en abiotische parameters

Naast de datum, de naam van de waarnemers en de tijdsperiodes van de dag zijn gegevens verzameld ten aanzien van de weersomstandigheden (bewolking, neerslag, wind en temperatuur), waterstanden en zeecondities (golfhoogte). Deze gegevens zijn vastgelegd, omdat de aanwezigheid en het gedrag van zeehonden beïnvloed kan worden door deze factoren (zie bijvoorbeeld Bouma *et al.*, 2010; Bouma *et al.*, 2011). Voor de waterstanden is gebruik gemaakt van de meetgegevens van Rijkswaterstaat van de meetlocatie ‘Brouwershavensegat 08’, die elke 10 minuten geregistreerd worden (bron: Waterbase.nl).

B. De aanwezigheid van zeehonden

Om vast te kunnen stellen of er variatie is in de aanwezigheid van zeehonden op de Middelplaat, zowel in tijd als in ruimte, zijn per dag meerdere tellingen uitgevoerd. Hierbij is, indien mogelijk, onderscheid gemaakt tussen de aantallen grijze en gewone zeehonden.

C. Het gedrag van zeehonden

Gedurende verschillende periodes van de dag is het gedrag van de zeehonden geobserveerd. Hierbij is iedere twee minuten opgeschreven welk gedrag de zeehonden vertonen, waarbij onderscheid gemaakt is tussen de volgende gedragstypen:

- stil liggen op de zandplaat/zonnen;
- kop opsteken;
- verplaatsing op de zandplaat;
- verplaatsing naar de waterlijn;
- te water gaan;
- uit het water komen;
- interactie tussen dieren.

Het gedrag is omgerekend naar percentages van de hele groep zeehonden. Op deze manier is gecorrigeerd voor verschillen in aantallen zeehonden in verschillende gedragsregels.

D. Passages van baggerschepen

Iedere dag is genoteerd wanneer het baggerschip (HAM 317) langs de groep zeehonden op de Middelplaat voer. Hierbij werd ook de vaarrichting genoteerd en de afstand geschat. Om de exacte afstanden te bepalen (zie § 2.3), zijn de scheepsloggegevens van de HAM 317 opgevraagd bij Rijkswaterstaat. De HAM 317 beschikt over een navigatiesysteem dat iedere vijf seconden het tijdstip en de positie van het schip registreert (Monitoring and Registration System: MARS).

E. Andere menselijke activiteiten

Omdat het passeren van het baggerschip niet de enige menselijke activiteit in de buurt van de zeehonden was waarop zeehonden zouden kunnen reageren, is in het veld ook informatie verzameld ten aanzien van de aanwezigheid van andere menselijke activiteiten in de buurt van de Middelplaat. Hierbij zijn niet alleen het type activiteit (bijvoorbeeld motorboot, vissersboot, zeilboot, kajaker, helikopter, vliegtuig etc.) en het tijdstip en de tijdsduur van aanwezigheid geregistreerd, maar zijn ook de afstand en richting van de betreffende activiteit tot aan de ligplaats van de zeehonden geschat.

2.3 Data analyse

2.3.1 Data voorbereidingen

Gelijk stellen van de tijden

Zowel bij het vastleggen van de exacte vaarroute van de schepen (MARS), als bij het uitvoeren van de verschillende veldwaarnemingen (tellingen, gedragsprotocollen, aanwezigheid andere menselijke activiteiten), zijn tijden geregistreerd. Om een koppeling te kunnen maken tussen deze verschillende gegevens zijn alle gebruikte tijden (scheepslog van de HAM 317 en de polshorloges van de onderzoekers) aan elkaar gelijkgesteld door alle tijden tot op de seconde nauwkeurig te ijken aan de atoomtijd (met dejuistetijd.nl).

Scheepsloggegevens: bepalen van afstand tot de zeehonden

Aan de hand een recente satellietfoto van de Middelpaalt (figuur 6) zijn de coördinaten van de ligplaats van de zeehonden door de onderzoekers vastgelegd. Vervolgens is door koppeling van de scheepsloggegevens aan de tijden van de gedragsobservaties voor iedere 2 minuten met behulp van de stelling van Pythagoras berekend wat de afstand was van het baggerschip tot aan de zeehonden.

Algemeen gebruikte statistische analyse technieken

Omdat de data van aantallen en gedrag van zeehonden gebaseerd zijn op tellingen, zijn de gegevens niet normaal verdeeld, maar Poisson verdeeld. Om te corrigeren voor overdispersie (m.a.w. overschot aan nulwaarnemingen) heeft een correctie plaatsgevonden middels een extra aangemaakte variabele PSCALE, welke is gebaseerd op de Pearson's Chi kwadraat waarde. Er is gebruik gemaakt van Generalized Lineair Model statistiek, omdat de data Poisson verdeeld zijn. Statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS 19 voor Windows.

Afstand in relatie tot menselijke activiteiten

Net als in voorgaande studies is gebruik gemaakt van observaties van menselijke activiteiten binnen de vastgestelde verstoringcontour van 1500 meter van de zeehonden. Deze afstand is vastgesteld door LNV op basis van een studie van Brasseur en Reijnders in 1994 (zie tekstbox) .

In het beheerplan van de Voordelta wordt verwezen naar van 1200 meter (Beheerplan Voordelta, Ministerie van ELI 2012). Om de resultaten van de studie vergelijkbaar te maken met eerdere gedragsstudies andere Natura 2000 gebieden is echter 1500 meter gehanteerd.

Tekst box: Ecologische criteria zeehonden (Ministerie LNV, 2008)

Uit onderzoek naar verstoring van zeehonden in de Waddenzee is gebleken dat verstoring sterk afhankelijk is van het type verstoringbron, de verstoringssafstand, de groepssamenstelling en vluchtmogelijkheden. Afhankelijk van het type verstoring vertonen zeehonden verstoringsgedrag (zogenaamde eerste reactie) op een afstand van 400-1500 meter. Afhankelijk van de groepssamenstelling gaan zeehonden binnen een afstand van 250-450 meter ook daadwerkelijk te water. De effecten van verstoring van zeehonden zijn verhoogde jeugdmortaliteit, afwijkend gedrag op zandplaten, veranderde ligplaatskeuze en stress (Brasseur & Reijnders, 1994).

2.3.2 Analyse aanwezigheid zeehonden

Variatie in de tijd en ruimte

Om te onderzoeken of de aanwezigheid van zeehonden varieerde in de tijd, is eerst een tabel gemaakt waarin voor alle velddagen de daggemiddeldes en de maximale en minimale aantallen binnen een dag zijn weergegeven. Vervolgens zijn de daggemiddelde aantallen geplot in een staafdiagram, zodat eventuele verschillen tussen de aantallen zeehonden voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden inzichtelijk gemaakt worden. De variatie in de aantallen binnen één velddag is in deze staafdiagram weergegeven met de standaard fout.

Variatie in de aanwezigheid van zeehonden op de Middelpaats in de ruimte is niet onderzocht, omdat de zeehonden tijdens alle veldwaarnemingen altijd op dezelfde locatie (zuidoostzijde van de zandpaats) lagen.

Relatie aantallen en abiotische factoren

Omdat er grote verschillen bestonden in de aantallen (zowel tussen dagen als binnen dagen; zie § 3.1.1) is vervolgens onderzocht in hoeverre deze verschillen gerelateerd zijn aan variatie in abiotische factoren (bv. weer, waterstand). Dit is gedaan door middel van een zogenaamde Principal Component Analyse (PCA).

Een PCA is een analysetechniek, waarmee je op exploratieve wijze structuur kunt ontdekken in een dataset met veel variabelen die een mogelijke invloed kunnen hebben. Met deze techniek test je geen hypothese. De PCA is een eerste stap in een analyse die, indien nodig, opgevolgd kan worden door een concretere test. De PCA vormt in een brei van data zogenaamde 'componenten' (assen). Deze componenten bestaan uit combinaties van variabelen die onderling correleren. De PCA geeft aan hoeveel van de variatie in de data verklaard kan worden door de componenten en in hoeverre de ingevoerde variabelen gecorreleerd zijn aan de componenten. De eerste component verklaart altijd de meeste variatie in de te onderzoeken dataset.

Om te beoordelen in hoeverre abiotische factoren verantwoordelijk zijn voor de waargenomen verschillen in de aantallen zeehonden, wordt eerst gekeken welke component in de PCA output tabel het beste correleert met de factor 'aantal

zeehonden'. Vervolgens wordt gekeken welke abiotische factoren daar ook goed mee correleren. Eventueel kan dit dan opgevolgd worden door die aangewezen abiotische factoren op significantie te testen met een correlatietest.

Relatie aantallen en suppletiewerkzaamheden

Uit de PCA analyse bleek, dat de waargenomen variatie in de aantallen zeehonden gedeeltelijk verklaard wordt door de abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind (zie § 3.1.3). Om te testen in hoeverre de aanwezigheid beïnvloed is door de suppletiewerkzaamheden is een zogenaamde Analysis of Covariance (ANCOVA) uitgevoerd. Met een ANCOVA kan namelijk getest worden, of het gemiddelde aantal zeehonden op dagen voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden significant afwijkt van het aantal zeehonden op dagen dat suppletiewerkzaamheden werden uitgevoerd, waarbij gecorrigeerd wordt voor het effect van de abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind (deze worden dan als covariabelen in de analyse meegenomen).

Het toegepaste model in de ANCOVA is:

Totaal aantal zeehonden = $a + b \cdot \text{suppletiewerkzaamheden} + c \cdot \text{wind ZO} + d \cdot \text{waterstand}$.

2.3.3 Analyse gedrag zeehonden

'Referentiegedrag' voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden

Referentiegedrag is in dit onderzoek gedefinieerd als het gedrag dat de zeehonden vertonen op het moment dat:

1. Er geen sprake is van menselijke activiteiten;
2. Het baggerschip meer dan 1500 meter verwijderd is van de ligplaats van de zeehonden;
3. Het meer dan zes minuten geleden is nadat er een eventuele 'kop op' reactie heeft plaatsgevonden;
4. Het meer dan een uur geleden is nadat een eventuele 'te water' gaan reactie heeft plaatsgevonden.

Eerst is onderzocht of het referentiegedrag van de zeehonden voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden van elkaar verschilde. Dit is gedaan door de percentages van de groep zeehonden die een bepaald type gedrag vertoonden te middelen over alle waarnemingen en te plotten in een staafdiagram. Gedragsvariatie in de tijd (zowel tussen verschillende velddagen als binnen één velddag) is in deze staafdiagram weergegeven met de standaard fout.

Voor het bepalen van het referentiegedrag voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden is gebruik gemaakt van gegevens verzameld gedurende zes dagen in de maanden maart t/m mei 2011 (Bouma *et al.*, 2011) en twee dagen in oktober en november 2011 (Didderen *et al.*, 2012). In totaal kon op basis van bovengenoemde criteria het referentiegedrag bepaald worden op basis van 491 gedragswaarnemingen (342 voorjaar en 149 najaar).

Voor het bepalen van het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden is gebruik gemaakt van gegevens verzameld gedurende acht dagen. Op basis van de criteria kon dit referentiegedrag bepaald worden aan de hand van 517 gedragswaarnemingen.

Met een PCA analyse (zie § 2.3.2) is eerst onderzocht in hoeverre abiotische factoren verantwoordelijk zijn voor de waargenomen verschillen in het referentiegedrag voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden en vervolgens met een ANCOVA in hoeverre de verschillen veroorzaakt worden door de suppletiewerkzaamheden (waarbij gecorrigeerd is voor het effect van de abiotische factoren).

Het toegepaste model in de ANCOVA is:

Percentage (gedragstype) = a + b*suppletiewerkzaamheden + c*wind ZO + d*waterstand.

Reacties van zeehonden op passages van baggerschepen

In totaal is 18 keer een passage van het baggerschip waargenomen (§ 3.2.2). Eerst is voor iedere passage bepaald wat de minimale afstand van het schip tot aan de zeehonden was (zie § 2.3.1) en is beschreven wat de eventueel waargenomen reacties waren.

Verschillen in 'kop op' gedrag en 'te water gaan' gedrag tijdens de passages en op momenten dat er geen baggerschepen actief waren (=referentiegedrag 1. voorafgaand aan en 2. tijdens de suppletiewerkzaamheden) zijn inzichtelijk gemaakt door middel van een staafdiagram. Om op een objectieve manier en zonder pseudoreplicaties het gedrag tijdens passages in kaart te brengen is er gekozen om de gedragsregel tijdens de passage te selecteren op het moment dat het baggerschip het dichtst bij de zeehonden was en daadwerkelijk passeerde. Met een ANCOVA is onderzocht in hoeverre de verschillende gedragstypen tijdens de passages afwijken van het referentiegedrag, waarbij gecorrigeerd is voor het reeds aangetoonde effect van de abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind.

Reacties van zeehonden op baggerschepen (<1500 m)

Vervolgens is onderzocht in hoeverre het gedrag van de zeehonden verandert, in relatie tot de afstand van het baggerschip, waarbij de generieke verstoringafstand voor zeehonden van 1500 m is aangehouden. Er zijn alleen data meegenomen op momenten dat er geen andere menselijke activiteiten plaatsvonden. Hiertoe zijn de gedragswaarnemingen eerst ingedeeld in zes verschillende afstandscategorieën: 300-500 m, 500-700 m, 700-900 m, 900-1100 m, 1100-1300 m en 1300-1500 m. Vervolgens is voor iedere categorie het 'kop op' gedrag, het 'te water gaan' gedrag en 'verplaatsing op de zandplaat' bepaald en middels een staafdiagram vergeleken met het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden.

Met een ANCOVA is onderzocht in hoeverre de gedragstypen binnen de verschillende afstandscategorieën van elkaar verschillen, waarbij weer gecorrigeerd werd voor het effect van de waterstand en zuidoosten wind.

2.3.4 Gedrag en andere menselijke activiteiten

Tijdens de suppletiewerkzaamheden zijn slechts 10 andere menselijke activiteiten waargenomen in de directe omgeving van de Middelpaalt. Gezien dit geringe aantal zijn reacties van zeehonden op deze activiteiten alleen kwalitatief beschreven.

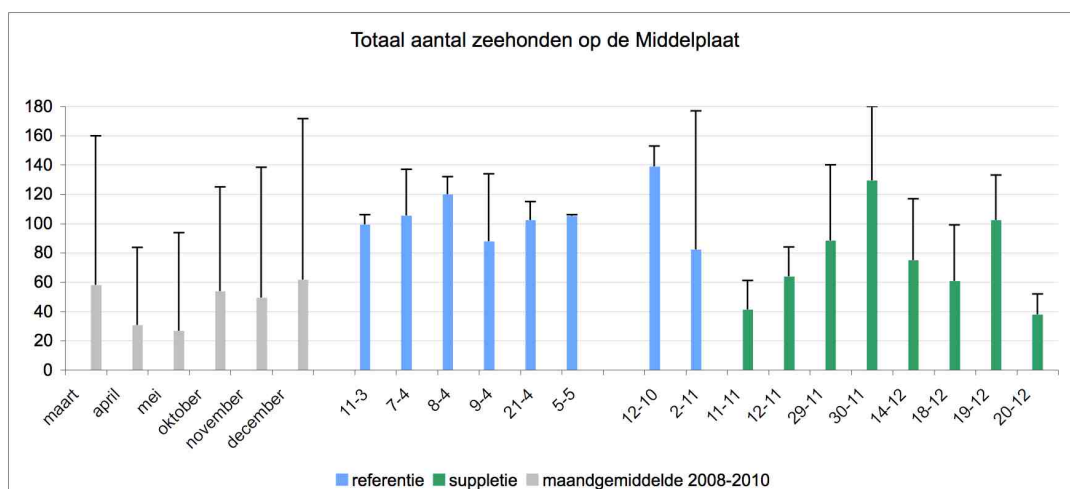
3 Resultaten

3.1 Aanwezigheid van zeehonden

3.1.1 Variatie in de tijd

Het gemiddelde totaal aantal zeehonden varieerde sterk zowel tussen verschillende velddagen als tussen verschillende tijdstippen op een dag (figuur 2, tabel 2). Zo waren er op 11 november gemiddeld 41 zeehonden aanwezig, terwijl er op 12 oktober gemiddeld 139 zeehonden werden geteld. Ook de maximale aantallen verschilden sterk tussen de velddagen. Op 20 december werden maximaal 52 dieren geteld, terwijl dit aantal op 30 november 180 was.

Er werden voornamelijk gewone zeehonden waargenomen. Het aantal grijze zeehonden was relatief laag en varieerde per dag van 0 (21 april en 5 mei) tot 10 dieren (11 november en 29 november) (tabel 2).



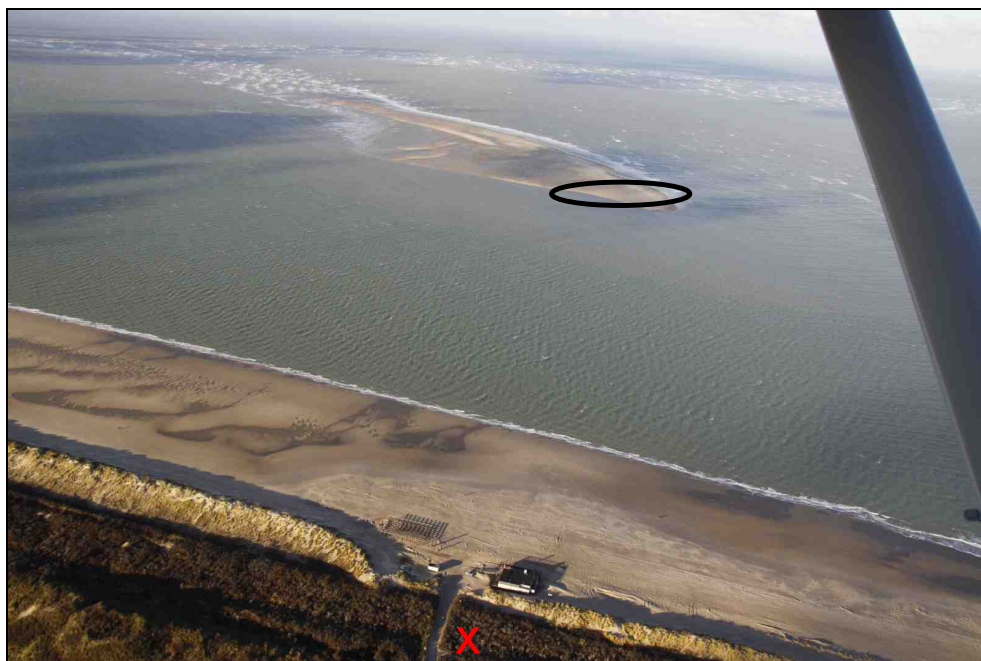
Figuur 2. Totaal aantal zeehonden op de Middelplaat tijdens de observaties in vergelijking met maandgemiddelden in de periode van januari 2008 t/m december 2010. Weergegeven zijn de gemiddelde aantallen (balk) en maxima (Y-balk) per dag. Grijze balken zijn de maandgemiddelden in de periode van januari 2008 t/m december 2010. Blauwe balken geven de aantallen weer op dagen voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (referentie). Groene balken geven de aantallen weer op dagen tijdens suppletiewerkzaamheden.

*Tabel 2. Aantallen zeehonden op de Middelpaat gedurende de 16 velddagen. Weergegeven zijn het aantal tellingen per dag, het totaal aantal zeehonden, minimale en maximale aantallen, standaarddeviatie, en per dag het maximale aantal grijze zeehonden. *op deze dagen is geen onderscheid gemaakt tussen gewone en grijze zeehonden.*

	Aantal tellingen	Aantallen gewone - / grijze zeehonden			
		Minimum	Maximum	Gemiddelde	Stdev.
11 maart 2011	3	90/5	101/5	94/6	5/0
7 april 2011	10	61/0	134/3	105/1	26/1
8 april 2011	9	80/0	131/1	119/1	16/1
9 april 2011	10	34/4	129/5	83/5	44/1
21 april 2011	7	86/0	115/0	102/0	11/0
5 mei 2011	3	104/0	106/0	105/0	1/0
12 oktober 2011	10	114*	153*	139	12
2 november 2011	13	6*	177*	82	61
11 november 2011	7	16/3	51/10	34/8	15/3
12 november 2011	8	28/4	77/9	57/7	17/2
29 november 2011	10	22/2	130/10	83/5	38/3
30 november 2011	13	37/0	178/4	128/2	52/1
14 december 2011	12	3/0	114/3	73/2	40/1
18 december 2011	11	10/1	94/5	58/4	29/2
19 december 2011	8	75/0	129/5	100/3	18/2
20 december 2011	6	5/0	47/6	34/4	16/2

3.1.2 Variatie in de ruimte

De zeehonden lagen tijdens alle waarnemingsdagen op de zuidoost zijde van de Middelpaat direct aan het Brouwershavense Gat (zie afbeelding 1). Uitzondering hierop was 12 november, toen er ook enkele dieren op de westpunt van de plaat lagen.



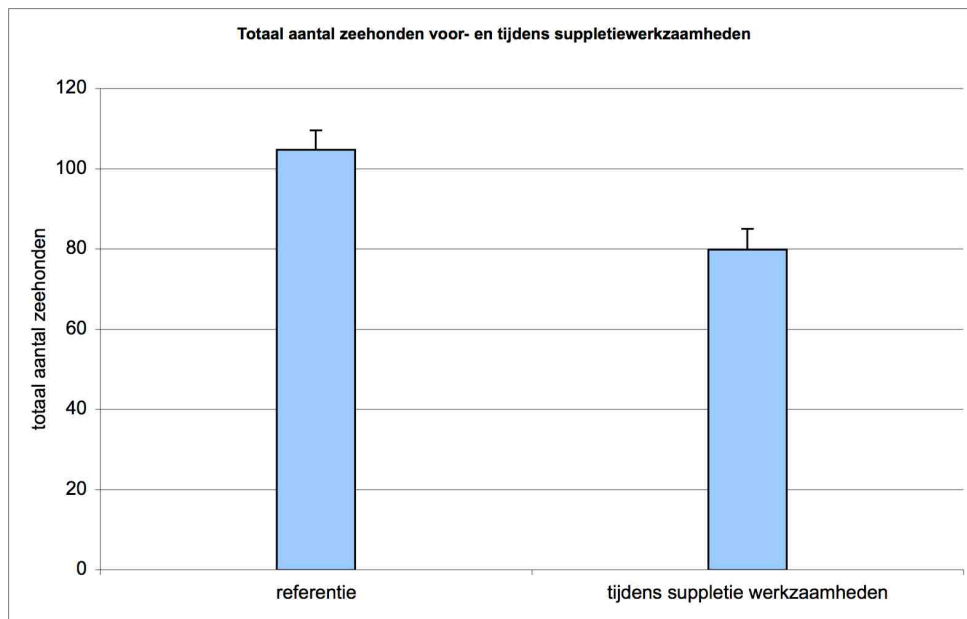
Afbeelding 1. Luchtfoto van de Middelplaat met daarop aangegeven het observatiepunt (x) van de onderzoekers en de ligplaats van de zeehonden. Copyright DPM / Zeeland Air (foto genomen van zuidoost naar noordwest ter hoogte van het observatiepunt bij Renesse december 2011). Voor geografische ligging zie figuur 1.

3.1.3 Aantallen in relatie tot abiotische factoren

Uit de PCA analyse bleek, dat de abiotische factoren 'zuidoosten wind' en 'waterstand' gerelateerd zijn aan het aantal zeehonden. Wanneer de wind uit het zuidoosten kwam waren er minder zeehonden. De correlatie met waterstand is positief; als de waterstand hoog was, waren meer zeehonden op de plaat aanwezig (Bijlage 1).

3.1.4 Aantallen in relatie tot suppletiewerkzaamheden

Het gemiddelde aantal zeehonden was tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden lager dan op dagen voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (respectievelijk 80 en 105 dieren) (figuur 3). De gemiddelde aantallen waren met name lager op 11 en 12 november en 18 en 20 december (zie figuur 2 en tabel 2). Met behulp van de ANCOVA test, waarbij gecorrigeerd is voor de factoren 'zuidoosten wind' en de 'waterstand', bleek het verschil in aantallen zeehonden voor en tijdens suppletiewerkzaamheden significant ($\chi^2 = 14,815$, d.f. = 1, $P < 0,001$, tabel 8 in bijlage 2).



Figuur 3. Totaal aantal zeehonden op de Middelplaat voor (referentie) en tijdens de suppletiewerkzaamheden. Weergegeven zijn de gemiddelde aantallen (balk) en de standaard fout (Y-balk; variatie in de tellingen zowel tussen de verschillende velddagen als binnen een velddag).

3.2 Gedrag van zeehonden

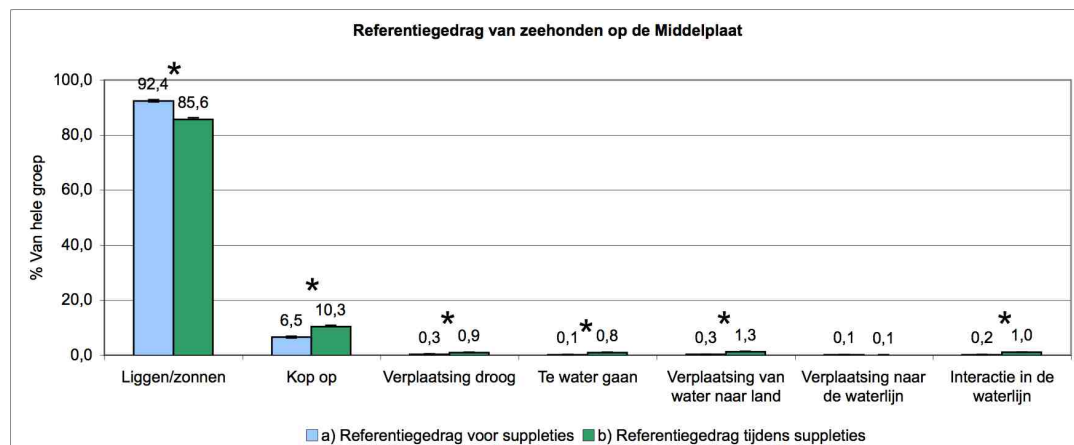
3.2.1 Referentiegedrag voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden

Vertoonde referentiegedrag

Het referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden is uitgebreid geanalyseerd in Bouma *et al.*, 2011 en Didderen *et al.*, concept 2012. Hierbij bleek dat er geen verschil bestond in het referentiegedrag waargenomen tijdens de zes dagen in de periode maart tot en met mei 2011 en de twee dagen in oktober en november 2011. Referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden bestaat dan ook uit het gedrag van alle acht dagen samen (figuur 4a).

Het referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden verschilde significant van het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (figuur 4, bijlage 2 tabel 9).

Tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden vertoonde een kleiner percentage van de groep zeehonden het gedragstype 'liggen/zonnen' dan voor de suppletiewerkzaamheden (respectievelijk 85,6% en 92,4%), terwijl andere gedragstypen juist meer voorkwamen ('kop op' gedrag: 10,3% versus 6,5%), 'te water gaan' gedrag (0,8% versus 0,1%), 'verplaatsing op de zandplaat' 0,9% versus 0,3%), 'verplaatsing van water naar land' (1,3% versus 0,3%) en 'interactie in de waterlijn' 1,5% versus 0,2%).



Figuur 4. Het gedrag (gemiddelde $\pm$ se) van zeehonden op de Middelpaalt a) voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden en zonder menselijke activiteiten (referentiegedrag: N=491). b) rustgedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (N=517). * Duidt op significante verschillen.

Relatie tussen abiotische factoren en het referentiegedrag

Uit de PCA analyse (bijlage 1) bleek, dat de abiotische factoren zuidoosten wind en waterstand invloed hebben gehad op zowel het 'kop op' gedrag als het 'te water gaan' gedrag van de zeehonden. Bij zuidoosten wind en hogere waterstanden vertoonden de zeehonden vaker 'kop op' gedrag en gingen ze vaker te water.

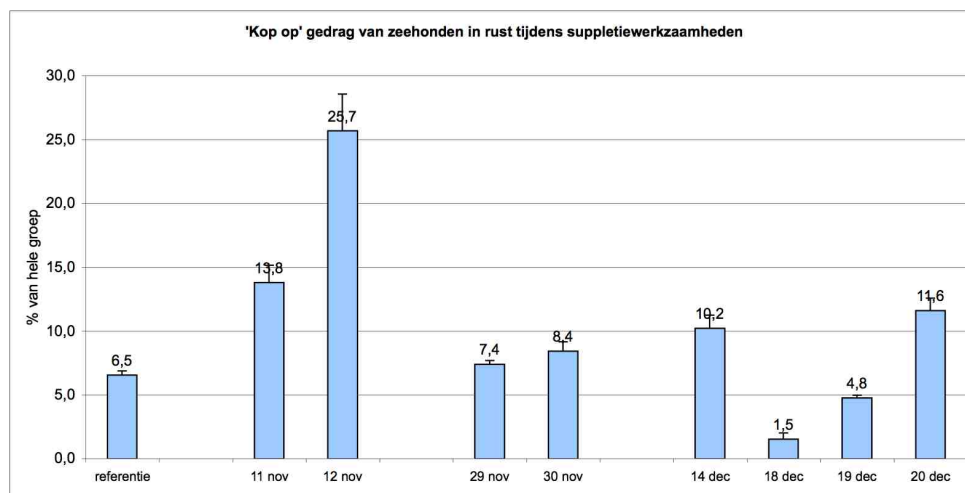
Relatie tussen suppletiewerkzaamheden en het referentiegedrag

Met behulp van ANCOVA testen kon aangetoond worden, dat het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden significant verschillend was dan voor (tabel 9 in bijlage 2):

- het percentage 'liggen/zonnen' was significant lager tijdens de suppletiewerkzaamheden ($\chi^2 = 109,1$, d.f. = 1, $P < 0,001$).
- de overige gedragstypen waren allemaal significant hoger tijdens de suppletiewerkzaamheden:
 - * 'kop op' ($\chi^2 = 201,9$, d.f. = 1, $P < 0,001$);
 - * 'te water gaan' ($\chi^2 = 45,2$, d.f. = 1, $P < 0,001$);
 - * 'verplaatsing van water naar land' ($\chi^2 = 60,4$, d.f. = 1, $P < 0,001$);
 - * 'verplaatsing op de zandplaat' ($\chi^2 = 57,5$, d.f. = 1, $P < 0,001$);
 - * 'interactie tussen dieren' ($\chi^2 = 60,5$, d.f. = 1, $P < 0,001$).

Variatie in referentiegedrag tijdens suppletiewerkzaamheden

Wanneer in detail wordt gekeken naar het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden, zoals het verloop van het 'kop op' gedrag (figuur 5), blijkt het gedrag tussen dagen te variëren. Met name de eerste twee observatiedagen (11 en 12 november) was het percentage 'kop op' verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voor de suppletie werkzaamheden. Het 'kop op' gedrag was op 14 en 20 december ook verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden, maar op de overige dagen was het 'kop op' gedrag vergelijkbaar of zelfs lager dan voor de suppletiewerkzaamheden.



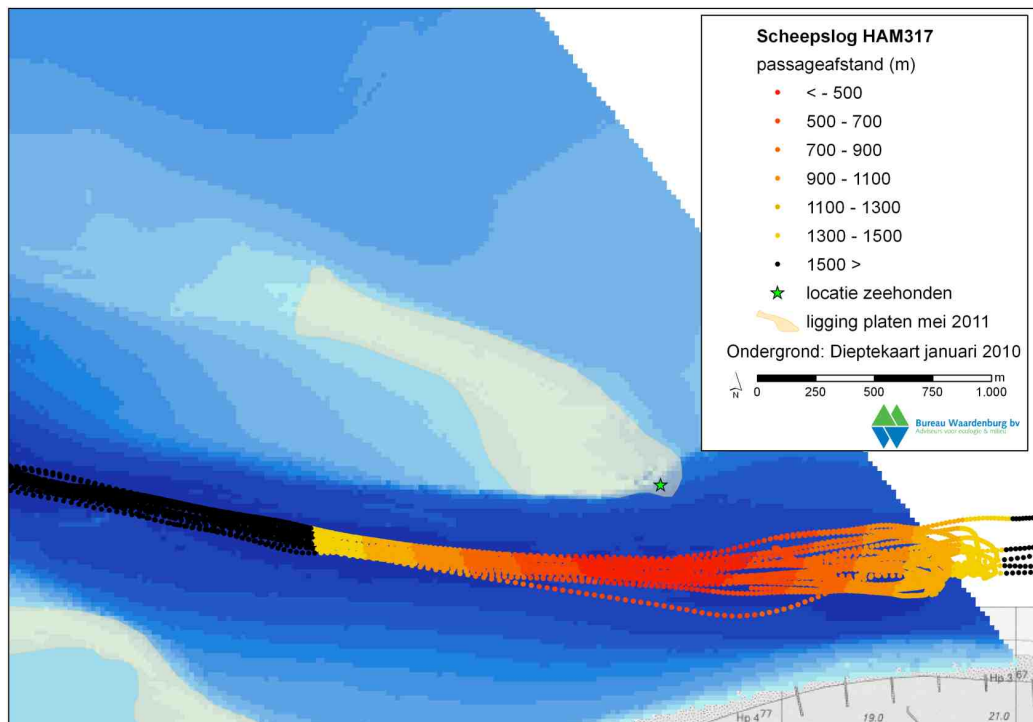
Figuur 5. Het 'kop op' gedrag per dag (gemiddelde $\pm$ se) tijdens de suppleties wanneer het baggerschip zich op meer dan 1500 m afstand bevindt en wanneer er geen andere menselijke activiteiten aanwezig zijn (referentiegedrag tijdens suppletiewerkzaamheden). De percentages zijn vergeleken met het referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden (=referentie).

3.2.2 Reacties op het passerende schip

Aantal passages en afstanden

In totaal is er gedurende de acht velddagen 18x een passage van een baggerschip (HAM 317) waargenomen. Om de suppletielocatie te bereiken, werd er door het Brouwershavense Gat gevaren. Hoewel in het beheerplan een gewenste afstand van 1200 meter is aangegeven, is dat op deze locatie niet mogelijk vanwege ondieptes buiten de vaargeul (figuur 6). Uit de analyse van de scheepsloggegevens bleek, dat het baggerschip altijd binnen een afstand van 1500 meter² passeerde: 6x binnen een afstand van 300-400 meter van de ligplaats van de zeehonden, 8x binnen een afstand van 400-500 meter, 2x binnen een afstand van 500-600 meter en 2x binnen een afstand van 600-700 meter (figuur 6, tabel 3).

² Dit is de generiek vastgestelde verstoringscontour voor zeehonden, zoals vastgelegd in Leidraad art. 20 Nb-wet 1998. In het beheerplan Voordelta is echter aangegeven dat een afstand van 1200 m tot de ligplaatsen van de zeehonden aangehouden dient te worden.



Figuur 6. Gebied waar het baggerschip HAM 317 zich gedurende de onderzoeksperiode binnen een afstand van 1500 meter van de zeehonden bevond.

Kwalitatieve beschrijving reacties

Tijdens 16 van de 18 passages werd een reactie van de zeehonden waargenomen op het passerende baggerschip. De reacties bestonden voornamelijk uit een verhoogd percentage 'kop op' gedrag (15x waargenomen), maar soms verplaatsten de dieren zich of gingen er ook enkele dieren te water (4x waargenomen) (tabel 3).

De zeehonden vertoonden niet alleen reacties op het moment dat het baggerschip het dichtst bij de zeehonden was. Zo werd bijvoorbeeld 5x waargenomen dat de zeehonden reageerden op de hekgolf van het baggerschip die enige tijd na de passage bij de zeehonden aankwam (tabel 3).

Daarnaast waren ook andere boten (sleep- of loodsboten) actief betrokken bij de suppletiewerkzaamheden. Ook deze passeerden de zeehonden op de Middelpaat binnen 1500 meter. Vaak was de reactie van de zeehonden op een dergelijk schip niet te onderscheiden van de reactie op het baggerschip zelf, omdat ze min of meer tegelijkertijd de plaat passeerden. Echter op 30 november passeerde een sleepboot 8 minuten voor de passage van het baggerschip. Als reactie hierop gingen 4 zeehonden te water, en vertoonde 45% (72 dieren) van de op dat moment aanwezige zeehonden 'kop op' gedrag, als reactie op de langsvarende sleepboot.

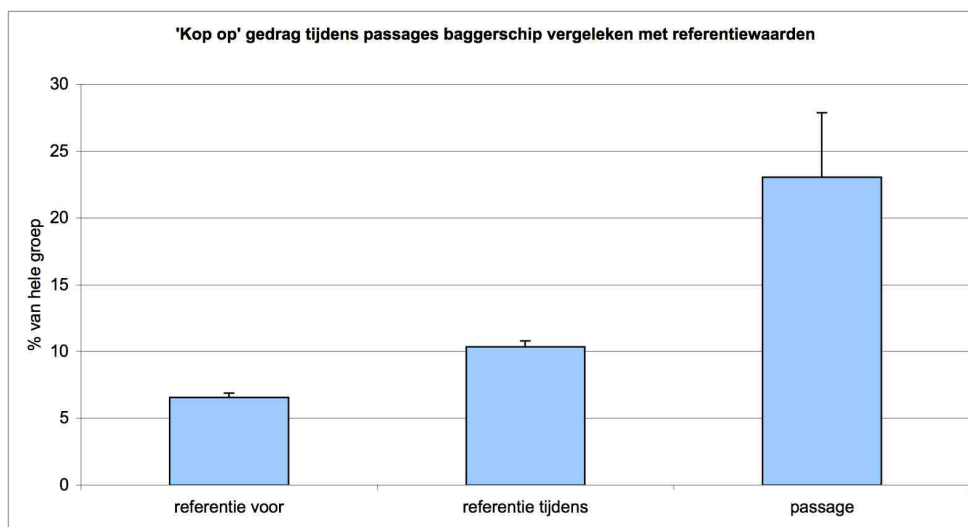
Tabel 3. Aantal passages van HAM 317 en reacties van zeehonden.

Datum	Aantal passages HAM 317	Afstand (m) richting	Reactie
11 november 2011	2	357 W 515 O	1. 3 gaan te water, 8 (32%) kop op 2. 10 (17%) kop op, later 40 (71%) 'kop op' door hekgolf schip
12 november 2011	3	630 O 404 W 618 O	3. 4 gaan te water 15 (75%) kop op 4. 19 (42%) kop op 5. 20 (23%) kop op
29 november 2011	4	477 W 390 O 420 W 368 O	6. geen reactie (11% kop op) 7. 20 (19%) kop op 8. 2 verplaatsen zich en 19 (15%) 'kop op' door hekgolf schip 9. 25 (18%) 'kop op' en 2 te water, later 115 (85%) 'kop op' en 3 te water door hekgolf
30 november 2011	3	437 O 361 W 544 O	10. 3 gaan te water, 3 verplaatsen zich naar de waterlijn en 74 (50%) kop op 11. 24 (13%) kop op, 30 te water 12. 19 (59%) kop op, 1 te water
14 december 2011	2	375 O 420 W	13. 24 (26%) kop op 14. 10 (10%) kop op
18 december 2011	0		
19 december 2011	3	415 W 434 E 318 W	15. geen reactie (10% kop op) 16. 24 (22%) 'kop op' door hekgolf schip 17. 1 vlucht de plaat op, 1 gaat te water door hekgolf (totaal 134 dieren)
20 december 2011	1	429 W	18. geen reactie (8% kop op)

Kwantitatieve beschrijving reacties

'Kop op' gedrag

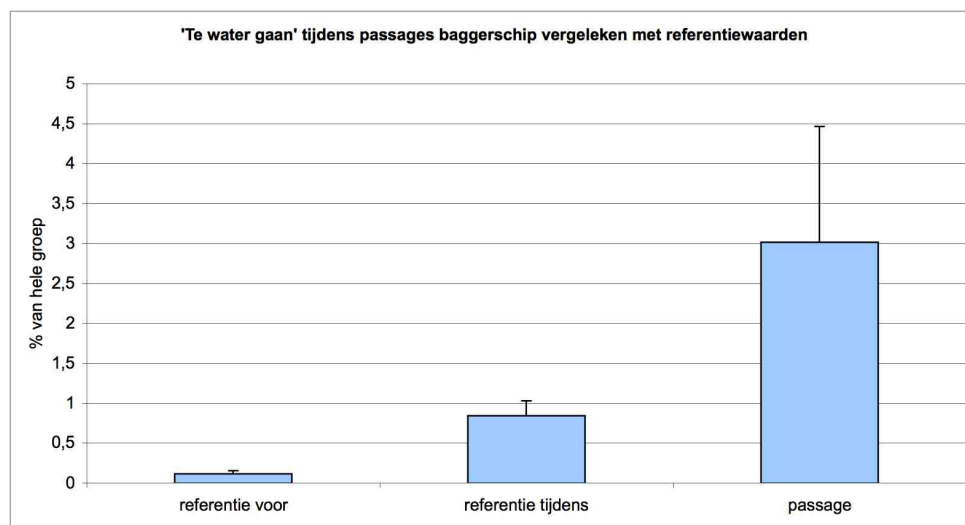
Het 'kop op' gedrag van de zeehonden was tijdens de passages van het baggerschip significant verhoogd (kop op: tot 23%) ten opzichte van de referentiewaarde voor de suppletiewerkzaamheden (6,5%; $\chi^2 = 62,968$, d.f. = 1, $P < 0,001$) en de referentiewaarde tijdens de suppletiewerkzaamheden (10,3%; $\chi^2 = 24,252$, d.f. = 1, $P < 0,001$) (figuur 7, tabel 10 en 11 in bijlage 2).



Figuur 7. Het percentage zeehonden (gemiddelde ± se) dat 'kop op' gedrag vertoont in de referentiesituatie voor de suppletiewerkzaamheden (N=491), referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (N=517) en op het moment dat het baggerschip passeert (N=18).

'Te water gaan' gedrag

Ook het te water gaan gedrag was tijdens de passages significant hoger (3%) ten opzichte van de referentiewaarden voor (0,1%; $\chi^2 = 41,909$, d.f. = 1, $P < 0,001$) en tijdens de suppletiewerkzaamheden (0,8%; $\chi^2 = 3,948$, d.f. = 1, $P = 0,047$) (figuur 8, tabel 10 en 11 in bijlage 2).



Figuur 8. Het percentage zeehonden (gemiddelde $\pm$ se) dat 'te water gaan' gedrag vertoont in de referentiesituatie (N= 491), in rust en tijdens de suppletiewerkzaamheden (N=517), op het moment dat het baggerschip langskomt (N=18) en op het moment dat de sterkste reactie van het baggerschip is waargenomen (N=18).

Gedrag in relatie tot passage afstand

Er kon geen significant verschil aangetoond worden in het 'kop op' gedrag tussen passages in de categorie 300-500 m (12x; 'kop op' percentage verhoogd tot 21%) en die niet dichterbij kwamen dan 500-700 m (6x; 'kop op' percentage verhoogd tot 28%) ($\chi^2 = 3,580$, d.f. = 3, P = 0,311). Tevens kon geen significant verschil aangetoond worden in het 'te water gaan' gedrag tussen passages binnen 300-500 m (12x; 'te water gaan' verhoogd tot 2,9%) en passages binnen 500-700 m (6x; 'te water gaan' verhoogd tot 3,3%) ($\chi^2 = 1,932$, d.f. = 3, P = 0,587).

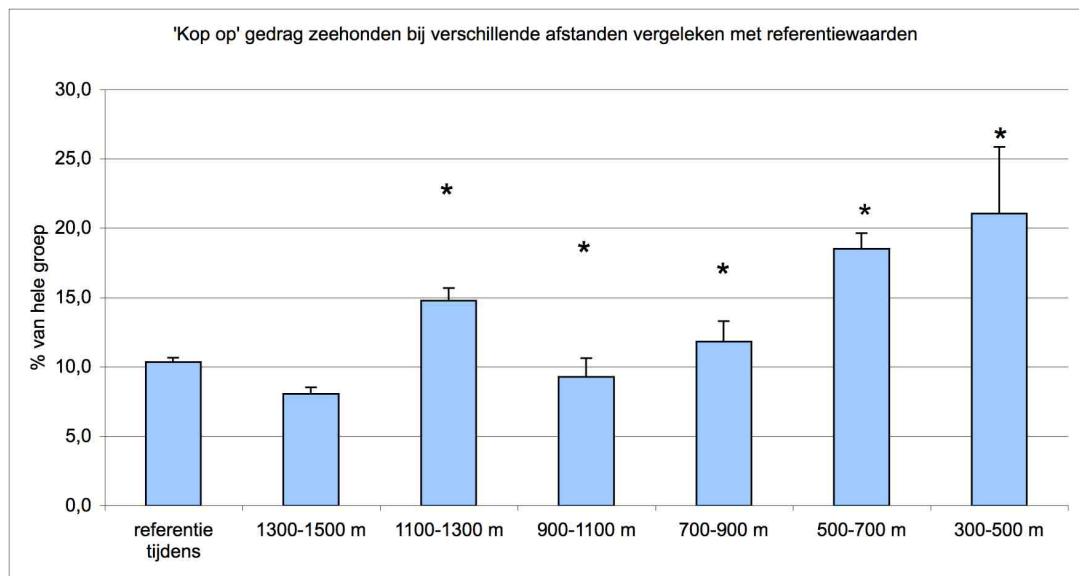
3.2.3 Gedrag binnen 1500 meter afstand van het baggerschip

Naast de reactie op het daadwerkelijke moment van passeren (§3.2.2) is het gedrag binnen de generieke verstoringscontour van zeehonden van 1500 meter onderzocht. Er is onderzocht in hoeverre het gedrag van de zeehonden veranderde in relatie tot de afstand van het baggerschip. Er zijn alleen data meegenomen op momenten dat er geen andere menselijke activiteiten plaatsvonden. Per passage zijn meerdere gedragsregels meegenomen en gekoppeld aan de berekende afstand van het baggerschip op dat moment.

'Kop op' gedrag

In de referentiesituatie werd 'kop op' gedrag vertoond door gemiddeld circa 10% van alle aanwezige zeehonden. Wanneer het baggerschip zich binnen de verstoringscontour van 1500 meter bevond, liep dit op tot gemiddeld circa 20% . Wanneer het baggerschip zich op een afstand tot 900 meter (11,8-20,0%) en 1100-1300 meter (14,8%) bevond, was het 'kop op' gedrag significant verhoogd ten

opzichte van het referentiegedrag *tijdens* de suppletiewerkzaamheden (10,3%). De sterkste verhoging werd waargenomen wanneer het baggerschip zich binnen een afstand van 700 m bevond, maar ook 1100-1300 meter is het 'kop op' gedrag aantoonbaar verhoogd.

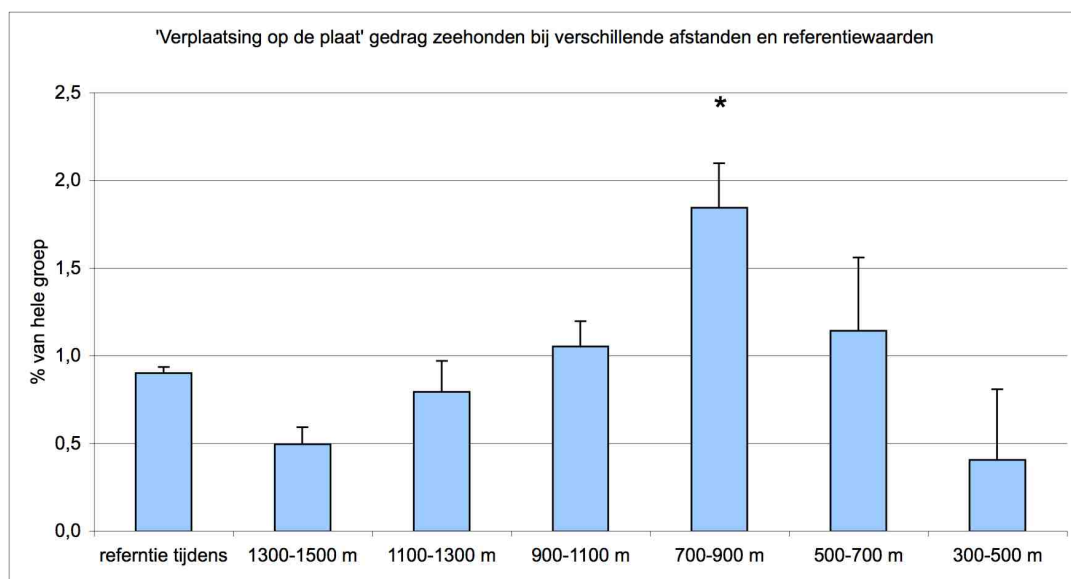


*Figuur 9. Het percentage zeehonden (gemiddelde ± se) dat 'kop op' gedrag vertoont in het referentiegedrag tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden (N=517), op het moment dat het baggerschip zich bevindt op een afstand van 300-500 meter (N=18), 500-700 meter (N=23), 700-900 meter (N=47) en van 900-1100 meter (N=84), 1100-1300 meter (N=131) en 1300-1500 meter (N=41). *Significant verschil ($P < 0,05$) met referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden.*

'Verplaatsingen op de zandplaat' gedrag

In de referentiesituatie werd 'verplaatsingen op de zandplaat' gedrag vertoond door gemiddeld minder dan 0,5% van alle aanwezige zeehonden. Wanneer het baggerschip zich binnen de verstoringcontour van 1500 meter bevond, liep dit op tot gemiddeld circa 2%.

Wanneer het baggerschip zich binnen een afstand van 500 tot 1300 meter van de zeehonden bevond, was het gedrag 'verplaatsingen op de zandplaat' significant verhoogd ten opzichte van de referentiewaardes voor de suppletiewerkzaamheden (0,4%) ($P < 0,05$; figuur 11) Het 'verplaatsingen op de zandplaat' gedrag van zeehonden was binnen een afstand van 700-900 meter van het baggerschip significant verhoogd (naar 1,8%) ten opzichte van het referentiegedrag *tijdens* de suppletiewerkzaamheden (0,9%) ($\chi^2 = 7.845$, d.f. = 1, $P = 0,005$) (figuur 11).

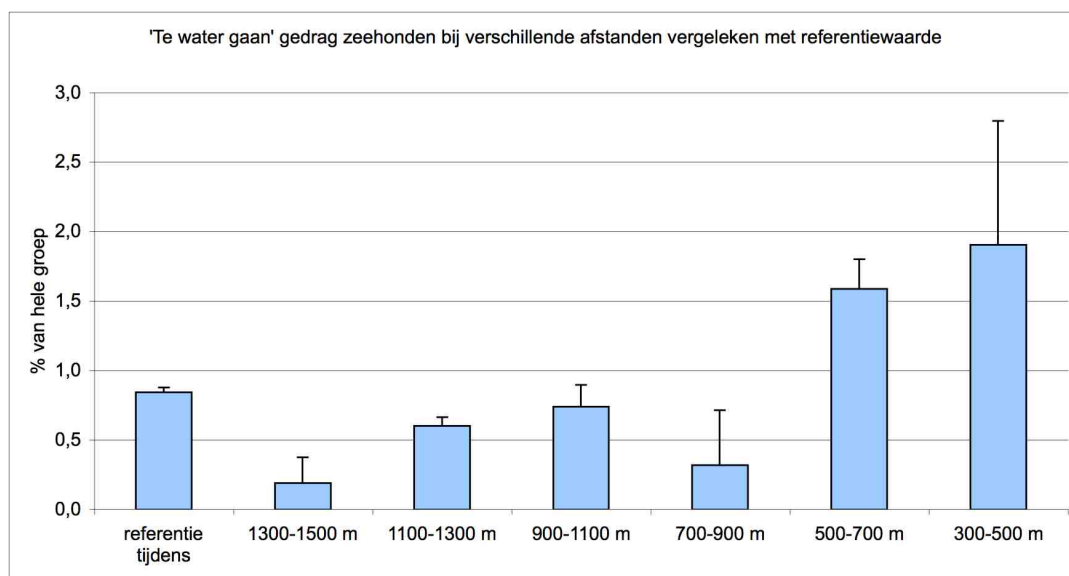


*Figuur 10. Het percentage zeehonden dat 'verplaatsing op de zandplaat' gedrag vertoont in het referentiegedrag tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden (N=517), op het moment dat het baggerschip zich bevindt op een afstand van 300-500 meter (N=18), 500-700 meter (N=23), 700-900 meter (N=47) en van 900-1100 meter (N=84), 1100-1300 meter (N=131) en 1300-1500 meter (N=41). *Significant verschil ($P < 0,05$) met referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden.*

'Te water gaan' gedrag

In de referentiesituatie werd 'te water gaan' gedrag vertoond door gemiddeld minder dan 1% van alle aanwezige zeehonden. Wanneer het baggerschip zich binnen de verstoringscontour van 1500 meter bevond, liep dit op tot gemiddeld circa 2%.

Wanneer het baggerschip zich binnen 1500 m bevond, was het 'te water gaan' gedrag niet significant verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag *tijdens* de suppletiewerkzaamheden (0,8%). Hoewel er verschillen zijn bij verschillende afstanden (figuur 10), is de variatie binnen een afstandscategorie dusdanig groot en de verschillen klein, zodat de verschillen niet statistisch aantoonbaar zijn.



Figuur 11. Het percentage zeehonden dat 'te water gaan' gedrag vertoont in het referentiegedrag tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden (N=517), op het moment dat het baggerschip zich bevindt op een afstand van 300-500 meter (N=18), 500-700 meter (N=23), 700-900 meter (N=47) en van 900-1100 meter (N=84), 1100-1300 meter (N=131) en 1300-1500 meter (N=41).

3.3 Reacties op andere menselijke activiteiten

Gedurende de onderzoeksperiode (11 november t/m 20 december 2011) zijn 10 andere menselijke activiteiten waargenomen in de nabijheid van de Middelpaalt (tabel 4). De zeehonden vertoonden:

- geen reactie bij visserboten op 300 en 1300 m afstand en vliegtuigen op 150 en 600 meter hoogte.
- een verhoogd 'kop op' gedrag bij het geluiden van een vrachtwagen, shovel en blaffende hond. Deze activiteiten vonden alle drie plaats aan de overzijde van de geul op een afstand van minimaal 1200 meter.
- een verhoogd 'kop op' gedrag en verplaatsing naar de waterlijn bij het draaien van een vissersboot ter hoogte van de Middelpaalt op 500 m afstand.

Tabel 4. Overige menselijke activiteiten in de buurt van de Middelplaat.

Datum	Activiteit	Afstand	Reactie
11 november 2011	-		
12 november 2011	vrachtwagen	1300 m	• 22 (44%) kop op, 1 te water
	blaffende hond	1300 m	• 24 (31%) kop op, 2 te water
	vliegtuig	200 (150 m hoog)	• geen reactie
29 november 2011	vissersboot	300 m	• geen reactie
	vissersboot	1300 m	• geen reactie
30 november 2011	vissersboot	500 m	• 12 (24%) kop op, 1 naar waterlijn
14 december 2011	-		
18 december 2011	paarden (2x)	1300 m	• geen reactie
	vliegtuig	600 m (hoog)	• geen reactie
19 december 2011	shovel	1300 m	• 13 (13%) kop op
20 december 2011	-		

4 Discussie

4.1 Aantallen zeehonden en abiotiek

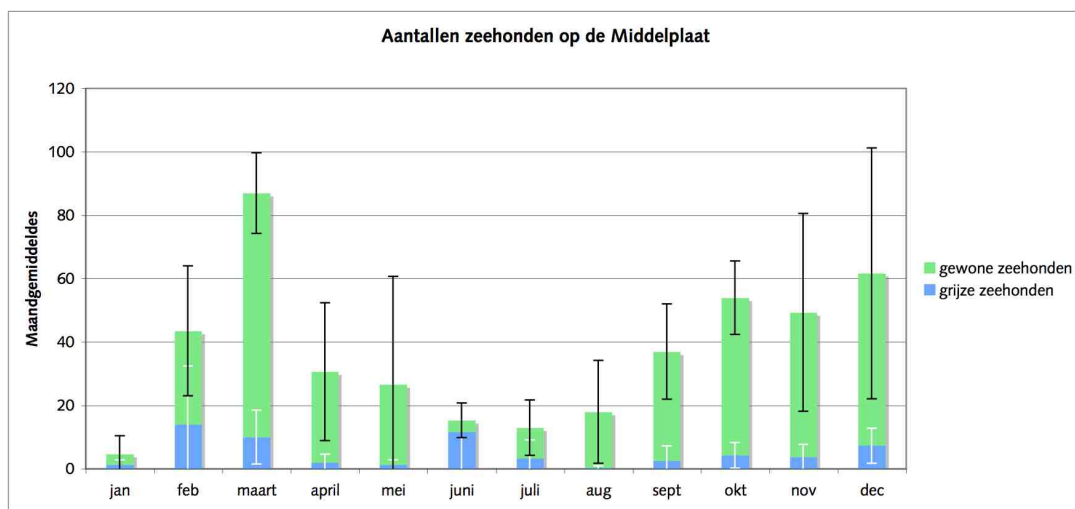
De abiotische factoren 'zuidoosten wind' en 'waterstand' bleken een relatie te vertonen met de aantallen zeehonden. Wanneer de windrichting zuidoost was, waren er minder zeehonden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de zeehonden minder beschut liggen op dagen met zuidoosten wind, omdat zeehonden normaal gesproken aan de zuidoost zijde van de plaat liggen.

De waarnemingen zijn uitgevoerd in de periode van circa twee uur voor laag water tot circa drie uur na laag water. Wanneer de waterstand in deze periode relatief hoog was, dan werden er nog steeds hoge aantallen zeehonden aangetroffen. Dit betekent, dat de maximale aantallen zeehonden niet op het exacte moment van laag water worden aangetroffen, maar ook in de periode daarna op het moment dat het water al weer opkomt. Wanneer de plaat tijdens hoog water onderstroomt, is bekend dat zeehonden de plaat verlaten. In deze periode (>3 uur na laag) zijn in dit onderzoek geen waarnemingen verricht.

4.2 Aantallen zeehonden en suppletiewerkzaamheden

Het aantal zeehonden op de plaat tijdens de suppletiewerkzaamheden is significant lager dan tijdens de referentiewaarnemingen op dagen ervoor (gecorrigeerd voor abiotiek). Dit geldt niet alleen tijdens de passages, maar ook op momenten dat het baggerschip meer dan 1500 meter weg is. Een verklaring voor lagere aantallen tijdens passages is dat de zeehonden soms te water gingen als reactie op het baggerschip. Een mogelijke verklaring voor lagere aantallen op momenten dat het baggerschip meer dan 1500 meter weg is, is dat daadwerkelijk herstel na een verstoring (bijvoorbeeld na een 'te water gaan' reactie) in de periode met suppletiewerkzaamheden niet heeft opgetreden en de werkzaamheden zodoende hebben geleid tot lagere aantallen op de plaat. Ook was de Middelpaat door de werkzaamheden misschien minder favoriet als ligplaats of werd er door de zeehonden kortere tijd op land doorgebracht, waardoor de gemiddelde aantallen lager waren. Hoewel de aantallen lager zijn, zijn de zeehonden in de periode met suppletiewerkzaamheden niet geheel verdwenen of gedecimeerd.

Het is echter ook niet geheel uit te sluiten dat de lagere aantallen (deels) te maken hebben met het seizoen waarin de waarnemingen zijn gedaan. De aantallen voorafgaand aan de werkzaamheden omvatten zowel het voorjaar als het najaar, terwijl de aantallen tijdens de suppletiewerkzaamheden het najaar en de winter omvatten. Uit telgegevens van de jaren 2008-2010 (Strucker *et al.* 2009, 2010, 2011 en 2012) blijkt dat ondanks een grote variatie, de aantallen in maart gemiddeld het hoogst zijn.



Figuur 12. Maandelijkse tellingen van aantallen zeehonden op de Middelpilaat: maandgemiddelden ($\pm$ standaarddeviatie) over de periode van januari 2008 t/m december 2010.

Aangezien de tellingen van de aantallen zeehonden voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden onder andere in maart zijn gedaan, verklaart dit mogelijk (mede) de hogere aantallen voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden.

4.3 Gedrag en verstoring van zeehonden

Zeehonden vertonen gevarieerd gedrag wanneer er geen menselijke activiteiten aanwezig zijn. Typisch gedrag dat ontstaat in aanwezigheid van menselijke activiteiten, en zodoende duidt op verstoring, is een afname in rustgedrag (Wilson *et al.*, 2012), een toename in alertheid (waarbij het hoofd opgericht wordt en in de richting van de verstoringbron wordt gestaard met de oogleden geopend) (Engelhard *et al.*, 2002), verplaatsingen (Kucey & Trites, 2006, Newsome & Rodger, 2008) en vluchtgedrag (Newsome & Rodger, 2008). Andere studies wijzen uit dat ook agressief gedrag kan toenemen in aanwezigheid van, of na afloop van de aanwezigheid van menselijke verstoringen (Engelhard *et al.*, 2002; Wilson *et al.*, 2012).

In deze studie is aangetoond, dat zowel het referentiegedrag tijdens suppletiewerkzaamheden (§3.2.1), als gedrag tijdens passages van het baggerschip (§3.2.2) en ook gedrag wanneer het baggerschip zich binnen 1500 meter van de zeehonden bevond (§3.2.3), gekenmerkt werd door minder rustgedrag en een duidelijke toename van de alertheid. Toename van de alertheid komt het duidelijkst tot uitdrukking in het 'kop op' gedrag dat in het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden door gemiddeld circa 10% van dieren vertoond werd, in de aanwezigheid van een baggerschip binnen 1500 meter kon oplopen tot gemiddeld circa 20% en op het moment van passeren van het baggerschip gemiddeld circa 25% bedroeg. Daarnaast namen ook minder voorkomende gedragstypen die duiden op

verstoring toe, zoals 'te water gaan' gedrag (duidt op vluchtgedrag), 'verplaatsingen op de zandplaat' en 'verplaatsingen van water naar land'.

Uit literatuuronderzoek blijkt, dat effecten van verstoring van zeehonden o.a. verhoogde jeugdmortaliteit, afwijkend gedrag op zandplaten, veranderde ligplaatskeuze en stress zijn (Brasseur & Reijnders, 1994). Door leemtes in kennis over de relatie tussen verstoring en fysiologische en energetische gevolgen, is de mate waarin verstoring een effect heeft op de zeehondenpopulatie met de huidige echter onbekend.

Sommige gedragingen zijn in het veld niet goed te onderscheiden. Zo bestond het gedrag 'interactie tussen dieren' uit zowel spelen als agonistisch gedrag. Op basis van de huidige studie is een toename in agressief gedrag dan ook niet aan te tonen.

In een voorgaande studie bleek, dat er geen verschil bestond in het referentiegedrag waargenomen tijdens de zes dagen in de periode maart tot en met mei 2011 en de twee dagen in oktober en november 2011 (Didderen *et al.*, 2012). Desondanks geldt net als voor de aantallen zeehonden, dat het ook voor het gedrag van zeehonden niet uit te sluiten is, dat de veranderingen in het gedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (najaar/winter) ten opzichte van het gedrag voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (voorjaar/najaar) deels veroorzaakt worden door het seizoen. Een voorbeeld van een mogelijk seizoenseffect is de aanvang van de voortplantingsperiode van grijze zeehond in december. Er is in de onderzoeksperiode twee maal een copulatie van grijze zeehonden waargenomen. Het is mogelijk dat een gedeelte van de verhoogde activiteiten van de zeehonden (o.a. 'kop op' gedrag, verplaatsingen) samen hingen met onrust in de groep die ontstond door voortplantingsactiviteiten (bv. verdedigen harem, copulatie).

4.4 Reacties van zeehonden

Naast reacties op het moment van het daadwerkelijke passeren van het baggerschip, zijn er ook reacties gezien:

- na het passeren van het baggerschip door toedoen van een hekgolf;
- door toedoen van andere schepen die met de suppletiewerkzaamheden hebben te maken (sleep- of loodsboten);
- wanneer het schip zich op grotere afstand van de zandplaat bevond (zie ook §4.6).

Het is aan te bevelen om de reacties van de zeehonden op suppletiewerkzaamheden te beschouwen in deze bredere context, waarbij het effect van meerdere typen vaartuigen betrokken bij de suppletiewerkzaamheden, een bredere range van passage afstanden, als ook de complete set van effecten van werkzaamheden (o.a. hekgolf) worden meegenomen.

Het gemiddelde 'kop op' gedrag in het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden was in eerste instantie, met name op de eerste twee observatiedagen, sterk verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voorafgaand

aan de suppletiewerkzaamheden. Daarna is de verhoging minder duidelijk of zelfs afwezig. Dit duidt mogelijk op gewenning.

4.5 Vergelijking met de reacties op de Razende Bol

Er was een duidelijke relatie tussen het daadwerkelijke passeren van het baggerschip en een verhoogde mate van alertheid ('kop op' gedrag) en vluchtgedrag ('te water gaan' gedrag). Dit resultaat is contrasterend met de bevindingen bij de Razende Bol (Bouma *et al.*, 2010), waarbij geen duidelijke reactie op baggerschepen werd aangetoond.

Mogelijke verklaringen voor de verschillende resultaten zijn:

- de afstand waarop de baggerschepen passeerden;
- een verschil in aanwezigheid van menselijke activiteiten in de twee gebieden;
- het optreden van gewenning.

De zeehonden op de Razende Bol hebben dagelijks te maken met grote aantallen menselijke activiteiten zoals helikopters, surfers en verschillende soorten scheepvaart. Mogelijk is hierdoor een bepaalde mate van gewenning opgetreden, waarbij de zeehonden minder reageren op menselijke activiteiten in het algemeen. Daarnaast waren de passages bij de Razende Bol op een afstand van minimaal 689 meter, terwijl deze bij de Middelpaalt tussen 318 en 630 meter plaatsvonden.

4.6 Verstoringsafstanden

De sterkste reacties op het baggerschip werden waargenomen op momenten dat het baggerschip passeerde (op afstanden tussen 300 en 700 meter) met enkele uitzonderingen waarbij sterk werd gereageerd werd op een hekgolf van het schip die enige tijd na passage van het schip aan land kwam.

Uit de analyses blijkt echter, dat zeehonden niet alleen reageerden tijdens een passage, maar ook wanneer het schip zich op grotere afstand van de zeehonden bevond. Binnen de verstoringscontour van 1500 meter nam het kop op gedrag significant toe op een afstand van 1100-1300 meter en bij een afstand van 700-900 meter vonden significant meer verplaatsingen op de zandplaat plaats (§ 3.2.3). Het 'te water gaan' gedrag van de zeehonden was slechts licht verhoogd en door de grote variatie niet significant verschillend van het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden.

Bij de interpretatie van deze resultaten dient rekening gehouden te worden dat 'kop op' gedrag door een veel groter percentage (en dus aantal) dieren wordt vertoond dan de gedragstypen verplaatsingen en te water gaan.

5 Conclusies

5.1 Aanwezigheid zeehonden in relatie tot activiteiten baggerschepen

Onderzoeksvraag:

Is er variatie in het voorkomen van zeehonden op de Middelplaat zowel in tijd als in ruimte? En zo ja:

- *Wat is deze variatie?*
 - *Is deze variatie gerelateerd aan variatie in abiotische factoren, zoals waterstanden, weersomstandigheden en zeecondities?*
 - *Is deze variatie gerelateerd aan de suppletiewerkzaamheden?*
-
- Het aantal zeehonden op de Middelplaat varieerde binnen de onderzoeksperiode in de tijd, zowel tussen dagen als binnen een dag op verschillende tijdstippen.
 - De zeehonden lagen tijdens alle observatiedagen op de zuidoost zijde van de Middelplaat en vertoonden geen ruimtelijke variatie.
 - De variatie in aantallen zeehonden lijkt beïnvloed te worden door de abiotische factoren 'zuidoosten wind' en 'waterstand'.
 - Met inachtneming van deze factoren, was het gemiddelde aantal zeehonden significant lager tijdens dagen met suppletiewerkzaamheden (80) dan daarvoor (105).
 - Deze reductie in aantallen is mogelijk een effect van de werkzaamheden. Het is echter niet uit te sluiten dat de afname deels heeft te maken met het seizoen.

5.2 Gedragsveranderingen zeehonden door suppletiewerkzaamheden

Onderzoeksvraag:

Verschilt het gedrag van de zeehonden tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden van het vastgestelde referentiegedrag voorafgaand aan de werkzaamheden? En zo ja:

- *Wat zijn de verschillen?*
 - *Zijn de verschillen gerelateerd aan abiotische factoren?*
 - *Kunnen de verschillen toegeschreven worden aan de suppletiewerkzaamheden?*
-
- Het referentiegedrag van de zeehonden tijdens de uitvoering van de suppletiewerkzaamheden verschilde van het vastgestelde referentiegedrag voorafgaand aan de werkzaamheden.
 - Een gedeelte van het verschil in het referentiegedrag kon toegeschreven worden aan variatie in abiotiek, daarom is gecorrigeerd voor het effect van zuidoosten wind en waterstand.

- Het percentage zeehonden dat rust, tot uiting komend in het gedrag 'liggen/zonnen' was significant lager (85,6%) tijdens de suppletiewerkzaamheden dan daarvoor (92,4%).
- De zeehonden vertonen op de Middelpaalt tijdens de suppletiewerkzaamheden een verhoogde alertheid, tot uiting komend in het percentage 'kop op' gedrag (10,3% ten opzichte van 6,5% voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden).
- Ook andere gedragingen als 'verplaatsing op de zandpaalt', 'te water gaan', 'verplaatsing van water naar land' en 'interactie in de waterlijn' zijn tijdens de suppletiewerkzaamheden significant verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voorafgaand aan de werkzaamheden, waarbij opgemerkt dient te worden dat deze gedragstypen veel minder voor komen.
- Ondanks de in een eerdere studie aangetoonde vergelijkbaarheid van referentiegedrag in verschillende seizoenen, is het niet uit te sluiten is dat de veranderingen in het gedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (najaar/winter) ten opzichte van het gedrag voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden (voorjaar/najaar) deels veroorzaakt worden door seizoenseffecten.

5.3 Gedrag bij passages baggerschepen

Onderzoeksvraag:

Reageren de zeehonden op het passerende baggerschip? En zo ja:

- *Wat zijn de reacties?*
- *Op welke afstand vinden deze reacties plaats?*

Reacties

- Er is 18 keer een passage van een baggerschip geobserveerd. Daarvan is in twee gevallen geen enkele reactie op het passerende baggerschip geregistreerd. De overige 16 keer was er een reactie zichtbaar op het passeren van het schip.
- Tijdens de passage bestond de reactie in 15 gevallen uit verhoogde percentages 'kop op' gedrag (10-75%) en in 4 gevallen uit 'te water gaan' gedrag (2-4 dieren).
- 5 keer werd er een reactie gezien na het passeren van het baggerschip, die veroorzaakt werd door de hekgolf van het schip. Deze reactie bestond 4 keer uit een verhoogd percentage 'kop op' gedrag en in 4 gevallen uit 'verplaatsingen op de zandpaalt' of 'te water gaan' gedrag.
- De alertheid van zeehonden, tot uiting komen in het 'kop op' gedrag, was tijdens de passage van een baggerschip significant verhoogd (23%) ten opzichte van zowel het referentiegedrag voor - (6.5%) als het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden (10,3%).
- Het 'te water gaan' gedrag van zeehonden was tijdens de passage van een baggerschip eveneens significant verhoogd (tot 3%) ten opzichte van zowel het referentiegedrag voorafgaand aan (0,1%) als tijdens de suppletiewerkzaamheden (0,8%).

Afstanden passage

- Hoewel het gedrag tijdens passages van de referentiewaarden verschilde, kon er geen significant verschil aangetoond worden van de passage afstand van het baggerschip op het 'kop op' en 'te water gaan' gedrag (wanneer de categorieën en 300-500 meter afstand en 500-700 meter afstand werden vergeleken).

Gedrag binnen 1500 meter van het baggerschip

- De analyse van het gedrag binnen 1500 meter van het baggerschip laat zien dat de zeehonden niet alleen reageerden op het daadwerkelijke moment van passeren van het baggerschip, maar al eerder.
- Wanneer het baggerschip een afstand van 300-900 meter en 1100-1300 meter had van de zeehonden was de alertheid ('kop op' gedrag) significant verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voor en tijdens de suppletiewerkzaamheden. Het gedragstype 'kop op' werd in de referentiesituatie vertoond door gemiddeld circa 10% van de dieren oplopend tot 20% van de dieren tijdens de werkzaamheden.
- Hoewel de percentages licht verhoogd waren wanneer het baggerschip een afstand van 300-700 meter had van de zeehonden was het 'te water gaan' gedrag van zeehonden alleen verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag voor de suppletiewerkzaamheden en niet ten opzichte van het referentiegedrag tijdens. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit gedragstype maar beperkt voorkwam en het dus om enkele dieren ging.
- Wanneer het baggerschip zich binnen een afstand van 700 tot 900 meter van de zeehonden bevond, waren de verplaatsingen (gedrag 'verplaatsingen op de zandplaat') significant verhoogd ten opzichte van het referentiegedrag tijdens de suppletiewerkzaamheden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit gedragstype maar beperkt voorkwam en het dus om enkele dieren ging.

5.4 Andere menselijke activiteiten

Onderzoeksvraag:

Vinden er tijdens suppletiewerkzaamheden andere menselijke activiteiten plaats in de directe omgeving van de zeehonden? En zo ja:

- *Welke activiteiten en op welke afstand?*
- *Reageren de zeehonden hierop?*
- Gedurende het onderzoek naar de suppletiewerkzaamheden zijn 10 overige menselijke activiteiten waargenomen in de nabijheid van de Middelpaalt.
- De zeehonden vertoonden geen reactie bij visserboten op 300 en 1300 meter afstand en vliegtuigen op 150 en 600 meter hoogte.
- De zeehonden vertoonden een verhoogd 'kop op' gedrag bij het geluiden van een vrachtwagen, shovel en blaffende hond op een afstand van minimaal 1200 meter (overkant van de geul).
- De zeehonden vertoonden een verhoogd 'kop op' gedrag en verplaatsing naar de waterlijn bij het draaien van een vissersboot ter hoogte van de Middelpaalt op 500 meter afstand.

6 Literatuur

- Bouma, S., W. Lengkeek, B. van den Boogaard & H.W. Waardenburg, 2010. Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen. Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten. Rapport 09-219, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Bouma, S., W. Lengkeek & B. van den Boogaard, 2011. Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpaalt en de Hooge Platen. Rapport 11-082, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, 1994. Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN-rapport 113. IBN-DLO, Wageningen.
- Didderen K., Bouma S. & W. Lengkeek, 2012. Reacties van zeehonden op menselijke activiteiten. Waarnemingen op de Hooge Platen en de Middelpaalt. Bureau Waardenburg bv., rapportnummer 12-006.
- Engelhard. G. H. , A. N.J. Baarspul, M. Broekman, J.C.S. Creuwels, & P.J.H. Reijnders, 2002. Human disturbance, nursing behaviour, and lactational pup growth in a declining southern elephant seal (*Mirounga leonina*) population. Canadian Journal of Zoology, 80:(11) 1876-1886.
- Kucey, L. & A.T.W. Trites, 2006. A Review of the Potential Effects of Disturbance on Sea Lions: Assessing Response and Recovery. In: A.W. Trites, S.K. Atkinson, D.P. DeMaster, L.W. Fritz, T.S. Gelatt, L.D. Rea, and K.M. Wynne (editors), 2006. Sea Lions of the world. 664 pp. 22nd Lowell Wakefield symposium.
- Lengkeek, W., S. Bouma & K. Didderen, 2011. Advies zeehondenrustgebied Verklipperplaat (update 2011). Op basis van een analyse van zeehonden telgegevens en plaatmorfologische ontwikkelingen. Rapport 11-156, Bureau Waardenburg, Culemborg
- Ministerie van ELI, 2012. Wijzigingsbesluit ex artikel 20 Nb-wet 1998 zeehondenrustgebieden Voordelta.
- Ministerie van LNV, 2008. Leidraad aanwijzing artikel 20 Natuurbeschermingswet 1998 Waddengebied (Juridisch te beschouwen als vaste gedragslijn).
- Natura 2000-beheerplan Voordelta, spelregels voor natuurbescherming, juli 2008.
- Newsome, D. & K. Rodger, 2008. Impacts of tourism on pinnipeds and implications for tourist management. In: Higham J. & M. Luck,(eds.) 2008. Marine Wildlife and tourism management: insights from the natural and social sciences. CAB International.
- Rijkswaterstaat, 2007. Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta. De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ 2007.006.
- Strucker R.C.W., Arts F.A., Lilipaly S, 2009. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2007/2008. RWS Waterdienst Rapport BM 09.06.
- Strucker R.C.W., Arts F.A., Lilipaly S, 2010. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2008/2009. RWS Waterdienst Rapport BM 10.08.
- Strucker R.C.W., Arts F.A., Lilipaly S, 2011. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2009/2010. RWS Waterdienst Rapport BM 11.10.
- Strucker R.C.W., Arts F.A., Lilipaly S, 2012. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2010/2011. RWS Waterdienst Rapport BM 12.07.

Wilson, K., Fritz, L., Kunisch, E., Chumbley, K. & Johnson, D., 2012. Effects of research disturbance on the behavior and abundance of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) at two rookeries in Alaska. *Marine Mammal Science*, 28: E58–E74. doi: 10.1111/j.1748-7692.2011.00485.

Bijlage 1. PCA abiotische factoren

In tabel 5 staan de drie componenten weergegeven, die respectievelijk 35%, 22% en 17% van de variatie in de factoren verklaren. De tweede component vertoont de sterkste correlatie met het aantal zeehonden en is tevens gecorreleerd aan ZO wind, ZW wind en waterstand. De eerste component is voornamelijk gedefinieerd door dagnummer, met hieraan gekoppeld de variabelen bewolking, temperatuur en neerslag, die ook allen per dag worden gemeten. Deze component vertoont echter een zwakke correlatie met het totaal aantal zeehonden. De resterende derde component is gecorreleerd aan NW wind.

Tabel 5. Resultaten van de Principal Component Analyse (PCA) van abiotische factoren en het aantal zeehonden.

	Component		
	1 (35%)	2 (22%)	3 (17%)
bewolking	,824	-,249	-,181
temperatuur	-,800	,072	-,348
neerslag	,736	,498	,079
wind ZO	,005	-,787	-,363
wind ZW	,552	,695	-,261
wind NW	-,350	,084	,819
windkracht	,491	-,367	,654
dagnummer	,892	-,073	-,224
waterstand	-,020	,587	,280
totaal aantal zeehonden	-,382	,512	-,339

In tabel 6 staan de vier componenten weergegeven, die respectievelijk 33%, 21%, 17% en 10% van de variatie in de factoren verklaren. Hier vertoont de vierde component de sterkste correlatie met het gedrag, in dit geval 'kop op' gedrag. Deze component is gecorreleerd aan de waterstand. Ook de tweede component vertoont een correlatie met het percentage 'kop op' en is tevens gecorreleerd aan ZO wind, waterstand en ZW wind. De eerste component is voornamelijk gedefinieerd door dagnummer, met hieraan gekoppeld de variabelen bewolking, temperatuur en neerslag, die ook allen per dag worden gemeten. Deze component vertoont echter een zwakke correlatie met het gedrag. De derde component is het sterkst gecorreleerd aan NW wind en windkracht.

Tabel 6. Resultaten van de Principal Component Analyse (PCA) van abiotische factoren en het percentage zeehonden dat het gedrag 'kop op' vertoont.

	Component			
	1 (33%)	2 (21%)	3 (17%)	4 (10%)
bewolking	,854	-,237	-,091	,150
temperatuur	-,775	,136	-,453	,136
neerslag	,743	,502	,038	,137
wind ZO	-,030	-,735	-,335	,326
wind ZW	,563	,603	-,353	-,107
wind NW	-,376	,201	,804	,286
windkracht	,356	-,342	,774	-,170
dagnummer	,919	-,175	-,091	,026
waterstand	,011	,646	,092	,664
% 'kop op'	,147	-,515	-,029	,559

In tabel 7 staan de vier componenten weergegeven, die respectievelijk 33%, 19%, 17% en 10% van de variatie in de factoren verklaren. Ook hier vertoont de vierde component de sterkste correlatie met het gedrag, in dit geval 'te water gaan' gedrag. Deze component is gecorreleerd aan de waterstand en in mindere mate aan ZO wind. De eerste component is wederom voornamelijk gedefinieerd door dagnummer, met hieraan gekoppeld de variabelen bewolking, temperatuur en neerslag, die ook allen per dag worden gemeten. Deze component vertoont echter een zwakke correlatie met het gedrag.

Tabel 7. Resultaten van de Principal Component Analyse (PCA) van abiotische factoren en het percentage zeehonden dat het gedrag 'te water gaan' vertoont.

	Component			
	1 (33%)	2 (19%)	3 (17%)	4 (10%)
bewolking	,845	-,262	-,101	,059
temperatuur	-,772	,183	-,446	,049
neerslag	,757	,492	,055	,004
wind ZO	-,057	-,695	-,356	,208
wind ZW	,581	,599	-,334	-,077
wind NW	-,371	,218	,814	,138
windkracht	,347	-,399	,759	-,082
dagnummer	,913	-,204	-,099	,031
waterstand	,026	,708	,120	,332
% 'te water gaan' gedrag	,093	-,107	-,014	,906

Bovenstaande resultaten zijn gebruikt om tot een selectie van abiotische (co)variabelen te komen. De abiotische variabele "dagnummer" is steeds het sterkst gecorreleerd aan de eerste component, die het meeste variatie in abiotische parameters verklaart en aan een groot gedeelte van de andere factoren gecorreleerd is. Dit is met name te verklaren door het feit dat veel andere variabelen (neerslag, bewolking, temperatuur, windkracht) ook dagelijks worden gemeten. Echter, alle drie de onderzochte eigenschappen van zeehonden (totaal aantal, gedrag 'kop op' en

gedrag 'te water') zijn slechts in zeer geringe mate gecorreleerd aan deze eerste component. Zowel zeehonden tellingen als gedrag zijn het sterkst gecorreleerd aan een tweede of vierde component, die tevens correlatie vertoont met waterstand en/of ZO wind. ZW wind vertoont ook een mate van correlatie aan dezelfde component in twee van de drie gevallen. Deze correlatie is echter omgekeerd evenredig aan ZO wind, omdat in het merendeel van de gevallen waar ZO wind ontbreekt, ZW wind heerst. Op basis van bovenstaand argumenten wordt met het meenemen van waterstand en ZO wind als covariabelen in de analyse voldoende gecorrigeerd voor abiotische factoren die het gedrag of tellingen van zeehonden beïnvloeden.

Bijlage 2. Statistieken

Tabel 8. Generalized Linear Model (GLM) van abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind en het aantal zeehonden op de Middelpaalt

aantallen			
variabele	c ²	df	Sig.
suppletie	14,815	1	<0,001
windZO	12,550	1	<0,001
waterstand	1,758	1	0,185

Tabel 9. Generalized Linear Model (GLM) van abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind en het referentiegedrag van zeehonden op de Middelpaalt voorafgaand versus tijdens de suppletiewerkzaamheden (suppletie).

referentiegedrag			
variabele	c ²	df	Sig.
zonnen liggen			
suppletie	109,072	1	<0,001
waterstand	6,672	1	0,010
windZO	129,805	1	<0,001
kop op			
suppletie	69,045	1	<0,001
waterstand	4,089	1	0,043
windZO	153,884	1	<0,001
verplaatsing op de zandpaalt			
suppletie	57,539	1	<0,001
waterstand	44,052	1	<0,001
windZO	2,888	1	0,089
te water gaan			
suppletie	23,900	1	<0,001
waterstand	10,373	1	0,001
windZO	16,710	1	<0,001
water naar paalt			
suppletie	60,415	1	<0,001
waterstand	11,187	1	0,001
windZO	9,899	1	0,002
interactie			
suppletie	60,536	1	<0,001
waterstand	,001	1	0,975
windZO	51,478	1	<0,001

Tabel 10. Generalized Linear Model (GLM) van abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind en het referentiegedrag van zeehonden op de Middelpaalt voorafgaand aan de suppletiewerkzaamheden versus het gedrag tijdens passages van het baggerschip (passage).

passage vs referentiegedrag voor			
variabele	c ²	df	Sig.
kop op			
passage	62,968	1	<0,001
waterstand	0,055	1	0,815
windZO	37,683	1	<0,001
te water gaan			
passage	41,909	1	<0,001
waterstand	2,021	1	0,155
windZO	5,141	1	0,023

Tabel 11. Generalized Linear Model (GLM) van abiotische factoren waterstand en zuidoosten wind en het referentiegedrag van zeehonden op de Middelpaalt tijdens de suppletiewerkzaamheden versus het gedrag tijdens passages van het baggerschip (passage).

passage vs referentiegedrag tijdens			
variabele	c ²	df	Sig.
kop op			
passage	24,252	1	<0,001
waterstand	10,587	1	0,001
windZO	147,350	1	<0,001
te water gaan			
passage	3,948	1	0,047
waterstand	5,215	1	0,022
windZO	12,250	1	<0,001



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl