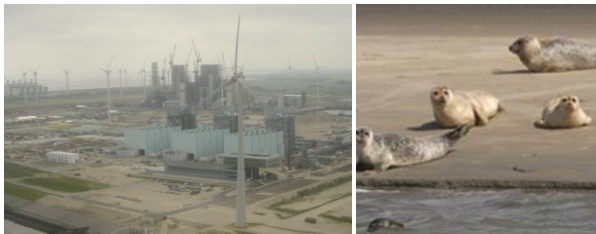


# Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eems- haven in 2012

Klaus Lucke, Jenny Cremer, Han Lindeboom,  
Michaela Scholl en Lorna Teal

Rapport C079/13a



# IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Opdrachtgever:

Groningen Seaports  
Postbus 20004  
9930 PA Delfzijl

Publicatiedatum:

01/09/2013



**IMARES** is:

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

P.O. Box 68  
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)

© 2011 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



# Inhoud

1	Samenvatting.....	7
1.1	Bouwactiviteiten .....	8
1.2	Zeehonden .....	9
1.2.1	Vliegtuigtellingen .....	9
1.2.2	Cameraobservaties.....	10
1.3	Automatic Identification System.....	11
1.4	Early Warning Systeem.....	11
1.5	Belangrijkste conclusies .....	11
2	Inleiding.....	15
2.1	Geschiedenis Eemsstudie .....	15
2.2	Monitoringopdracht en -vraagstelling .....	16
2.3	Monitoringprogramma en Early Warning Systeem.....	19
2.4	Deze rapportage.....	20
3	Gegevens over de bouw- en andere activiteiten.....	21
3.1	Methode .....	21
3.1.1	Positiebepaling .....	22
3.1.2	Scheepsbewegingen .....	22
3.2	Resultaten .....	22
3.2.1	Overzicht van de activiteiten.....	22
3.2.2	Rigid Inflatable Boats (RIBs).....	24
3.2.3	Heien en trillen .....	25
3.2.4	Baggeren, peilingenen stenen plaatsen .....	25
3.2.5	Verdeling van activiteiten gedurende de week .....	26
3.2.6	Vergelijking van activiteiten door de jaren heen.....	27
3.3	Discussie .....	28
4	Zeehonden – vliegtuigtellingen.....	29
4.1	Methoden .....	29
4.2	Resultaten .....	32
4.2.1	Gewone zeehonden .....	32
4.2.2	Grijze zeehonden .....	40
4.3	Discussie .....	41
4.3.1	Het statistische onderscheidend vermogen van de gegevens .....	41
4.3.2	Gewone zeehonden .....	42
4.3.3	Grijze zeehonden .....	44
4.4	Conclusies .....	44
5	Zeehonden - cameraobservaties.....	45
5.1	Methoden .....	46
5.1.1	Camerasysteem.....	46
5.1.2	Het verzamelen van de gegevens .....	47
5.1.3	Sampling error (online vs. offline telling) .....	48
5.1.4	Analyses.....	48
5.1.5	Statistische analyse.....	49
5.2	Resultaten .....	51
5.2.1	Functioneren van de camera.....	51

5.2.2	Dagelijkse aanwezigheid en activiteit van zeehonden .....	51
5.2.3	Resultaten van de modelanalyse .....	55
5.3	Discussie .....	69
5.3.1	Methoden .....	70
5.3.2	Functioneren van de camera.....	71
5.3.3	Dagelijkse aanwezigheid van zeehonden en waarnemingsfouten .....	71
5.3.4	Het aantal zeehonden op de ligplaats .....	72
5.3.5	Invloed van natuurlijke factoren.....	72
5.3.6	Invloed van menselijke activiteiten .....	73
5.4	Conclusies .....	79
6	Automatic Identification System .....	81
6.1	Inleiding .....	81
6.2	Materiaal en methode.....	81
6.3	Resultaten .....	83
6.3.1	Scheepvaartintensiteit .....	83
6.3.2	Scheepstype .....	84
6.3.3	Snelheid van schepen .....	87
6.3.4	Lengte van het schip .....	89
6.4	Discussie .....	91
6.5	Conclusies .....	93
7	Early Warning Systeem.....	95
7.1	Early warning in 2012.....	97
7.1.1	Langjarige aantallen zeehonden uit vliegtuigtellingen .....	97
7.1.2	Aantalsveranderingen op de plaat gemeten m.b.v. cameratellingen.....	97
7.2	Tot slot .....	101
8	Referenties .....	103
	Kwaliteitsborging .....	107
	Verantwoording .....	109
	Annex 1: Data Emskommission voor 2012 .....	111
	Annex 2: Gedetailleerde analyse van de cameradata in relatie tot individuele bouwactiviteiten.....	113
	Annex 3: Verschillen in gevoeligheid voor bouwactiviteiten in de tijd.....	119

# 1 Samenvatting

In de Eemshaven is een aanzienlijk gebied bestemd voor de ontwikkeling van energie-gerelateerde bedrijvigheid: Energy Park Eemshaven. In verband daarmee vinden er op het land en in het water al enkele jaren diverse (bouw)activiteiten plaats. In opdracht van Groningen Seaports (GSP), RWE/Essent en NUON/Vattenfall (de initiatiefnemers) monitort IMARES sinds 2009 de effecten van deze activiteiten op zeezoogdieren, te weten de gewone zeehond (*Phoca vitulina*), grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) en tot en met 2011 ook de bruinvis (*Phocoena phocoena*). Het gaat hierbij specifiek om de activiteiten die plaatsvinden in het kader van de verruiming van de haven (GSP) en de bouw van de energiecentrales van NUON en RWE. Omdat er in 2007 nog leemtes waren in de beschikbare kennis over zeezoogdieren in het gebied (Brasseur 2007) en de naar verwachting belangrijkste verstoringsbron (onderwatergeluid) nog niet direct te meten was, is toen in lijn met het monitoringplan van Wymenga *et al.* (2009) een flexibel monitoringprogramma opgezet dat gaandeweg de uitvoering kon worden aangepast of uitgebreid wanneer nieuwe inzichten uit het lopende monitoringonderzoek daartoe aanleiding zouden geven. Het monitoringprogramma dient niet alleen als basis voor de effectstudie die met de verkregen data wordt uitgevoerd, maar wordt ook ingezet als early warning instrument.

De meeste deelstudies kennen nu een looptijd van vier jaar (2009-2012). Dat geldt niet voor de gedetailleerde gedragsobservaties aan de zeehonden op de Hond en Paap die alleen in 2009 zijn uitgevoerd, en de deelonderzoeken naar het dieet van zeehonden en de visuele observaties van bruinvissen, die vanaf 2011 niet meer zijn voortgezet. De redenen voor het beëindigen van deze deelstudies waren vooral methodologisch van aard (Brasseur *et al.* 2010a en 2011).

Over het monitoringprogramma vindt afstemming plaats tussen de initiatiefnemers en het bevoegd gezag (vergunningverlener). Voor 2012 heeft dat ertoe geleid dat er geen zeehonden meer worden gezonderd, maar alleen nog de vliegtellingen en het cameraonderzoek worden uitgevoerd, en de early warning op basis van deze deelstudies.

Naast het monitoringprogramma is in 2011 met een pilotstudie geluidsregistraties<sup>1</sup> gestart. De resultaten daarvan zijn begin 2013 in definitieve vorm beschikbaar gekomen (Lucke 2013).

Binnen de twee resterende deelstudies van het monitoringsprogramma (vliegtuigtellingen en cameraonderzoek) zijn in 2012 wederom waardevolle gegevens verzameld over twee van de drie zeezoogdierensoorten die in het Eems-Dollardgebied voorkomen: de gewone en de grijze zeehond. In overeenstemming met de voorschriften van de NB-wetvergunning en het goedgekeurde monitoringplan zijn de verzamelde ecologische gegevens en de door de opdrachtgever verstrekte informatie over de (bouw)activiteiten in samenhang geanalyseerd en in relatie tot de bevindingen uit de voorgaande monitoringjaren 2009-2011 gezet. Hiermee is uitvoering gegeven aan het monitoringsprogramma voor 2012 en meer zekerheid verkregen over de correlaties tussen menselijke activiteiten zoals de bouwactiviteiten en het habitatgebruik en gedrag van zeehonden.

In dit rapport, dat een vervolg is op de monitoringrapporten voor 2009-2011 (Brasseur *et al.* 2010a, 2011 en Lucke *et al.* 2012), worden de voor 2012 gevonden resultaten gepresenteerd. Ook is met behulp van de door de opdrachtgever aangeleverde informatie over de (bouw)activiteiten in en rond de Eemshaven opnieuw een effectstudie met behulp van statistische methoden uitgevoerd.

De gevonden resultaten zijn in de eerste plaats correlaties tussen de bouwgerelateerde en andere activiteiten en de onderzochte parameters zoals voorkomen en habitatgebruik van zeehonden. Indien het verband statistisch significant is (de kans dat het gevonden verband niet op toeval berust; p-waarde),

---

<sup>1</sup> Deze pilotstudie was een initiatief van GSP en IMARES en werd mogelijk gemaakt door de gezamenlijke financiering van NUON, RWE, GSP, Provincie Groningen en IMARES.

dan is dat een meer of minder sterke indicatie dat er ook een causale samenhang kan bestaan tussen de activiteit en het gemeten verband. Voor zover de verbanden kunnen worden onderbouwd met resultaten uit andere (gepubliceerde) wetenschappelijke studies, kunnen we redelijkerwijs van een causaal verband – en dus van een effect – uitgaan. Een probleem hierbij is de complexe situatie die in het Eemsgebied op grond van talrijke tegelijkertijd plaatsvindende menselijke activiteiten voorkomt. Het is denkbaar dat nog andere dan de onderzochte activiteiten een rol spelen, die echter niet in de analyse kunnen/konden worden betrokken omdat ze niet bekend zijn (bv. seismisch onderzoek). De statistisch gevonden verbanden zijn dan reëel, maar zijn niet altijd exclusief aan een specifieke activiteit toe te schrijven; andere oorzaken van het waargenomen effect zijn niet uit te sluiten. De verschillende bouwactiviteiten zijn statistisch ook steeds afzonderlijk getoetst. Een analyse waarbij meerdere factoren cumulatief worden onderzocht, kan op dit moment nog niet worden uitgevoerd vanwege de extreme complexiteit ervan. Een fundamenteel probleem voor de analyse is het ontbreken van gegevens over 'real time' geluidsemissies geproduceerd door de bouwgerelateerde menselijke activiteiten in het gebied, die aan de biologische gegevens gekoppeld zouden kunnen worden.

## 1.1 Bouwactiviteiten

Om te kunnen bepalen of de bouwwerkzaamheden van de initiatiefnemers in en rond de Eemshaven van invloed zijn op de aanwezigheid en het gedrag van zeezoogdieren, is het belangrijk alle menselijke activiteiten die zich in het studiegebied voordoen, te kennen en in de analyse te betrekken. Het spreekt voor zich dat het verzamelen van 'alle' gegevens praktisch niet haalbaar is dan wel in redelijkheid niet gevergd kan worden van de initiatiefnemers. In het studiegebied worden immers ook activiteiten door andere partijen ontplooid. Verder moet in aanmerking worden genomen dat de monitoringverplichting van de initiatiefnemers zich strikt genomen ook alleen tot de zgn. vergunningplichtige activiteiten beperkt. In een effectstudie als de voorliggende kan dit onderscheid in activiteiten echter niet zinvol gemaakt worden. Daarom is er juist naar gestreefd om ook andere niet-vergunningplichtige activiteiten in de analyses mee te nemen, met name wanneer deze in relatie tot onderwatergeluid naar verwachting van grote invloed kunnen zijn, zoals scheepvaart of het baggeren van derden.

Door de opdrachtgever zijn niet alleen gegevens aangeleverd van de relevante bouwactiviteiten die in 2012 in en rond de Eemshaven hebben plaatsgevonden. In aanvulling daarop is informatie verzameld over andere menselijke activiteiten in het Eemsgebied zoals de baggerwerkzaamheden door Duitse bedrijven en scheepvaart op de Eems.

De gerapporteerde bouwgerelateerde activiteiten vonden net als in de voorgaande jaren het hele jaar door plaats, hoewel minder intensief, en vertoonden grote verschillen in tijdsduur en intensiteit. Er werd voornamelijk van maandag tot vrijdag gewerkt, en in 2012 voor het eerst ook wat vaker op zaterdag. Op zondag werd zeer zelden gewerkt. Heiwerkzaamheden waren er opnieuw alleen van RWE. Deze vonden in het voorjaar en gedurende het hele najaar van 2012 plaats, en dan uitsluitend op werkdagen. Van de bouwactiviteiten hebben 'Peilen' (van de bodemdiepte in de haven en in de vaargeul van de Eems) en het varen met 'Rigid Inflatable Boats' meer of minder regelmatig verspreid over het hele jaar plaatsgevonden. De peilactiviteiten voor GSP waren nog vrij intensief behalve in de periode maart tot en met augustus. De overige bouwactiviteiten zijn versnipperd uitgevoerd. De activiteiten die niet direct bouwgerelateerd zijn, zoals 'Baggeren Aussenems' en scheepvaart, hebben het hele jaar door plaats gehad. Al met al vonden er in 2012 op 75% van de dagen tenminste één of meerdere van de gemelde bouwactiviteiten plaats, in 2011 was dat 78%. De intensiteit van de bouwactiviteiten (alle geregistreerde dagen van alle activiteiten bij elkaar opgeteld) was in 2012 25% lager dan in 2011.



## 1.2 Zeehonden

Om het effect van de bouwactiviteiten op zeehonden te onderzoeken zijn in 2012 op twee niveaus ecologische gegevens verzameld: de kolonie (cameraobservaties) en de deelpopulatie<sup>2</sup> (vliegtuigtellingen). Deze in principe complementaire datasets geven informatie over de aanwezigheid en het gedrag en habitatgebruik van de zeehonden in het Eems-Dollardgebied.

### 1.2.1 Vliegtuigtellingen

De vliegtuigtellingen zijn geschikt om populatieontwikkelingen over een langere periode te volgen. De daarmee verkregen datasets omvatten voor het Eems-Dollardgebied inmiddels zes monitoringjaren<sup>3</sup>. Met de vliegtuigtellingen zijn veranderingen in het studiegebied met enige vertraging te traceren. Voor zover zij opvallend zijn, kunnen aan die veranderingen (voorlopige) conclusies worden verbonden waarbij dan achteraf gekeken wordt naar gebeurtenissen die als vermoedelijke oorzaak kunnen worden aangemerkt. Op deze schaal cq. met deze beperkingen leveren de vliegtuigtellingen een bijdrage aan het (Early)<sup>4</sup> Warning Systeem. Welk effect elke menselijke activiteit afzonderlijk op zeehonden heeft, is aan de hand van de vliegtuigtellingen niet vast te stellen.

Tellingen van de gewone en grijze zeehonden vanuit een vliegtuig vinden plaats in de periode november tot en met januari en in maart/april (respectievelijk in de zoog-en verharingsperiode van grijze zeehonden) en in juni/juli en augustus (respectievelijk in de zoog-en verharingsperiode van gewone zeehonden). De tellingen geven een globaal beeld van de veranderingen in aantallen dieren en het ligplaatsgebruik gedurende het jaar en tussen jaren.

In 2012 zijn 11 vliegtuigtellingen in het Eems-Dollardgebied uitgevoerd. De resultaten van die tellingen laten zien dat het aantal zeehonden in 2012 ten opzichte van 2011 vooral in juni is gestegen. Een gedetailleerde analyse laat zien dat de onderscheiden deelgebieden in de Eems-Dollard zich verschillend hebben ontwikkeld.

De teldata voor de Nederlandse en internationale Waddenzee kunnen als referentie dienen.

In de verharingsperiode, in augustus, zijn de aantallen zeehonden in het Eemsgebied met 5,5% afgenomen ten opzichte van 2011. In de Nederlandse Waddenzee was de afname van de aantallen zeehonden in augustus 12%, terwijl de totale populatie van de Internationale Waddenzee met 11% groeide.

In juni 2012 is er een 11%-toename van de getelde aantallen zeehonden ten opzichte van juni 2011. Dit is iets meer dan de toename van de aantallen zeehonden in juni 2012 in de gehele Nederlandse Waddenzee (9%).

Na een stijging van het totaal aantal pups van de gewone zeehond in de jaren 2007-2010 nam het totaal aantal pups in 2011 ten opzichte van 2010 met 10% af. Voor alle gebieden rond de Eems samen is in 2012 een toename in het aantal pups ten opzichte van 2011 van 11% berekend. Dit aantal is nu hetzelfde als in 2010. De toename is toe te schrijven aan de toenames van het aantal pups op de locaties Sparregat, Randzelgat en Hond en Paap. In de gehele internationale Waddenzee bedroeg de toename in 2012

---

<sup>2</sup> De zeehonden in het Eems-Dollardgebied vormen geen afzonderlijke populatie maar zijn onderdeel van het Nederlandse deel van de populatie in de internationale Waddenzee.

<sup>3</sup> In de Waddenzee worden de vliegtuigtellingen van zeehonden al tientallen jaren uitgevoerd. De tellingen in het Eemsgebied zijn half 2007 gestart.

<sup>4</sup> "Early" is hier een relatief begrip. Het gaat dan met name om de aantallen pups. Die worden tussen eind juni en begin augustus geteld. Als de aantallen significant dalen kan dit binnen een maand als "early" warning worden gebruikt.

van het aantal pups 3%. In het Nederlandse deel van de Waddenzee bleef het aantal pups nagenoeg gelijk.

Wanneer naar de totale onderzoeksperiode (de laatste vijf jaar) wordt gekeken, is vast te stellen dat in alle deelgebieden in de Eems-Dollard het aantal zeehonden in juni is toegenomen en in augustus ongeveer gelijk is gebleven. Wat opvalt is dat in alle deelgebieden rond de Eems de aantallen in juni (de geboorteperiode) hoger zijn dan in augustus (de verharingsperiode). Dit is in tegenstelling met wat in de rest van de Nederlandse Waddenzee wordt waargenomen, daar zijn de aantallen in augustus in de meeste gevallen juist hoger dan in juni. Het is niet duidelijk wat hiervan precies de oorzaak is.

### 1.2.2 Cameraobservaties

In 2012 is de analyse van de cameraregistraties voor 2012 afzonderlijk en voor de jaren 2010-2012 gezamenlijk uitgevoerd. Dat laatste om de statistische zeggingskracht te verhogen. Daarnaast is in de analyse van 2012 rekening gehouden met het verschil tussen de online- en offline-tellingen om een onder- of overschatting van de correlaties, en daarmee van de potentiële effecten, te voorkomen. De aanwezigheid van zeehonden op de zandbank Hond en Paap vertoonde ook in 2012 een duidelijk seizoenspatroon met het grootste aantal in de geboorte-, zoog- en verharingsperiode en het kleinste aantal in de winter. Na 'dag van het jaar' waren temperatuur en neerslag de belangrijkste factoren die dat patroon verklaarden. Uit de gezamenlijke analyse voor 2010 en 2012 zijn statistisch significante<sup>5</sup> relaties naar voren gekomen tussen het aantal aanwezige zeehonden en verscheidene bouwactiviteiten. 'Damwanden Trillen' (algemeen + RWE) en 'Trilblok Buisplanken' (algemeen), 'Heien' (algemeen) en 'Baggeren' (GSP) hadden de meest significante correlatie met het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Alle vier activiteiten correleerden positief<sup>6</sup> met het aantal zeehonden, dat wil zeggen de activiteiten gingen gepaard met een toename van het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Het lijkt erop dat de zeehonden tijdens dat soort activiteiten de voorkeur geven om het water te verlaten en op de zandbank te gaan liggen. Over het geheel genomen leidt de analyse van alle drie de jaren samen tot een iets gewijzigd beeld ten opzichte van het beeld zoals geschetst in de eerdere rapportages.

De gedetailleerdere analyse van de 2012-data leverde opnieuw een gedifferentieerder beeld van de effecten van de specifieke activiteiten. Zo kon worden vastgesteld dat de verschillende typen baggeractiviteiten verschillende effecten hadden. 'Baggeren Aussenems' had in tegenstelling tot het voorgaande jaar geen sterk effect meer. 'Baggeren GSP' liet een negatief effect (minder zeehonden op de zandbank Hond en Paap; zie voetnoot 5) zien. Dit kan erop duiden dat het effect van baggeren verschilt afhankelijk van de locatie waar de activiteit plaatsvindt: in de Eems of in de Eemshaven.

In de vergelijking van maart met juni, die betrekking heeft op alle activiteiten, werd geen verschil gevonden in de resultaten. Ervan uitgaande dat significant meer of significant minder dieren op de zandbank een maat voor hun gevoeligheid voor prikkels is, dan geeft dit aan dat de dieren in het geboorteseizoen (juni/juli) niet meer en ook niet minder geneigd waren op een verstoring te reageren dan in het voorjaar.

De cameradata van drie jaren vormen een goede basis voor het statistische model waarmee een voorspelling gedaan kan worden van het te verwachten aantal zeehonden op een bepaalde dag of in een bepaalde periode. In dat model is rekening gehouden met relevante factoren zoals seizoenspatroon en de invloed van biotische en abiotische parameters. Het model is in 2012 ook gebruikt voor de verdere ont-

---

<sup>5</sup> De betekenis van het woord "significant" in dit document is statistisch van aard en impliceert geen (juridische) beoordeling van ecologische gevolgen op individueel of populatieniveau.

<sup>6</sup> "Positief" en "negatief" is geen waardeoordeel maar geeft uitsluitend de richting van een gemeten effect aan: bv. wanneer positief betekent 'meer dieren', dan betekent negatief 'minder dieren'. Dit geldt voor de hele rapportage.

wikkeling van het Early Warning Systeem, waarmee in een redelijk kort tijdsbestek (van enkele dagen tot een week) het optreden van mogelijke effecten kan worden vastgesteld.

### 1.3 Automatic Identification System

Voor het eerst in 2012 had IMARES de beschikking over informatie van het Automatic Identification System waardoor een kwantitatieve en kwalitatieve analyse van scheepvaart mogelijk werd. Doordat deze informatie pas vrij laat beschikbaar kwam, kon voor de onderhavige rapportage slechts een eerste grove analyse van het mogelijke effect van de scheepvaart in het gebied rond de zandbank Hond en Paap op de aantallen daar aanwezige zeehonden worden uitgevoerd. De analyse liet duidelijk zien dat het aantal zeehonden op de zandbank correleert met de intensiteit van de scheepvaart. Wanneer het aantal schepen toenam, nam ook het aantal zeehonden op de zandbank toe. Aangezien scheepvaart in de Eems het meest bijdraagt aan het lokale geluid onder water, is hier vermoedelijk sprake van vermijdingsgedrag bij de zeehonden.

### 1.4 Early Warning Systeem

De monitoringverplichting behelst ook het beschikbaar hebben van een 'Early Warning Systeem' (EWS). In het jaarrapport over 2010 is een voorstel gedaan voor de ontwikkeling van het gevraagde Early Warning Systeem en hoe het verder geoperationaliseerd zou kunnen worden. Op basis van de discussie in het afgelopen jaar zijn in de rapportage voor 2011 aanvullende voorstellen gedaan. Overeenkomstig de verplichting richt het EWS zich op de gewone zeehond en voorziet in indicatoren die in principe een reactie door het bevoegd gezag mogelijk maken indien drempelwaarden overschreden zijn. Deze drempelwaarden zijn gezien de aanwezige onzekerheidsmarges rond de indicatoren nog niet specifiek en onomstreden vast te stellen. De bevindingen van inmiddels drie jaar monitoringonderzoek bieden echter steeds meer aanknopingspunten voor de keuze van in potentie geschikte parameters, waarvoor we in dit rapport wederom aanvullende voorstellen doen.

De nu gekozen methode ter bepaling van drempelwaarden is in eerste instantie nog steeds arbitrair, maar kent een bredere basis, namelijk de analyse van de variatie in de aantallen zeehonden van inmiddels drie jaar onderzoek. Het resultaat is dat de drempelwaarden nu dusdanig zijn vastgesteld dat ook zeer lage aantallen zeehonden, mits drie keer achter elkaar geteld, het gehele jaar een aanzet tot een early warning is. Ook houdt de nieuwe methode meer rekening met de grotere variatie in aantallen zeehonden in de zomer ten opzichte van de winter. Uiteindelijk is het aan het bevoegd gezag om deze drempelwaarden exact vast te stellen, afhankelijk van de beleidsmatige afweging over de bandbreedte waarin effecten zijn toegestaan.

### 1.5 Belangrijkste conclusies

Zowel de intensiteit van de bouwactiviteiten als ook de omvang van de monitoringstudie in 2012 zijn vergeleken bij de voorgaande jaren afgenomen. Zo is geen zenderstudie meer uitgevoerd en vond geen akoestische registratie van bruinvisactiviteiten meer plaats. Verschillende factoren hebben echter bijgedragen aan een verbetering van de analyse in de resterende studies aan zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Om te beginnen is de analyse nu gebaseerd op data van drie jaar waardoor de betrouwbaarheid van de resultaten en de daaruit getrokken conclusies duidelijk is toegenomen. Bovendien kon additionele informatie over scheepvaartbewegingen in de Eems in de analyse betrokken worden zodat voor het eerst een analyse van de invloed van scheepvaart op het gedrag van zeehonden mogelijk was.

Voor de analyses van de voor deze studie verzamelde gegevens uit 2012 waren, net als in 2009-2011, geen directe gegevens over de verstoringbronnen beschikbaar in de vorm van registraties van geluids-

emissies onder en boven water. De effectstudies werden daarom uitgevoerd op basis van de door de opdrachtgever aangeleverde gegevens over de bouwgerelateerde activiteiten.

Hieronder volgen de belangrijkste bevindingen en conclusies.

### **Vliegtellingen gewone en grijze zeehonden**

- Het Eemsgebied wordt net als in voorgaande jaren door een groot aantal gewone zeehonden gebruikt. Het maximum aantal zeehonden dat daar in juni 2012 is geteld bedraagt 2315.
- Voor alle studiegebieden in de Eems-Dollard samen is in 2012 een 11%-toename in het aantal pups ten opzichte van 2011 berekend.
- Het feit dat ook op de Hond en de Paap een toename in aantal pups is waargenomen, maakt dat er vooralsnog geen indicaties zijn voor een achteruitgang van de kwaliteit van het gebied voor de reproductie, en dus ook niet voor een effect van de bouwactiviteiten hierop.
- Wanneer naar de totale onderzoeksperiode (de laatste vijf jaar) wordt gekeken, is vast te stellen dat in alle deelgebieden in de Eems-Dollard samen het aantal gewone zeehonden in juni (geboorteperiode) is toegenomen en in augustus (verharingsperiode) ongeveer gelijk is gebleven. In alle deelgebieden rond de Eems zijn de aantallen gewone zeehonden in juni (de geboorteperiode) hoger dan in augustus (de verharingsperiode).
- In het Eemsgebied werden tijdens de verharingsperiode in het voorjaar van 2012 maximaal 33 grijze zeehonden geteld. Het maximaal aantal dieren (82) werd in 2012 echter in juni geteld.

### **Cameraobservaties**

- De aanwezigheid van zeehonden op de zandbank Hond en Paap wordt bepaald door natuurlijke factoren en menselijke activiteiten. Van de onderzochte natuurlijke factoren verklaart de 'dag van het jaar' de aantallen in belangrijkste mate. Van de verschillende bouwactiviteiten zijn 'Damwanden Trillen' en 'Heien' de activiteiten die de veranderingen in de aantallen zeehonden op de zandbank ten opzichte van de verwachting het best verklaren.
- De betrouwbaarheid van de statistische analyse is duidelijk toegenomen doordat inmiddels een grotere dataset van drie jaar (2010-2012) ter beschikking staat.
- Het risico op over- en onderschatting van een mogelijk effect van de (afzonderlijke) bouwactiviteiten kon in 2012 duidelijk worden verlaagd door de online-data van de cameraobservaties in de analyse te betrekken.
- Door de complexiteit van de factoren is het ondanks de grotere dataset nog steeds niet mogelijk om oorzaak-effectrelaties definitief vast te stellen en te kwantificeren voor de afzonderlijke bouwgerelateerde activiteiten en het gedrag van de zeehonden.

### **Early Warning Systeem**

- Het EWS zoals dat in 2012 in werking was, kan aangeven of er een extreme verandering is in het ligplaatsgedrag van zeehonden op de Hond en Paap. In 2012 werd de drempelwaarde vijf keer overschreden (criterium 1) maar nooit drie keer achter elkaar (criterium 2) waardoor er geen reden was een early warning af te geven. Wel werden begin februari drie extreem lage waarden achter elkaar gevonden, maar dit werd veroorzaakt door zeer lage temperaturen en ijsgang en was derhalve ook geen reden voor een early warning.
- Op basis van nu drie jaar monitoringonderzoek kunnen de parameters van het EWS worden aangescherpt. Deze verbetering van het EWS is een iteratief proces. In dit rapport worden nieuwe drempelwaarden voor zeehonden op de zandbank voorgesteld: Het getelde aantal zeehonden op de zandbank is 60% lager of hoger dan de verwachte waarden, die uit de aantallen zeehonden in 2010-2012 worden afgeleid (criterium 1), én: deze afwijking doet zich voor gedurende drie achtereenvolgende tellingen (criterium 2).
- Deze opzet geldt zonder beperkingen voor het hele jaar wanneer alleen de online-data hiervoor worden gebruikt.

- Vliegtuigtellingen van volwassen zeehonden en pups kunnen gebruikt worden voor een meer lange-termijnwaarschuwing voor ongewenste ontwikkelingen in de zeehondenpopulatie die strijdig (kunnen) zijn met de instandhoudingsdoelen. Met name als er geen pups worden geteld of het aantal significant afneemt is dit een waarschuwingssignaal dat nader onderzoek vraagt. In 2012 namen aantal zeehonden in juni toe en in augustus af. Het aantal pups (617) was gelijk aan 2010 en hoger dan 2011. De veranderingen zijn relatief klein en omdat er ook in voorgaande jaren gebouwd is, geen aanleiding voor een waarschuwing.
- Door online-akoestisch onderzoek in het Early Warning Systeem op te nemen kunnen oorzaken van verstoring makkelijker gedetecteerd worden en kan het risico om een vals alarm af te geven geminimaliseerd worden.

### **Algemene conclusie**

Uit het monitoringonderzoek van 2010-2012 blijkt dat er effecten zijn van bouwactiviteiten op het gedrag van individuele gewone zeehonden in het studiegebied. De resultaten van de camerastudie van 2010 tot 2012 en de jaarlijkse vliegtuigtellingen in 2008-2012 geven echter geen aanwijzingen dat er ook lange-termijneffecten van de bouw op de populatie gewone zeehonden in het Eemsgebied zijn.



## 2 Inleiding

### 2.1 Geschiedenis Eemsstudie

Groningen Seaports (GSP) ontwikkelt in de oostlob van de Eemshaven een Energy Park. In het Energy Park staat nu een centrale van Electrabel. Daar komen de energiecentrales van RWE/Essent (poederkool en biomassa) en NUON/Vattenfall (aardgas) nog bij. De bouw vordert gestaag. De verwachting is dat beide centrales in 2013/2014 operationeel zijn. Daarnaast zijn er nog een aantal andere projecten, sommige staan nog op stapel (tabel 1). Om al deze bedrijven te faciliteren en de aan- en afvoer via schepen van grondstoffen en producten mogelijk te maken, worden ook de Eemshaven en de vaargeul naar de Noordzee verruimd en verdiept.

In opdracht van Groningen Seaports, RWE en NUON monitort IMARES sinds 2009 de zeezoogdieren in de Eems, waarmee effecten van deze (bouw)activiteiten, met name de werkzaamheden voor de verruiming van de haven (GSP) en de bouw van de energiecentrales van NUON en RWE, kunnen worden bestudeerd. Voorafgaand aan dit monitoringprogramma zijn de vliegtuigtellingen die door IMARES ten behoeve van de overheid worden uitgevoerd, in 2007/2008 in opdracht van GSP, RWE en Nuon uitgebreid met extra vluchten (Brasseur *et al.* 2009).

Tabel 1. Overzicht van de geplande activiteiten en de fasering ervan (situatie vanaf 2006; stand van zaken maart 2013). Vetgedrukt de monitoringplichtige activiteiten van de opdrachtgevers.

Plan	Plaats	Bouwfase	In gebruik	Initiatiefnemer
Norned kabel	Eems	2006-2008		Tennet
Electrabel centrale	Eemshaven	Al uitgevoerd		Electrabel
Datahotel	Eemshaven	2006-2007		TCN SIG
<b>Energiecentrale NUON</b>	<b>Eemshaven</b>	<b>2009-2013</b>	<b>2013</b>	<b>NUON</b>
<b>Energiecentrale RWE</b>	<b>Eemshaven</b>	<b>2009-2013</b>	<b>2014</b>	<b>RWE</b>
<b>Verruiming Eemshaven incl. kade Wilhelminahaven</b>	<b>Eemshaven</b>	<b>2007-2013</b>	<b>2013</b>	<b>Groningen Seaports/RWE</b>
Short Sea haven	Eemshaven	2006-2014	2008	Groningen Seaports
Bulkkade Julianahaven	Eemshaven	2006-2010	2010	Groningen Seaports
Revitalisering Oosterhorn	Delfzijl	2006-2007	2007	Groningen Seaports
Revitalisering Farmsummerpoort	Delfzijl	Al uitgevoerd	2007	Groningen Seaports
Biodieselfabriek	Eemshaven	2006-2008?	2008	
Windmolenpark Riffgat	Riffgat, offshore Borkum	2008-2009	?	Enova Energieanlagen GmbH
Verruiming van de vaargeul	Eems	2013-20?	2016?	RWS
Verruiming van de vaargeul	Eems	continu	nvt	WSA (Duitsland)
Verdieping toegang Emden	Emden	2014	2014	Niedersachsen Ports GmbH
Olieterminal	Eemshaven	2010	2012	Vopak
Elektriciteitscentrale	Eemshaven	2014?	2015?	Advanced Power

Voor zover mogelijk zijn de verwachte effecten van bovenstaande bouwwerkzaamheden op de aanwezigheid en het habitatgebruik van zeehonden en bruinvissen in het Eemsgebied beschreven door Brasseur (2007). Door leemtes in beschikbare kennis bleek het toen niet in afdoende omvang en met voldoende zekerheid mogelijk om op voorhand te bepalen of er effecten zullen optreden en welke mitigerende maatregelen in het geval van effecten noodzakelijk zijn. Hiervoor miste de benodigde kennis zowel over de dieren zelf, over de geplande werkzaamheden, als ook over de uitwerking van de werkzaamheden op de dieren. In het rapport uit 2007 is daarom ook aangegeven welke gegevens nodig zijn om de effecten beter te kunnen inschatten. In de NB-wet vergunningen voor de activiteiten van Groningen Seaports,

RWE en NUON in de Eemshaven is aangegeven dat deze aanbevelingen van IMARES (Brasseur 2007) leidend zijn voor de opzet van het monitoringprogramma (letterlijk: onverkort te volgen) om de effecten van de bouwwerkzaamheden te kunnen volgen. De minister van LNV (later EL&I, nu EZ) en de Provincie Groningen hebben tevens verzocht om speciale aandacht voor een Early Warning Systeem, mede om te kunnen inspelen op onverwachte effecten. Deze twee onderdelen hebben hun ingang gevonden in het monitoringplan van Wymenga *et al.* (2009) dat mede de grondslag vormt van het door IMARES opgezet onderzoek.

## 2.2 Monitoringopdracht en -vraagstelling

De monitoringopdracht aan IMARES in 2012 omvat in wezen drie deelopdrachten:

1. Het volgen van de populatieontwikkeling van de gewone en grijze zeehonden in het Eems-Dollardgebied en in referentiegebieden zoals de Nederlandse Waddenzee.
2. Effectstudie naar de invloed van de bouwactiviteiten: via cameraonderzoek aan de gewone zeehonden op de Hond en Paap.
3. Toepassing van het Early Warning System

Deze drie deelopdrachten zijn verschillend van karakter, dat wil zeggen: de uitvoering ervan vergt een verschillende methodologische aanpak en kent andere vereisten. Het volgen van de populatieontwikkeling heeft als primair doel het in algemene zin vaststellen of er sprake is van een in aantallen stijgende of dalende populatie. Het traceren van oorzaken van veranderingen komt op de tweede plaats en zal meestal ook zeer moeilijk of zelfs onmogelijk zijn. Dat is inherent aan het feit dat voor het volgen van populatieontwikkelingen lange-termijnwaarnemingen vereist zijn. (Bij langlevende soorten zoals de zeehond moet men denken aan tien of meer jaar.) Wat een analyse van abnormale waarnemingen in een complexe situatie als de onderhavige dan ook nog parten speelt, is dat hoe langer de waarnemingsperiode is hoe meer factoren invloed kunnen hebben gehad op de te beoordelen situatie. Hierdoor zal het aanwijzen van een specifieke oorzaak alleen in zeer duidelijke gevallen mogelijk zijn.

Een studie naar de effecten van specifieke activiteiten zoals bij de effectstudie (onderdeel 2) is juist veel meer gericht op het traceren van oorzaak-gevolgketens waarvoor eigenlijk een onderzoekopzet is vereist die neigt naar gecontroleerde experimenten. Aangezien die bij wilde populaties amper mogelijk zijn, rest dan niets anders dan waarnemingen aan een beperkt aantal individuen te doen in de verwachting dat de statistische analyses resultaten opleveren waarmee een vertaalslag naar populatieniveau kan worden gemaakt. Dat is echter alleen mogelijk bij statistisch significante uitkomsten die gesteund worden door bevindingen uit de literatuur en andere gecontroleerde studies.

De ontwikkeling van een Early Warning Systeem tenslotte is een meer (beleids)technische aangelegenheid. De uitkomsten zullen altijd aan expert judgement moeten worden getoetst.

Het voorgaande maakt duidelijk dat de monitoring onvolledig zou zijn als deze slechts uit onderdeel 1 of 2 zou bestaan. De ene studie moet de beperking van de andere opvangen. De effectstudie (onderdeel 2) kan ook niet geïsoleerd worden als zijnde een studie die op kennisleemtes is gericht. De verwachting is dat als significante resultaten uit de effectstudies naar voren komen, deze zich dan ook manifesteren in de uitkomsten van de waarnemingen op populatieniveau. Op de korte termijn kan dat alleen het geval zijn, als het om zeer drastische gebeurtenissen bij individuen en kleine groepen zou gaan, al dan niet alleen in deelgebieden. Of dergelijke effecten ook op de langere termijn en dus ook op populatieniveau doorwerken, is de vraag. Natuurlijke mechanismen (bv. gewinning) zouden compenserend kunnen werken.

Het voorgaande maakt ook duidelijk dat wanneer sprake is van een nulmeting, aan die meting per deelopdracht andere eisen gesteld moeten worden. Voor de vliegtuigtellingen is die nulmeting voor een relatief korte periode aanwezig. In de aanloop naar de verplichte monitoring zijn de vliegtuigtellingen, die



IMARES al enkele tientallen jaren in opdracht van de overheid (EZ) uitvoert, voorafgaande aan de bouw in 2007/2008 in opdracht van de initiatiefnemers uitgebreid met extra vluchten en extra telgebieden om zo ook informatie over de lokale populatieontwikkeling beschikbaar te krijgen. Gezien de relatief korte waarnemingsperiode, is deze informatie zeker waardevol maar niet voldoende om een duidelijk beeld te geven van de nul-situatie. Daarvoor is de natuurlijke variatie in de populaties te groot. Idealiter waren ook de andere deelstudies (met de daarvoor gekozen methodische opzet) in de ongestoorde situatie, dus voorafgaand aan de bouw, gedurende tenminste één jaar uitgevoerd. Nu dat niet het geval is, kunnen de resultaten uit die deelstudies – anders dan bij de vliegtellingen – niet worden afgezet tegen de situatie van vóór de bouw. Daarom wordt nu gekeken naar veranderingen in gedrag bij aan- en afwezigheid van een activiteit. Maar dat is een substituuat: afwezigheid van een factor in een situatie waarbij die factor wisselend wel en niet optreedt, is niet hetzelfde als algehele afwezigheid van deze factor of afwezigheid gedurende een substantieel langere periode. Omdat natuurlijke mechanismen zoals cumulatie (sensibilisering) en veerkracht (gewenning) in dit verband een rol spelen moeten zij in de beoordeling van de op individueel niveau vastgestelde effecten voor de populatie worden meegenomen. Als op populatieniveau geen effecten worden vastgesteld, dan kan dat betekenen dat er geen effecten zijn, maar ook dat de effecten tegen andere dominantere factoren wegvallen.

IMARES rapporteert over de uitkomsten van het monitoringonderzoek in een jaarrapport telkens over het afgelopen kalenderjaar. Daarin worden niet alleen de resultaten gepresenteerd van de analyses voor de data van dat jaar, maar ook de resultaten van de analyses die telkens teruggrijpen op alle monitoringjaren daarvoor. Door de langst mogelijke datareeksen te gebruiken, wordt getracht de beste wetenschappelijke uitkomst te verkrijgen. Dat geldt niet alleen voor de statistiek maar voor alle analyses. Een dergelijk teruggrijpen is niet hetzelfde als een eindrapportage waarin het hele monitoringprogramma in samenhang wordt geanalyseerd. Zo'n eindrapportage zou meer het karakter moeten hebben van een wetenschappelijk nog meer onderbouwde eindevaluatie<sup>7</sup> waarbij de nadruk ligt op een analyse van de toegepaste methoden in het hele monitoringprogramma, en niet meer op de resultaten door de jaren heen, waarvoor de jaarrapporten zijn geschreven.

De beleidsvraag zoals die ten behoeve van deze monitoring is geformuleerd, luidt:

**Hebben de door GSP, RWE en NUON in en rond de Eemshaven uitgevoerde werkzaamheden effecten op de landelijke<sup>8</sup> instandhoudingsdoelstellingen voor de drie<sup>9</sup> onderhavige soorten zeezoogdieren?**

<b>Landelijke instandhoudingsdoelstelling:</b>
<b>Gewone zeehond:</b> Behoud verspreiding, uitbreiding omvang en verbetering kwaliteit leefgebied ten behoeve van uitbreiding populatie.
<b>Grijze zeehond en Bruinvis:</b> Behoud verspreiding, omvang en behoud kwaliteit leefgebied ten behoeve van behoud populatie.

Om invulling te geven aan het bijbehorende monitoringplan (Wymenga *et al.* 2009) en de opdracht aan IMARES moest deze beleidsvraag eerst nog worden vertaald in een onderzoeksvraag:

**Hebben de door GSP, RWE en NUON in en rond de Eemshaven uitgevoerde werkzaamheden effect op populatieniveau op het voorkomen, de ruimtelijke verspreiding en het gebruik van het gebied door zeezoogdieren?**

<sup>7</sup> Geen onderdeel van de lopende monitoringopdracht aan IMARES.

<sup>8</sup> Voor de gewone zeehond geldt de verbeterdoelstelling zowel op landelijk niveau als voor het Natura 2000-gebied Waddenzee; [http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/gebieden/001/n2k\\_001\\_db\\_hvn\\_waddenzee.pdf](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/gebieden/001/n2k_001_db_hvn_waddenzee.pdf)

<sup>9</sup> Vanaf het monitoringjaar 2012 gaat het alleen nog om twee soorten: de gewone en grijze zeehond.

Omdat het monitoringonderzoek voortvloeit uit een vergunningenprocedure moet het onderzoek rekening houden met begrippen die door beleid en rechtspraak worden gehanteerd. Deze zijn vaak onvoldoende gedefinieerd en soms zonder betekenis voor de ecologie. Zo verwacht de vergunningverlener dat er een bepaald effect van de bouwwerkzaamheden in de Eemshaven op de zeezoogdieren zal uitgaan (verwachte effecten). Vanwege de onderkende leemtes in kennis<sup>10</sup> en de onzekerheid over de reikwijdte van effecten wordt echter ook rekening gehouden met het optreden van onverwachte effecten. Dat onderscheid is ook terug te vinden in het monitoringplan en is in de onderzoekopzet meegenomen.

In figuur 1 zijn de verschillende schaalniveaus aangegeven waarop het IMARES-onderzoek zich richt<sup>11</sup>. Deze opzet beoogt zowel eventueel aanwezige effecten op individueel niveau als ook op populatieniveau in beeld te brengen, waarbij registraties van korte-termijnveranderingen mede input leveren voor de early warning functie. De early warning dient in eerste instantie om onverwachte effecten te detecteren en voor de verwachte effecten om vast te stellen of de waargenomen effecten binnen de "vergunde bandbreedte" vallen (ter beoordeling door het bevoegd gezag).



Figuur 1. Schematische weergave van de onderzoekopzet.

In Brasseur (2007) zijn de volgende leemtes in kennis gesignaleerd:

- a) verspreiding in het gebied en het gebruik ervan door de drie soorten zeezoogdieren
- b) migratiegedrag
- c) frequentie-specifieke geluidscontouren van de activiteiten, met en zonder mitigatie

Conform de afspraken met de opdrachtgever beperkt het monitoringonderzoek zich tot de eerste twee punten en is binnen dit monitoringprogramma tot nu toe geen verder onderzoek aan de actuele geluidsniveaus op het moment van gedragswaarnemingen uitgevoerd. Nu gaat het bij de invulling van de moni-

<sup>10</sup> Via het monitoringonderzoek komt er meer zekerheid of en in welke omvang de verwachte effecten zich ook daadwerkelijk voordoen. Daar is dan ook bij het verlenen van de nieuwe vergunning van RWE (na vernietiging van de oorspronkelijke vergunning in 2011) rekening mee gehouden.

<sup>11</sup> Vanaf 2012 wordt geen zenderonderzoek meer uitgevoerd, wat betekent dat het monitoringonderzoek vanaf dat jaar niet meer gericht is op het individuele niveau (waarneming van eventuele effecten waaruit mogelijk anderszins conclusies kunnen worden getrokken voor de populatie).

toringverplichting ook niet om het wegnemen van kennisleemtes, maar zonder kennis over alle drie de punten en de mogelijke variatie hierin, is een eenduidige en onomstreden vaststelling van oorzaak-effectrelaties niet mogelijk. Een effectstudie is echter wel onderdeel van de monitoringverplichting. Voor de bijzondere vereisten van een effectstudie zie hiervoor. Daardoor is het onderzoek - bij gebrek aan 'real time' geluidsmetingen (zie paragraaf 2.4) - aangewezen op statistische methoden (het toetsen van verbanden).

## 2.3 Monitoringprogramma en Early Warning Systeem

Als eerste stap van het monitoringsprogramma is in 2009 begonnen met de uitvoering van een reeks onderzoeken naar het voorkomen van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen én het habitatgebruik en gedrag van deze zeezoogdieren in de Eems. Dat onderzoek is vanaf 2010 in iets gewijzigde omvang voortgezet. De resultaten van deze reeks zijn gerapporteerd in Brasseur *et al.* (2010a en 2011). Met het monitoringonderzoek trad ook het Early Warning Systeem in werking, dat inmiddels op basis van de resultaten van 2009-2011, in nader overleg met de opdrachtgever en met name het bevoegd gezag, verder is uitgewerkt. Het Early Warning Systeem is dus een flexibel systeem: wanneer nieuwe inzichten door verder onderzoek beschikbaar komen en daartoe aanleiding geven, kan het systeem vervolgens worden aangepast of uitgebreid.

Het monitoringsprogramma is opgedeeld in verschillende deelstudies die elk te maken hebben met de verschillende soorten zeezoogdieren of specifieke aspecten van het onderzoek. Met vinkjes is in tabel 2 aangegeven welke deelstudies in welke monitoringjaren zijn uitgevoerd. In de aanloop naar de verplichte monitoring zijn deze vliegtuigtellingen al in 2007/2008 in opdracht van de initiatiefnemers uitgebreid met extra vluchten en extra telgebieden, waardoor ook meer informatie over de lokale populatieontwikkeling beschikbaar kwam.

Tabel 2. Overzicht van de activiteiten die in het kader van de monitoring door IMARES vanaf de start in 2009 tot 2012 zijn uitgevoerd, opgesplitst naar soort mariene zeezoogdieren.

Deelstudies	2009			2010			2011			2012		
	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis
Vliegtuigtellingen	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Zenderstudie	✓			✓			✓					
Cameraobservaties	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Dieetanalyse	✓	✓		✓	✓							
Passieve akoestische monitoring			✓			✓			✓			
Visuele observaties			✓			✓						
Early Warning Systeem	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		

Het Early Warning Systeem maakt gebruik van indicatoren of signalen uit het monitoringsprogramma. In 2012 richt het systeem zich wederom specifiek op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap.

## 2.4 Deze rapportage

Deze rapportage is een vervolg op de monitoringrapporten voor de jaren 2009-2011 (Brasseur *et al.* 2010a, 2011; Lucke *et al.* 2012) en geeft de resultaten voor 2012 afzonderlijk en waar vermeld voor meerdere monitoringjaren gezamenlijk weer. De exacte periode is telkens aangegeven.

Voor de analyses van de gegevens uit 2012 waren, net zoals in 2009-2011, geen directe gegevens over de verstoringsbronnen beschikbaar, bijvoorbeeld in de vorm van geluidsmetingen onder en boven water. Lucke (2013) levert weliswaar inzicht in de geluidsemisies van verschillende (bouw)activiteiten in het Eems-Dollardgebied, maar deze gegevens waren niet afdoende om een verband te leggen tussen de activiteiten en het waargenomen gedrag van de dieren. Een dergelijke match is echter nodig om eventuele afwijkingen in het gedrag van de zeezoogdieren direct te kunnen correleren aan een bouwactiviteit (Brasseur 2007). Om toch een indicatie te krijgen van de verstoringsbronnen zijn door de opdrachtgever aangeleverde gegevens gebruikt over de bouwactiviteiten die mogelijk verstorend zijn voor zeezoogdieren. Met behulp van statistische modellen is geanalyseerd of er al dan niet statistisch significante correlaties bestaan tussen de bouwactiviteiten en het gedrag en voorkomen van zeezoogdieren.

De analyse van de gegevens uit 2009 was de eerste keer dat een effectanalyse op deze wijze is uitgevoerd. Hoewel de bruikbaarheid van de diverse methoden en de mogelijke uitkomsten op voorhand onzeker waren, bleek de aanpak veelbelovend. De rapportage over 2010 bevestigde dit. De data uit 2011 zijn dan ook in grote lijnen op dezelfde manier geanalyseerd als in 2010, waarbij enkele aanpassingen zijn gemaakt én nieuwe analyses zijn gedaan. Hetzelfde geldt voor 2012: met enkele aanpassingen, die steeds worden toegelicht, zijn dezelfde analyses uitgevoerd als in 2011.

Zoals ook al in de rapporten over 2009-2011 is benadrukt (Brasseur *et al.* 2010a) kunnen de verzamelde gegevens niet op zichzelf staand worden gezien, maar moeten ze bekeken worden in het licht van alle andere activiteiten in het gebied, zoals scheepvaart ten behoeve van transport of visserij en baggeren. Gezien het belang van deze factoren voor de analyse van de effectrelaties die in deze studie worden uitgevoerd, zijn inspanningen verricht om ontbrekende informatie te bemachtigen. In 2011 konden voor het eerst ook de bagger- en verspreidingsactiviteiten van derden (bedrijven uit Duitsland) in de analyse worden betrokken, en in 2012 zijn voor het eerst data over scheepvaartbewegingen in het gebied uit het Automatic Identification System (AIS) verkregen.

Het spreekt voor zich dat de kwaliteit van de resultaten van de analyse – het identificeren van mogelijke effecten van de bouwwerkzaamheden, het kwantificeren ervan en zo nodig voorstellen van mitigerende maatregelen om deze effecten te minimaliseren – sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de aangeleverde informatie. De analyses in dit rapport zijn gebaseerd op de data over (bouw)activiteiten zoals die door de initiatiefnemers (vertegenwoordigd door GSP) aan IMARES zijn aangeleverd. IMARES verzamelt dergelijke data niet zelf. Vanuit de onderzoeksoptiek moeten in principe alle activiteiten die door de in het onderzoeksgebied aanwezige zeezoogdieren waarneembaar zijn, als potentieel verstorend worden aangemerkt – ongeacht de uitvoerder. Het spreekt voor zich dat verzameling daarvan in redelijkheid niet haalbaar is of geëist kan worden. De voor dit onderzoek aangeleverde data zijn daarom per definitie onvolledig. In 2011/2012 zijn wel inspanningen verricht om de kwaliteit van de benodigde data te verhogen.

Het belang van het direct kunnen meten van geluidsemisies die een mogelijke verstoringsbron voor de zeezoogdieren kunnen zijn, wordt onderkend. De in 2011/2012 uitgevoerde pilotstudie met noiseloggers (Lucke *et al.* 2013; geen onderdeel van de onderhavige monitoring) is een eerste poging geweest om de mogelijkheden te verkennen.

### 3 Gegevens over de bouw- en andere activiteiten

De bouw van de energiecentrales in de Eemshaven hebben extra werkzaamheden in en rond het gebied tot gevolg. Deze extra bouwactiviteiten kunnen mogelijk tot verstoring van zeezoogdieren leiden. Te denken valt daarbij aan werkzaamheden zoals heien en trillen van damwanden, extra scheepvaart, plaatsen van stenen e.d. Figuur 2 geeft een overzicht van de belangrijkste werklocaties. In de Eemshaven en op de Eems vinden daarnaast structurele werkzaamheden plaats, zoals het baggeren en peilen van de havens en de vaargeul van de Eems.

*Figuur 2. De belangrijkste werklocaties van de bouwactiviteiten in en rond de Eemshaven in 2012.*

#### 3.1 Methode

GSP, NUON en RWE hebben ook over 2012 informatie verschaft over de werkzaamheden die in opdracht van hen zijn uitgevoerd in en rond de Eemshaven. Ook zijn van Duitse zijde, het Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) uit Emden, data ontvangen over het baggeren van de vaargeul van de Eems. Al deze data zijn toegevoegd aan de database waarin ook de data uit 2009, 2010, 2011 en 2012 zijn opgeslagen. Om een vergelijking te kunnen maken met de verzamelde biologische data is de database zo opgezet dat voor ieder willekeurig tijdstip en voor iedere locatie bepaald kon worden welke activiteit gaande was en op welke afstand van die locatie deze activiteit plaatsvond. De kwaliteit en de mate van detail van de verschillende datasets varieert. Om inzicht in de kwaliteit van de data te geven, is een classificatie ontworpen (voor de toepassing op de gebruikte datasets zie tabel 3):

A = hoge temporele en in mindere mate hoge ruimtelijke resolutie, bijvoorbeeld 'Baggeren' waarbij de activiteit voor ieder tijdstip en iedere locatie bekend was.

B = matige temporele of ruimtelijke resolutie, bijvoorbeeld de scheepvaartgegevens van de verschillende havens

C = lage temporele en ruimtelijke resolutie, waarbij per activiteit alleen een begin- en eindtijd is vermeld, zoals bijvoorbeeld bij het trillen van damwanden. Voor de analyse is aangenomen dat de activiteit homogeen over de vermelde tijdsduur plaatsvond.

### 3.1.1 Positiebepaling

De positiebepaling van de werkzaamheden is van belang voor de statistische analyse van de effecten van de activiteiten in en rond de Eemshaven. In de meeste gevallen zijn de coördinaten van de locaties van de relevante werkzaamheden die van belang zijn door de opdrachtgever aangeleverd. Daar waar dat niet gebeurd is, zijn de coördinaten zo goed mogelijk van de kaart afgelezen. Bij sommige data, zoals bij het grootste deel van het baggeren, zijn de coördinaten heel precies aangeleverd, voor zowel de bagger- als de verspreidingslocaties. In de analyse is voor het baggeren (in de haven) en het verspreiden (buiten de haven) ieder één positie gebruikt.

Voor andere data, zoals de heiwerkzaamheden voor RWE, zijn de coördinaten met behulp van ArcGIS van een aangeleverde kaart afgelezen. Er is daardoor wel verschil in nauwkeurigheid wat betreft locaties, echter alle locaties liggen op het land en daar is deze nauwkeurigheid van iets minder belang.

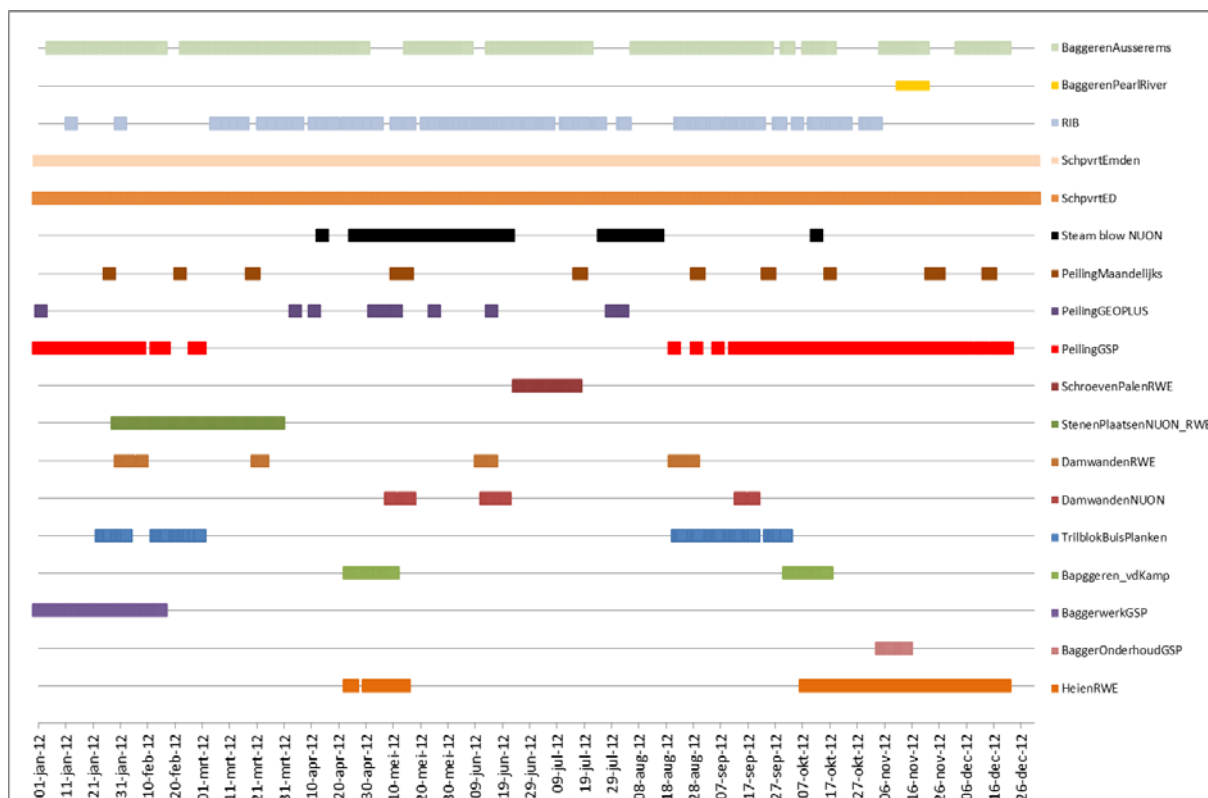
### 3.1.2 Scheepsbewegingen

Ook in 2012 zijn gegevens geleverd over de scheepvaartbewegingen in het Eems-Dollardgebied van de drie belangrijke havens Eemshaven, Delfzijl en Emden. Van deze scheepsbewegingen is meestal alleen bekend wanneer (datum en tijd) een schip in de haven aankomt of deze verlaat; de herkomst en bestemming na vertrek zijn niet bekend of vaak niet specifiek genoeg. Een en ander maakt het moeilijk, zo niet onmogelijk, om te berekenen op welk moment een schip op welke positie vaart, met welke snelheid en in welke richting. Voor verdere analyses zijn deze gegevens dan ook niet gebruikt. Uit gegevens van de Emskommission (annex 1) blijkt dat de commerciële scheepvaart toeneemt. Dit jaar is wel informatie over de commerciële scheepvaart uit het Automatic Identification System (AIS) ontvangen, deze data zullen in een apart hoofdstuk verder worden toegelicht. Met Rigid Inflatable Boats (RIB's) is dit jaar meestal telkens met twee boten gevaren en een enkele keer met meer dan twee. Deze gegevens zijn wel in de analyses meegenomen.

## 3.2 Resultaten

### 3.2.1 Overzicht van de activiteiten

In 2012 vonden het hele jaar door in en rond de Eemshaven en op de Eems bouwgerelateerde en andere activiteiten plaats. Figuur 3 geeft hiervan een overzicht. Per dag is aangegeven of de betreffende activiteit al dan niet heeft plaatsgevonden.



Figuur 3. Overzicht van de activiteiten in het studiegebied in 2012. Per dag is aangegeven of een activiteit heeft plaatsgevonden. Zie tabel 3 voor informatie over de verschillende activiteiten.

Bouwgerelateerde activiteiten (dat is exclusief de werkzaamheden van de Duitse baggeraars op de Eems) vonden in 2012 op 75% van alle dagen plaats; in 2011 was dat 78%. De intensiteit van de bouwactiviteiten (alle geregistreerde dagen van alle activiteiten bij elkaar opgeteld) was vergeleken met 2011 25% lager. De genoemde percentages zijn indicatief omdat er slechts is vastgesteld dat een bepaalde activiteit op een dag heeft plaatsgevonden maar niet hoe lang of in het geval van heien met hoeveel stellingen. Deze grove vergelijking laat zien dat er in 2012 weliswaar minder activiteiten waren maar dat deze vergelijkbaar verspreid over het jaar zijn uitgevoerd.

De bouwgerelateerde gegevens van 2012 zijn over het algemeen nauwkeurig aangeleverd met een hoge temporele en ruimtelijke resolutie. Alleen een deel van de data over het trillen van damwanden, palen en planken en het plaatsen van stenen zijn minder nauwkeurig geregistreerd; slechts de begin- en eindtijden op een dag zijn aangegeven. Tabel 3 geeft een overzicht van de aangeleverde datasets en een kwaliteitsindicatie (zie ook par. 3.1).

Tabel 3. Overzicht van de datasets over menselijke activiteiten in 2012 in het Eemsgebied, verkregen van de opdrachtgevers. Zie de tekst (par. 3.1) voor de definities van de kwaliteitsaanduiding (A t/m C). Voor een vergelijking met de data-kwaliteit van 2011 zie Lucke et al. (2012).

Naam dataset	Informatie	Overige relevante informatie	Kwaliteit
<b>Scheepvaart Delfzijl</b>	Datum, tijd van aankomst en vertrek grote schepen	Binnenvaart/zeevaart, bruto register-ton	<b>B</b>
<b>Scheepvaart Eemshaven</b>	Datum, tijd van aankomst en vertrek grote schepen	Binnenvaart/zeevaart, bruto register-ton	<b>B</b>
<b>Scheepvaart Em-den</b>	Datum, tijd van aankomst en vertrek grote schepen	Bruto register-ton, scheepstype	<b>B</b>
<b>Scheepvaart RIB</b>	Datum, vertrek en aankomsttijd RIB's (Rigid Inflatable Boat) in de Eemshaven en de haven van Delfzijl		<b>B</b>
<b>Baggerwerkzaamheden GSP</b>	Vaar-, bagger-, en storttijden; bagger en verspreidingslocaties	Scheepsnaam, beunvolume, bedrijf	<b>A</b>
<b>Baggeronderhoud GSP</b>	Datum, begin- en eindtijd, baggerlocaties	Scheepsnaam, bedrijf	<b>A</b>
<b>Baggeren vd. Kamp</b>	Vaar-, bagger-, en verspreidingstijden; bagger en verspreidingslocaties	Gewicht lading, Scheepsnaam, bedrijf	<b>A</b>
<b>Baggerwerkzaamheden Pearl River</b>	Vaar-, bagger-, en verspreidingstijden; bagger en verspreidingslocaties	Gewicht lading, Scheepsnaam	<b>A</b>
<b>Baggeren Duitsland</b>	Vaar-, bagger-, en verspreidingstijden; bagger en verspreidingslocaties		<b>A</b>
<b>Heien RWE</b>	Voor elke heisessie gedetailleerde informatie over tijden, locatie en heispecificaties	Hamertype, heidiepte, rig-id	<b>A</b>
<b>Trilblok buis en planken GSP</b>	Datum, begin- en eindtijd per dag, aantal buizen, tijd per buis	doorsnee-buis	<b>C*</b>
<b>Trillen damwanden RWE</b>	Datum, begin- en eindtijd per dag, locaties		<b>C*</b>
<b>Trillen damwanden NUON</b>	Datum, begin- en eindtijd per damwand, werkgebied	Hamertype, scheepsnaam	<b>A</b>
<b>Stenen plaatsen RWE</b>	Datum, begin- en eindtijd plaatsen, locatie		<b>B</b>
<b>Schroeven van Palen RWE</b>	Datum, begin en eindtijd per paal, locatie	Specificaties hamertype, heidiepte	<b>A</b>
<b>Peilingen maandelijks</b>	Datum, begin en eindtijd, locatie	Sonar-informatie, scheepsnaam	<b>A</b>
<b>Peilingen GSP</b>	Begin- en einddatum, globale tijd, locatie	Sonar-informatie, Scheepsnaam	<b>A</b>
<b>Peilingen Geoplus</b>	Begin- en einddatum, globale tijd, locatie	Sonar-informatie, Scheepsnaam	<b>A</b>
<b>Steam blow NUON</b>	Datum, begin en eindtijd per dag, locatie	Blow specificaties	<b>B</b>

\* Deze indeling is gebaseerd op de aanname dat onderbrekingen van meer dan 10-15 minuten tussen de opgegeven begin- en eindtijden voorkwamen.

### 3.2.2 Rigid Inflatable Boats (RIBs)

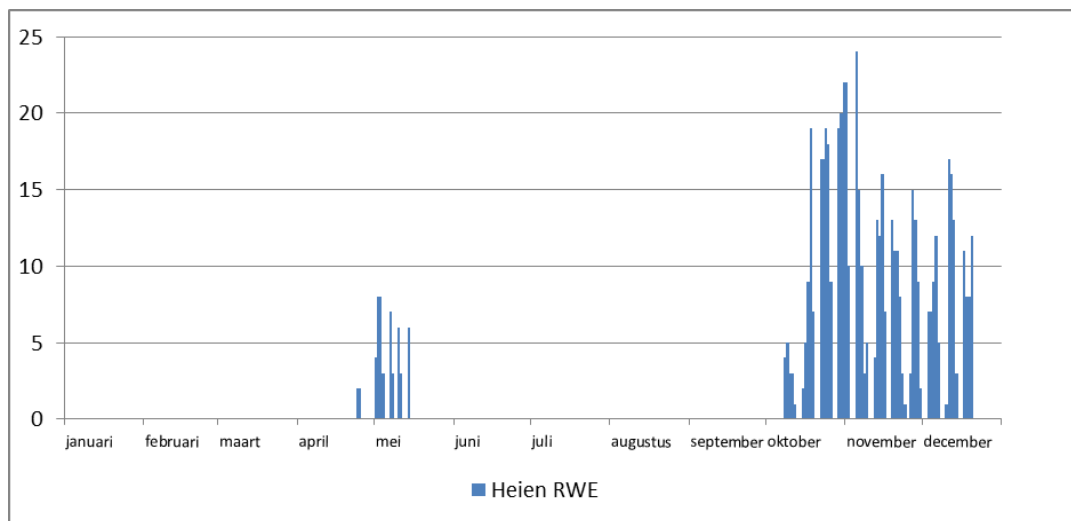
Net als in voorgaande jaren vonden in 2012 vaartochten met 'Rigid Inflatable Boats' (RIB's) plaats in de Eemshaven (106) en de haven van Delfzijl (5). Deze RIB's varen met passagiers rond in de haven en tot september verlieten ze tijdens hun tocht ook even kort de haven. Na september is dat niet meer voorgekomen. Dit jaar zijn de meeste tochten met twee boten uitgevoerd. De tochten duurden gemiddeld 45 minuten, ontbrekende tijden zijn met behulp van dit gemiddelde uitgerekend. Een enkele keer is er,



naast de twee RIB's, ook nog met een sleepboot gevaren. De meeste RIB-tochten werden op dinsdag en vrijdag gehouden, hoewel er ook op alle andere weekdays wel werd gevaren (zie ook figuur 6).

### 3.2.3 Heien en trillen

In 2012 is er, net als in 2011, alleen door RWE geheid. Hierbij worden holle buizen geheid die met beton worden volgegoten. Deze holle buis wordt vervolgens van de betonnen paal 'geheid'. Dit laatste geeft twee heimomenten per paal: bij het erin slaan ('pile') en bij het eruit heien van het omhulsel ('pull'). De hei-activiteiten vonden voornamelijk aan het einde van het jaar plaats (figuur 4), met uitzondering van een korte periode in mei. Totaal zijn er 745 palen geheid, met een gemiddelde van ruim 8 palen per dag. Het maximum was 24 palen op een dag.



Figuur 4. Een overzicht van hei-activiteiten in 2012, uitgedrukt als aantal geheide palen per dag. NUON en GSP hebben in 2012 geen hei-activiteiten laten uitvoeren.

Er zijn in 2012 zowel door NUON als door RWE minder damwanden geplaatst dan in 2011. NUON heeft in mei, juni en september in totaal 80 damwandplanken geplaatst (figuur 3). RWE heeft verspreid over het jaar vier keer damwanden geplaatst of uitgetrokken. Het is niet bekend hoeveel planken gebruikt zijn.

In 2012 is ook minder gebruik gemaakt van het trilblok. Het trillen van de buispalen en planken vond met name plaats in februari en augustus/september (figuur 3). Bij het trillen van buispalen en planken ('TrilblokBuisplanken GSP') met behulp van een trilblok in de Eemshaven werden verschillende formaten gebruikt. In totaal werden gemiddeld ruim 12 buispalen/damwandplanken per werkdag getrild, de gemiddelde triltijd over alle planken is 20 minuten per plank.

Nieuwe werkzaamheden dit jaar waren het schroeven van palen door RWE op de bouwplaats in juni/juli en het steam blowen van de leidingen door NUON in mei/juni en augustus (figuur 3).

### 3.2.4 Baggeren, peilingen en stenen plaatsen

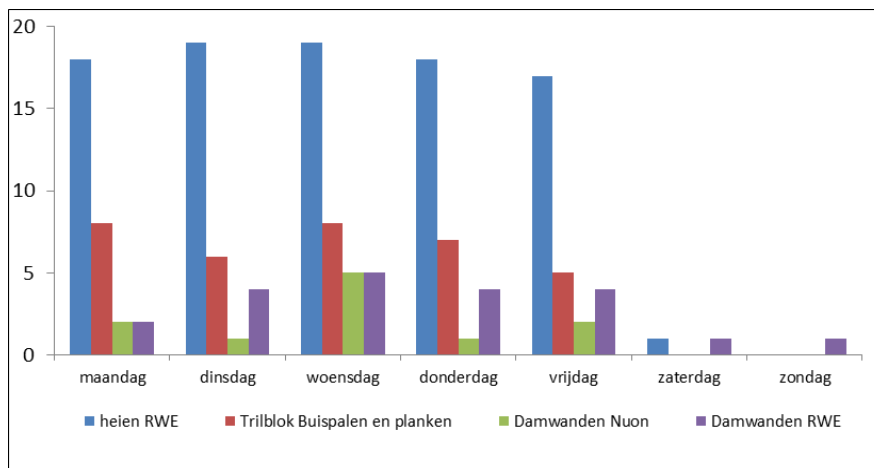
In en rond het studiegebied vonden verschillende baggerwerkzaamheden plaats. Verreweg het meeste baggerwerk, het baggeren van de Eemsgaol, werd door Duitse baggeraars uitgevoerd. Met uitzondering van het baggeronderhoud van GSP, waarbij op het tij werd geploegd, werd verspreid op de Nederlandse verspreidingslocaties P1, P5A en P6 en de Duitse locaties K5 en K7 (figuur 2). Een derde verspreidingslocatie (K2) ligt buitengaats. De bagger- en verspreidingslocaties zijn over het algemeen nauwkeurig aangegeven.

In het gebied werden ook peilingen uitgevoerd. De meeste peilingen vonden plaats vanwege de bouwactiviteiten, alleen de maandelijkse peilingen (het monitoren van de Eemshaven) behoren tot de reguliere werkzaamheden. Er is meer gepeild dan in 2011 en voornamelijk aan het begin en het eind van het jaar (figuur 3). De meeste peilingen vonden plaats in de haven en op de verspreidingslocaties van de Nederlandse baggeraars.

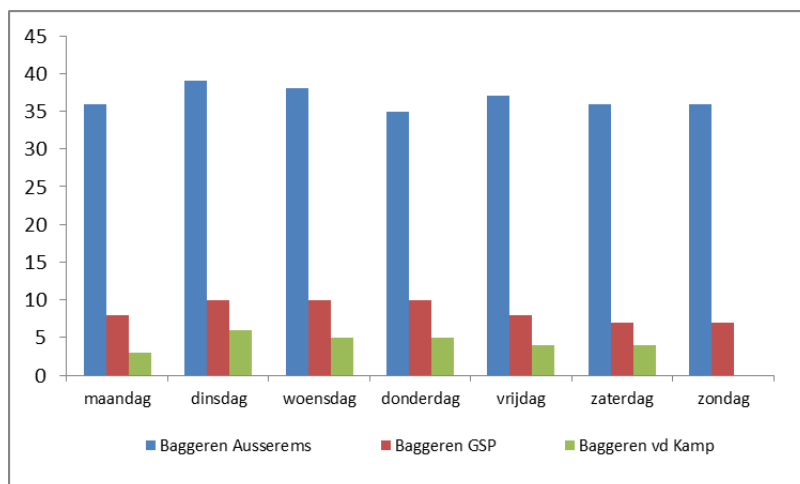
Het plaatsen van stenen door RWE vond vooral in februari en maart plaats, waarbij de stenen met een kraan en een grijper in het water werden gelegd (figuur 3).

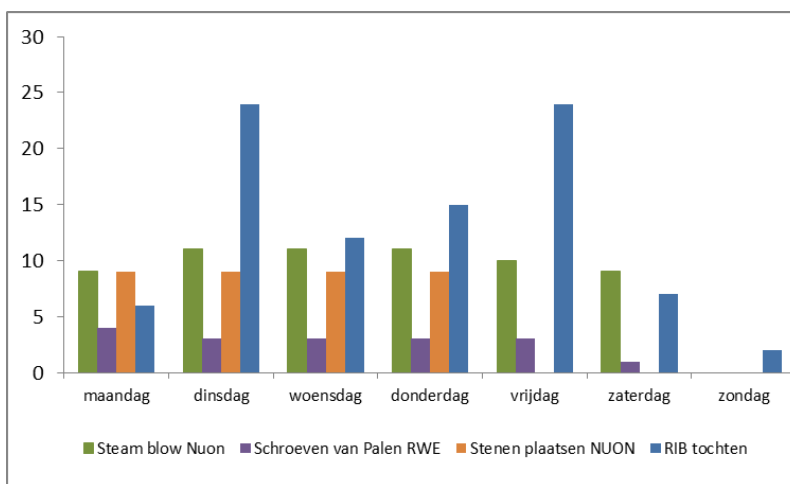
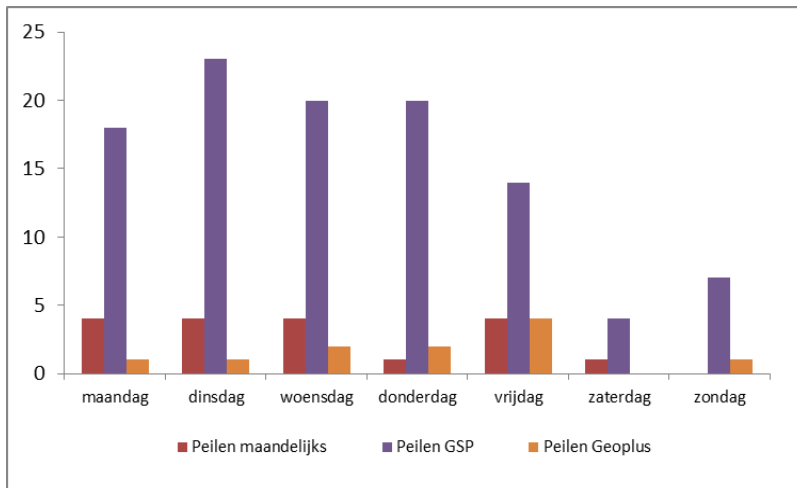
### 3.2.5 Verdeling van activiteiten gedurende de week

Het merendeel van de gerapporteerde activiteiten vond plaats op werkdagen van maandag tot vrijdag (figuur 5 en figuur 6). Uitzondering hierop is het meeste baggerwerk en een deel van de peilwerkzaamheden die in mindere mate ook in het weekend doorgingen. Het baggeren van de Eemsgeul door Duitse baggeraars gebeurde alle dagen van de week. Opvallend is dat de diverse heiwerkzaamheden tot de werkweek beperkt bleven. Binnen de werkweek is er geen duidelijke voorkeur voor bepaalde dagen, met uitzondering van de RIB-tochten die iets vaker op dinsdag en vrijdag plaatsvonden.



Figuur 5. Overzicht van de gerapporteerde hei- en trilactiviteiten per weekdag rond de Eemshaven in 2012. De y-as geeft per weekdag het aantal dagen weer waarop de activiteiten hebben plaatsgevonden.



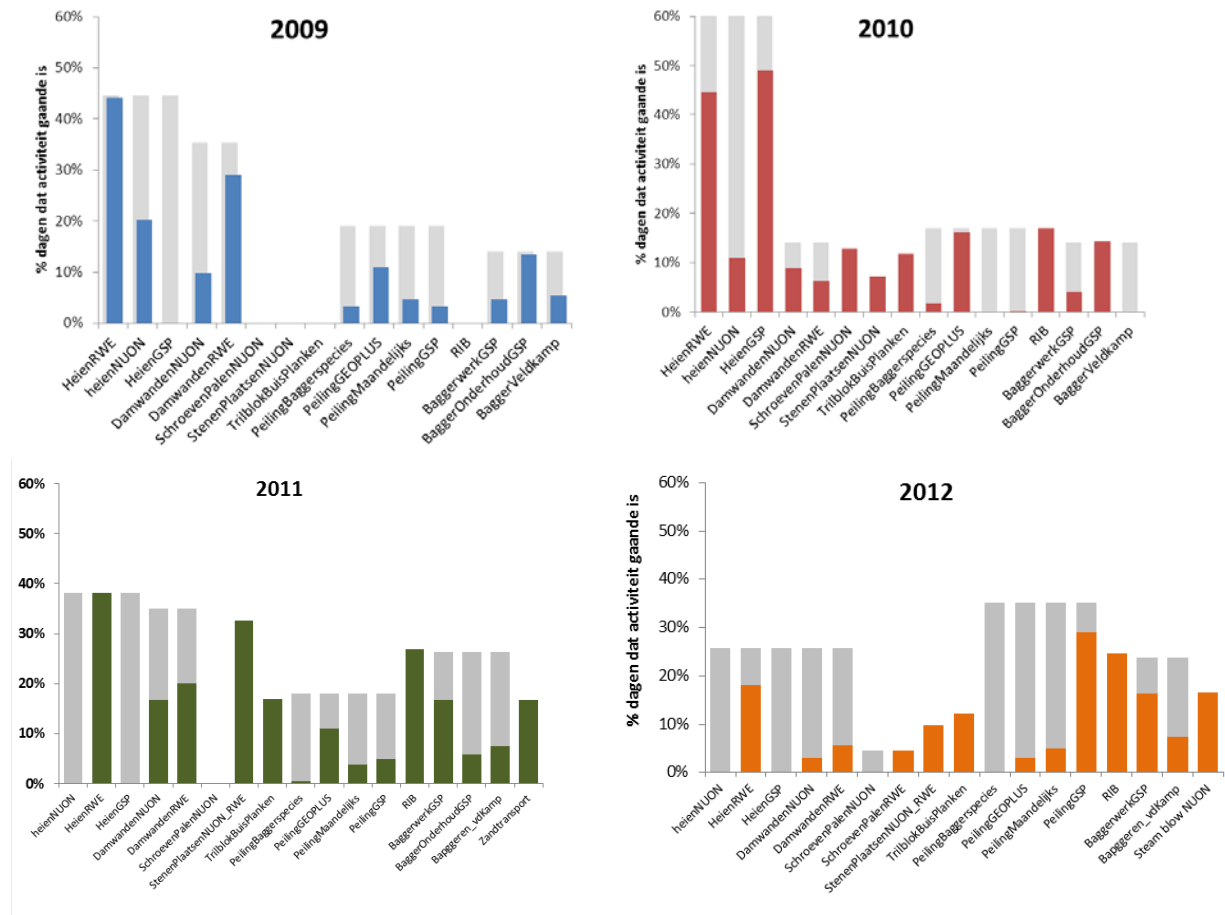


*Figuur 6. Verdeling over de dagen van de week van de baggerwerkzaamheden in en rond de Eemshaven en de Eems (boven), de gerapporteerde peilwerkzaamheden (midden) en de RIB tochten, het schroeven van palen, het stenen plaatsen en de steam blow activiteiten (onder) in 2012. De y-as geeft per weekdag het aantal dagen weer waarop de activiteiten hebben plaatsgevonden, met uitzondering van de RIB's, waarbij het aantal tochten per weekdag is weergegeven.*

### 3.2.6 Vergelijking van activiteiten door de jaren heen

Een vergelijking tussen de jaren sinds 2009 maakt duidelijk dat over het algemeen ook in 2012 weer minder bouwgerelateerde activiteiten hebben plaatsgevonden. Figuur 7 laat zien hoeveel procent van de dagen de verschillende activiteiten plaatsvonden. In deze figuur is duidelijk te zien dat bijvoorbeeld de hei-activiteiten, die in 2010 nog op 60% van de dagen plaatsvonden, in 2011 zijn afgenomen naar bijna 40% en in 2012 verder zijn gezakt naar 25% van de dagen.

De peil- en baggerwerkzaamheden vertonen door de jaren heen een gevarieerder beeld: in 2012 is het peilen weer toegenomen en het baggerwerk ongeveer gelijk gebleven. Het baggeren van de geul vanaf Emden door de Duitse baggeraars is hier buiten beschouwing gelaten, dit is geen bouwgerelateerde activiteit. Dat geldt ook voor de meeste scheepvaart. Naast de gerapporteerde werkzaamheden hebben er nog een groot aantal andere activiteiten in het gebied plaatsgevonden die niet in dit rapport zijn geanalyseerd. Dit betreft met name werkzaamheden uitgevoerd voor anderen dan de initiatiefnemers.



Figuur 7. Percentage dagen dat de gerapporteerde individuele activiteiten met betrekking tot de bouwwerkzaamheden plaatsvonden in 2009, 2010, 2011 en 2012 (gekleurde balken). In het grijs erachter is het totale percentage dagen voor de gemelde activiteiten per groep weergegeven (met andere woorden: de som van dagen waarop activiteit per groep wordt uitgevoerd: heien, damwanden, peilen en baggeren). Omdat binnen eenzelfde activiteit meerdere bedrijven op dezelfde dag actief kunnen zijn, is het grijze deel niet noodzakelijk de som van de verschillende bedrijven binnen die activiteit.

### 3.3 Discussie

De gegevens over de bouwwerkzaamheden zijn op tijd aangeleverd en waren van goede kwaliteit. Met uitzondering van de scheepvaartgegevens worden de in dit hoofdstuk beschreven data in het deelonderzoek cameraobservaties gebruikt. Om meer informatie over de scheepvaart in het gebied te verkrijgen, heeft IMARES in 2012 wederom gedetailleerdere gegevens over de scheepvaartbewegingen uit het AIS (Automatic Identification System) opgevraagd, dit keer met succes. Deze gegevens zijn in een apart hoofdstuk beschreven.

In 2012 zijn over het algemeen de bouwgerelateerde werkzaamheden, ten opzichte van 2011, afgenomen. Vooral de he- en vergelijkbare activiteiten zoals het trillen van damwanden zijn sinds 2010 duidelijk afgenomen. Ook is er iets minder gebaggerd dan vorig jaar. De peilwerkzaamheden daar en tegen zijn juist wat toegenomen. Het hele jaar rond en op alle dagen van de week vonden er scheepsbewegingen plaats in het Eems-Dollardgebied.

Er werd voornamelijk van maandag tot vrijdag gewerkt en in mindere mate tijdens het weekend. Vooral de heiwerkzaamheden waren beperkt tot werkdagen en vonden alleen bij hoge uitzondering in het weekend plaats. Peilen en baggeren beperkten zich echter niet tot de werkweek, maar gingen regelmatig ook in het weekend door en buiten de reguliere werktijden (07:00 – 19:00).

## 4 Zeehonden – vliegtuigtellingen

In het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) worden ieder jaar de gewone en de grijze zeehonden geteld. Ten behoeve van de GSP-monitoring zijn de tellingen uitgebreid met twee gebieden in het Duitse deel van het Eemsgebied. Tijdens deze vliegtuigtellingen worden de zeehonden die op de platen liggen geteld. In de periode van verharings en reproductie liggen relatief de meeste dieren op de kant. De telling is een index voor de aantallen zeehonden die werkelijk aanwezig zijn; de zeehonden die in het water zijn, worden niet meegenomen.

Door ieder jaar in dezelfde periode te tellen kunnen aan de hand van deze index trends in de populatie worden onderscheiden. Er kunnen zowel veranderingen in de populatie als veranderingen in het gebruik van ligplaatsen en gebieden worden gesignaleerd. Als er nadelige ontwikkelingen worden gevonden, kan bekeken worden of deze verschuivingen gerelateerd kunnen worden aan menselijke verstoringen of aan veranderingen in natuurlijke omstandigheden. In het verleden is gebleken dat de aantallen kunnen fluctueren, hetzij als gevolg van natuurlijke variatie, hetzij als gevolg van de (weers-)omstandigheden tijdens de tellingen. Daarom kan waarschijnlijk alleen bij grote verschillen en bij eenduidige ontwikkelingen over meerdere jaren met enige zekerheid een causaal verband worden aangenomen. De gewone zeehonden in de gehele internationale Waddenzee worden als één populatie gezien, de zeehonden in de Nederlandse Waddenzee zijn daar onderdeel van. Er vindt regelmatig uitwisseling plaats tussen de zeehonden op de zandbanken in de Waddenzee, zo ook tussen de landen.

De grijze zeehonden komen eveneens in de gehele Waddenzee van Denemarken tot Nederland voor. De aantallen zijn in de jaren 2008-2012 gegroeid, en het grootste deel van de grijze zeehondenpopulatie werd in Nederland gezien.

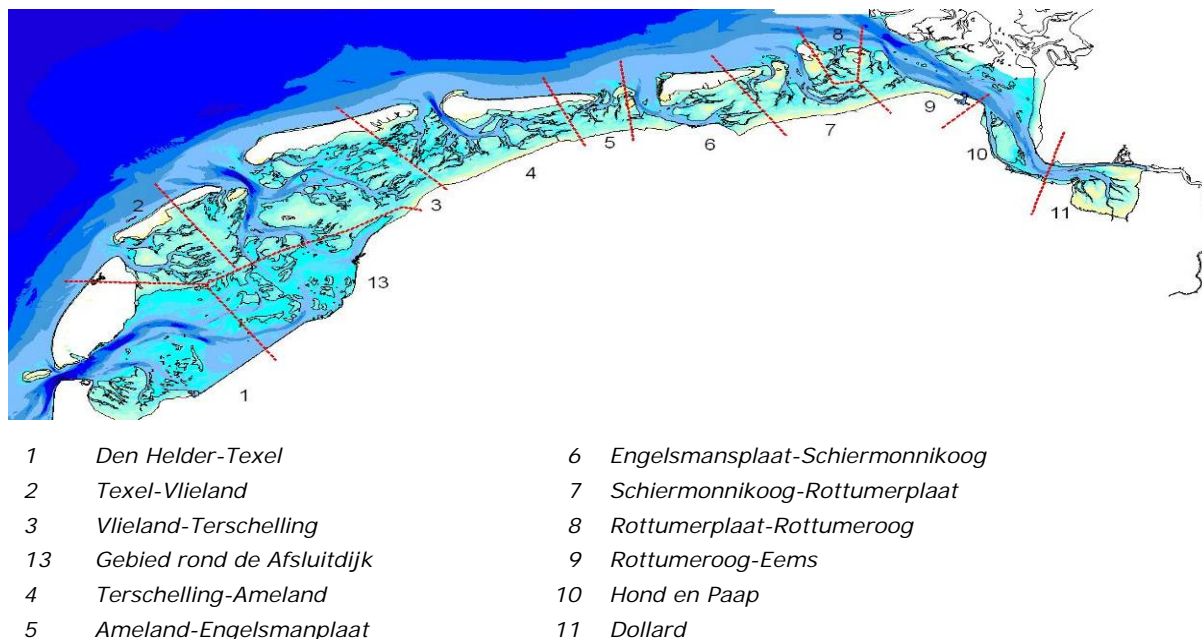
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de vliegtuigtellingen uit 2012 besproken. Trends en ontwikkelingen in het Eemsgebied worden vergeleken met die in de rest van het Waddengebied om zo ontwikkelingen op populatieniveau in beeld te brengen en deze te kunnen toetsen aan de instandhoudingsdoelstellingen, die uitgaan van behoud van de verspreiding, uitbreiding van de omvang van de populatie en verbetering van de kwaliteit van het leefgebied.

### 4.1 Methodes

De tellingen van de gewone en grijze zeehonden vanuit een vliegtuig vinden plaats in de periodes dat het aantal dieren dat op de kant ligt het meest constant is. Dit is voor de grijze zeehonden de periode november-januari (zoogperiode) en maart/april (verharingsperiode) en voor de gewone zeehonden juni/juli (zoogperiode) en augustus (verharingsperiode) (Brasseur 2009). Met de tellingen worden twee parameters bepaald: aan de hand van het totaal aantal getelde dieren in de verharingsperiode wordt de jaarlijkse aantalsverandering bepaald en aan de hand van het aantal getelde pups wordt de pup-productie berekend. Om een goed beeld te krijgen van het aantal geboren pups en het moment waarop dit aantal een piek vertoont, wordt minimaal drie keer in de geboorteperiode geteld. Tijdens de verharingsperiode wordt twee keer geteld (Brasseur *et al.* 2013).

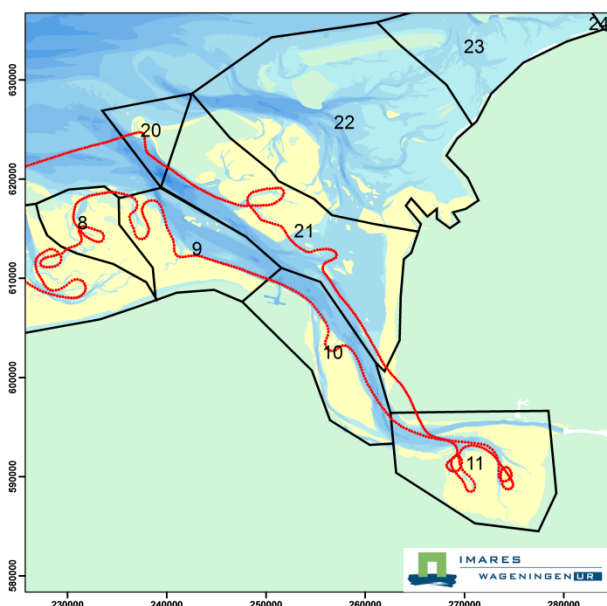
De standaardmonitoring voor de gewone zeehond wordt sinds de jaren zeventig uitgevoerd gedurende de eerder genoemde geboortepiek (juni/juli) en de verharingspiek (augustus). In deze periode komen de meeste dieren aan de kant en is de variatie het kleinst (Brasseur 2010a). In getijdegebieden zoals de Waddenzee worden de meeste dieren rond laagwater op de zandbanken worden waargenomen. In de praktijk betekent dit dat in gebieden waar ligplaatsen zijn, gevlogen wordt in de periode van één uur vóór tot één uur na laagwater. Bovendien wordt de telling gehouden tussen 11.00 uur en 15.00 uur omdat dit de periode is waarop overdag de meeste dieren op de kant komen

(<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Populatie-Gewone-Zeehonden-in-de-Nederlandse-Waddenzee.htm>; Reijnders *et al.* 2003, Brasseur *et al.* 2013).



Figuur 8. Onderverdeling van het Nederlandse deel van de Waddenzee in deelgebieden.

Op een hoogte van minstens 500 ft (ruim 150 m) wordt de gehele Waddenzee afgevlogen van Den Helder tot en met Borkum en worden alle bekende ligplaatsen bezocht. De Waddenzee is onderverdeeld in 13 deelgebieden (figuur 8). Ten behoeve van dit onderzoek worden extra vluchten uitgevoerd en, in het Duitse deel van de Eems, nog twee extra deelgebieden geteld (figuur 9). Het team aan boord van het vliegtuig bestaat naast de piloot uit een waarnemer/vluchtleider en een extra waarnemer. Sinds 2004 worden tijdens de vlucht van elke waargenomen zeehond of zeehondengroep digitale foto's gemaakt, waarbij de ligplaatslocaties automatisch met behulp van GPS worden geregistreerd (zie ook figuur 9). De aantallen zeehonden per locatie worden vervolgens bepaald door de genomen foto's op een groot scherm te projecteren en te analyseren. In de geboorteperiode wordt hierbij voor beide soorten zeehonden onderscheid gemaakt tussen pups (jonge zeehonden) en dieren ouder dan één jaar. De verzamelde data worden opgeslagen in het databaseprogramma Microsoft Access™ en verder bewerkt met behulp van het geografisch informatiesysteem ARC-GIS (ESRI™). Tot 1995 werden de zeehonden direct vanuit het vliegtuig geteld en de vastgestelde aantallen op een bandrecorder ingesproken. De groepen zeehonden waren in die tijd nog klein (Ries *et al.* 1999) zodat ze op die manier nog precies konden worden geregistreerd. In de periode tot 2004 werden dia-opnames gemaakt, en de aantallen achteraf bepaald. Alle data die in dit rapport zijn geanalyseerd zijn met dezelfde telmethode verzameld.



Figuur 9. Situering van de deelgebieden in het Eemsgebied. Ook de Duitse deelgebieden zijn hier genummerd. De deelgebieden 9 (Sparregat), 10 (Hond en Paap), 11 (Dollard), 20 (Borkum) en 21 (Randzelgat) behoren tot het studiegebied. De rode lijn geeft een voorbeeld van een vluchtroute bij een zeehondentelling ten behoeve van deze studie in het Eemsgebied.

In 2012 zijn in totaal 13 tellingen gepland en uiteindelijk zijn de deelgebieden rond de Eems 11 keer onderzocht (tabel 4). Met name in de wintermaanden, wanneer de waarnemingscondities ingrijpender door het weer bepaald worden en de dagen zeer kort zijn, kan het voorkomen dat vluchten niet doorgaan of moeten worden afgebroken, zo ook op 22 november en deels op 8 december 2012. De telling op 22 december is volledig vervallen vanwege de slechte weersomstandigheden.

Tabel 4. Overzicht van de uitgevoerde vluchten ten behoeve van de zeehondenmonitoring in 2012. De getelde deelgebieden 9) Sparregat (Rottumeroog-Eems in figuur 8); 10) Hond en Paap; 11) Dollard; en in Duitsland 20) Borkum en 21) zuiden van Borkum of Randzelgat, zijn aangevinkt (v).

Datum	Reden van telling	9	10	11	20	21
20-mrt-12	grijze zeehond monitoring in combinatie met Eems-telling	v	v	v	v	v
30-mrt-12	grijze zeehond monitoring in combinatie met Eems-telling	v	v	v	v	v
03-apr-12	grijze zeehond monitoring in combinatie met Eems-telling	v	v	v	v	v
12-jun-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
16-jun-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
29-jun-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
02-jul-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
12-aug-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
15-aug-12	Reguliere monitoring	v	v	v	v	v
22-nov-12	grijze zeehond monitoring (afgebroken)					
08-dec-12	grijze zeehond monitoring	v	v		v	v
10-dec-12	grijze zeehond monitoring in combinatie met Eems-telling	v	v	v	v	v
22-dec-12	grijze zeehond (vervallen vanwege het weer)					

#### Vergelijking met andere gebieden; langetermijnperspectief

De aantallen zeehonden die binnen het studiegebied voorkomen staan niet op zichzelf, maar zijn onderdeel van een grotere populatie. De zeehonden die voorkomen in de gehele internationale Waddenzee worden als één populatie beschouwd. Na de sterke aantalsafname door virusepidemieën in 1988 en 2002 zijn de zeehondenaantallen in de Nederlandse Waddenzee sterk gestegen. De algemene stijging als ge-

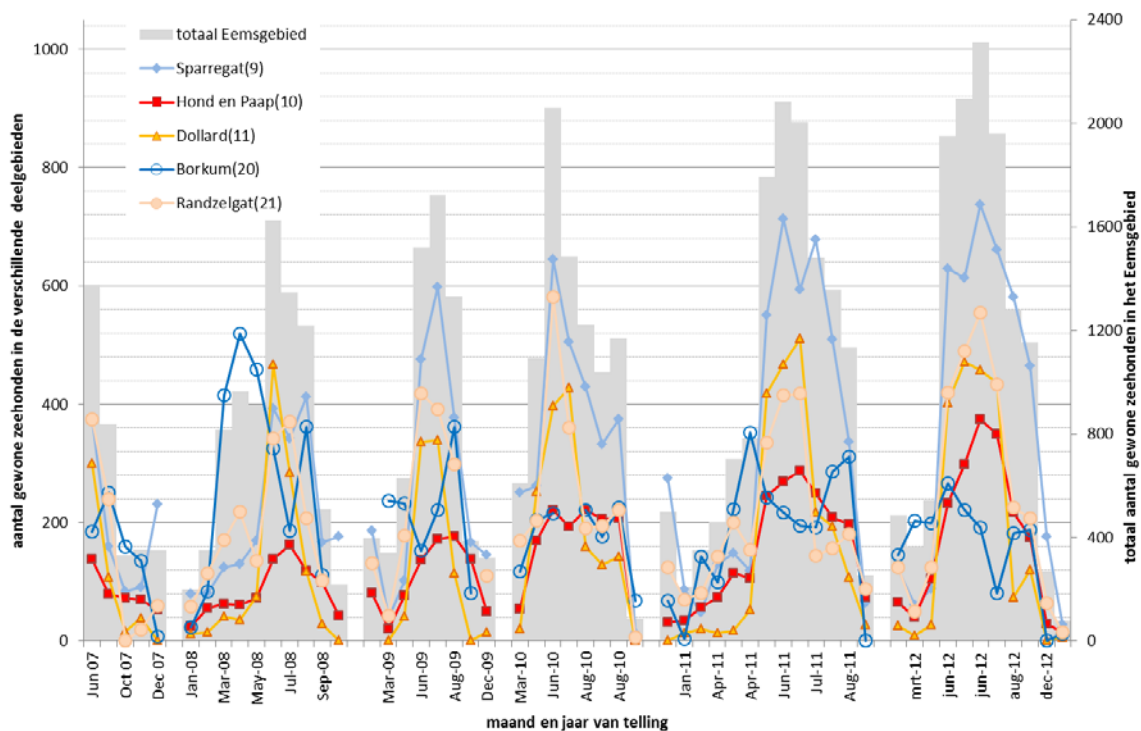
volg van het herstel van de populatie na jarenlange jachtdruk, vervuiling en virusinfecties (Reijnders 1986; 1992) bemoeilijkt de analyse van mogelijke effecten op de lokale aantalsontwikkelingen in de onderscheiden deelgebieden in het Eemsgebied en het mogelijke mechanisme achter deze ontwikkelingen. Om dit probleem enigszins te ondervangen is ook gekozen voor een benadering waarbij gekeken wordt naar verschuivingen in het relatieve belang van elk deelgebied als aandeel van de totale aantallen in de Nederlandse Waddenzee. Door het ontbreken van gegevens voor het eind van 2007 kan het relatieve belang voor de Duitse deelgebieden Borkum (gebied 20) en Randzelgat (gebied 21) alleen voor de periode vanaf 2008 worden bepaald.

## 4.2 Resultaten

### 4.2.1 Gewone zeehonden

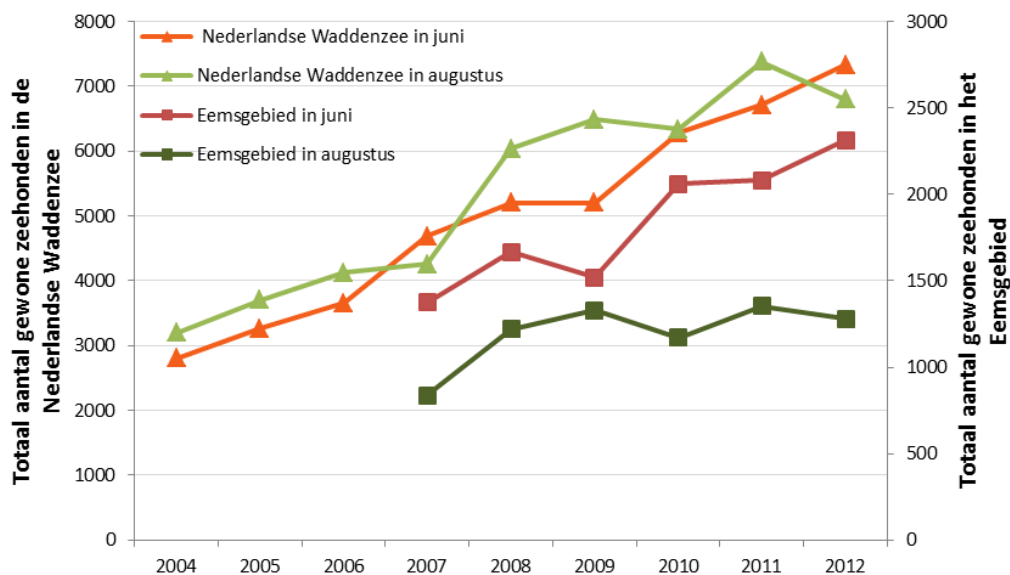
#### *Tellingen in het Eemsgebied*

Eind juni 2012 is een maximum van 2315 gewone zeehonden in het Eemsgebied geteld (figuur 10A). Dit is ruim 200 dieren meer dan de 2083 individuen die maximaal in 2011 werden waargenomen en bijna 1000 meer dan bij de start van het project in 2007. Deze toename van de aantallen in juni komt in verhouding overeen met de toename van de getelde aantallen in juni van de Nederlandse populatie (figuur 10B). In augustus, tijdens de verharingspiek, zijn de aantallen in 2012 wat lager dan in 2011: respectievelijk 1280 en 1355 (figuur 10A). Deelgebied 20 (bij Borkum) wijkt ook in 2012 af van de andere deelgebieden en vertoont nauwelijks een piek in juni. De algemene trend is een toename van de aantallen in het totale gebied, vooral in juni.

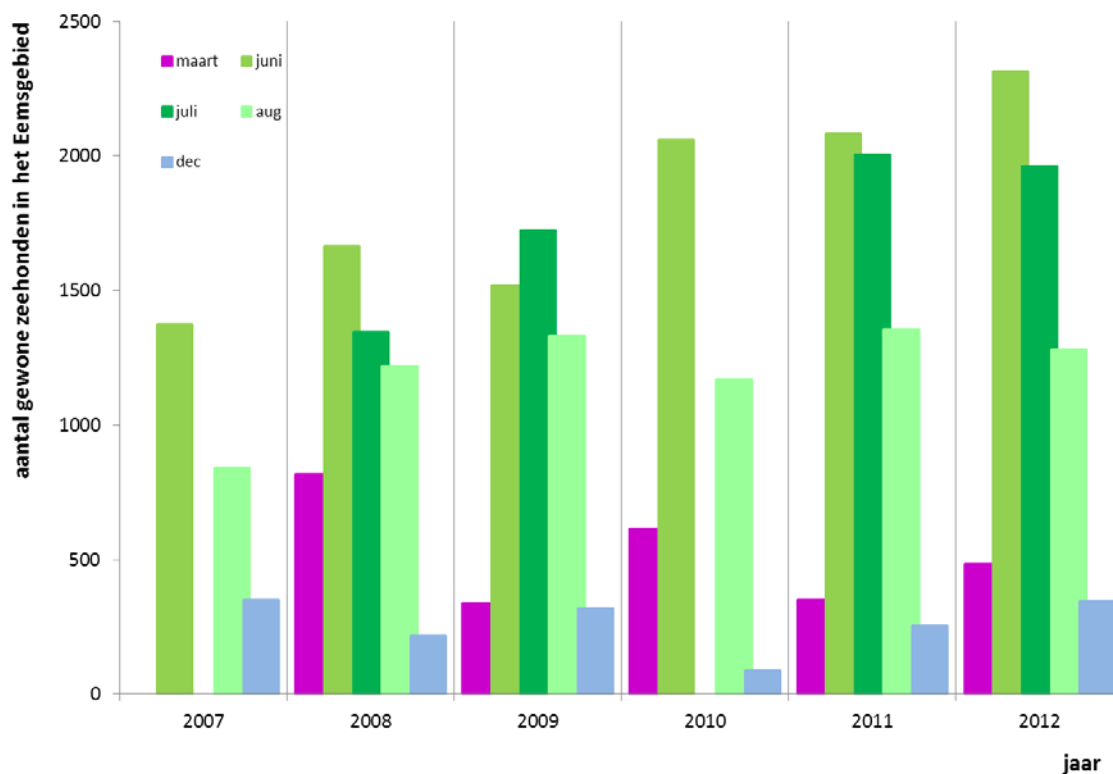


Figuur 10A: Resultaten van de tellingen van gewone zeehonden per deelgebied voor de jaren 2007-2012 (linker-as). De rechter-as hoort bij de totaalaantallen (grijze balken) van alle deelgebieden in het Eemsgebied.





Figuur 10B: Vergelijking tussen de totaalaantallen in de Nederlandse Waddenzee en het Eemsgebied sinds de laatste virusinfectie, zowel voor de reproductie (juni) als de verharingsperiode (augustus). De aantallen in het Duitse deel van het Eemsgebied zijn niet meegenomen in het totaal van het Nederlandse deel van de Waddenzee.

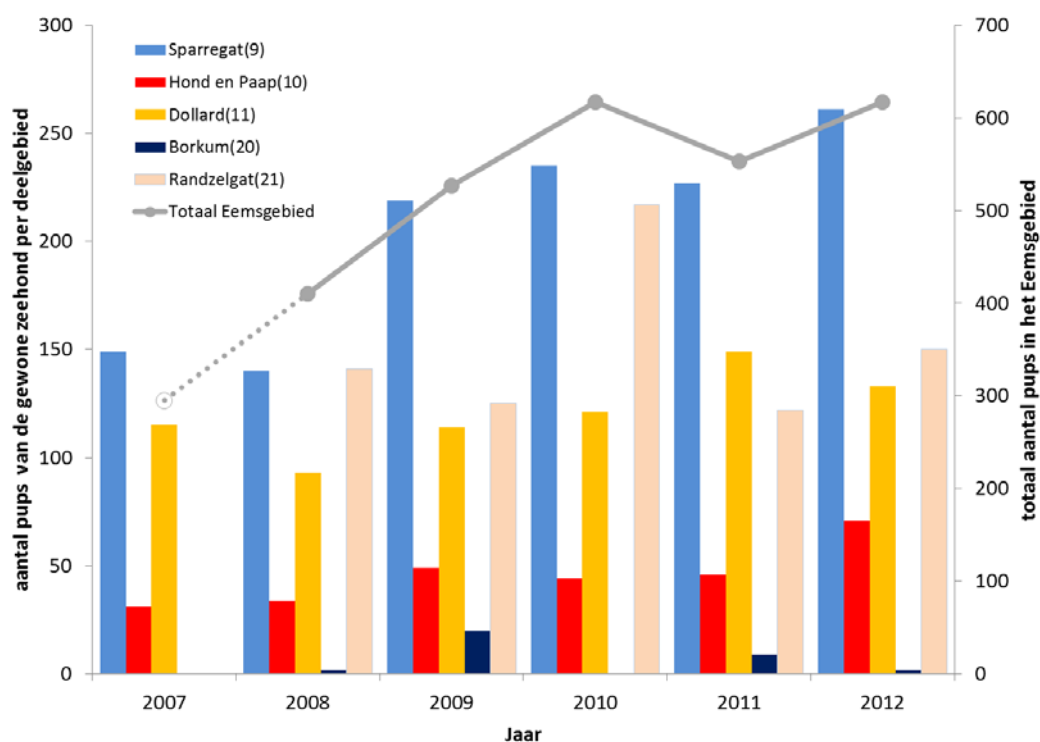


Figuur 11. Veranderingen van totale aantallen gewone zeehonden in het Eemsgebied voor de verschillende maanden. In 2007 en 2010 is niet in juli geteld, als gevolg van een ongunstig tij ten opzichte van de geboortepiek.

De piek van de aantallen gewone zeehonden in het Eemsgebied ligt dus, net als in de voorgaande jaren, in juni (figuur 11), terwijl de aantallen tijdens de verharingsperiode in augustus beduidend lager zijn ten opzichte van juni.

### Pups

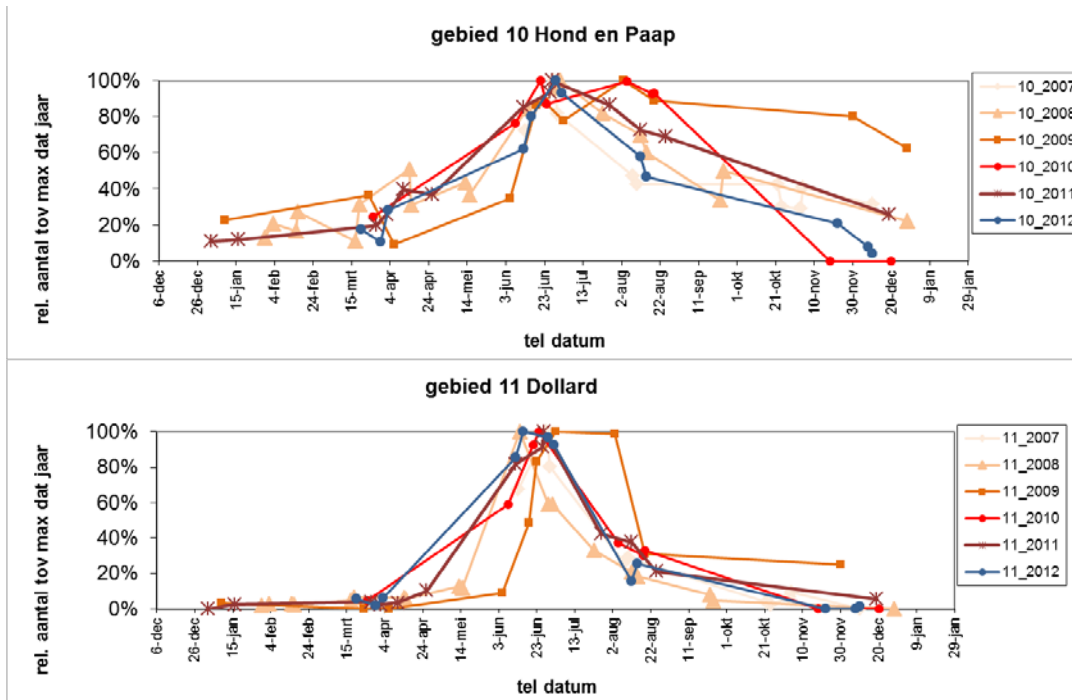
Ook in 2012 zijn in het Eemsgebied gewone zeehonden geboren. Tot 2010 nam het aantal pups toe, waarna na een dip in 2011 het totaal aantal pups in 2012 weer terug is bij het niveau van 2010. In figuur 12 is te zien dat het aantal pups in de deelgebieden Sparregat (9), Randzelgat (21) en Hond en Paap (10) is toegenomen: in 2012 respectievelijk 261, 150 en 71, in 2011 waren die aantallen respectievelijk: 227, 122 en 46. De Dollard (11) daarentegen is afgenomen (van 149 in 2011 naar 133 in 2012) en dat geldt ook voor Borkum (20): van 9 in 2011 naar 2 in 2012. Voor alle gebieden rond de Eems samen is een toename in de pups ten opzichte van 2011 van 11% berekend. Het aantal pups in het Nederlandse deel van de Waddenzee is ten opzichte van 2011 gelijk gebleven, terwijl in de gehele Internationale Waddenzee een stijging in het aantal pups van 3% te zien was (Galatius 2012).



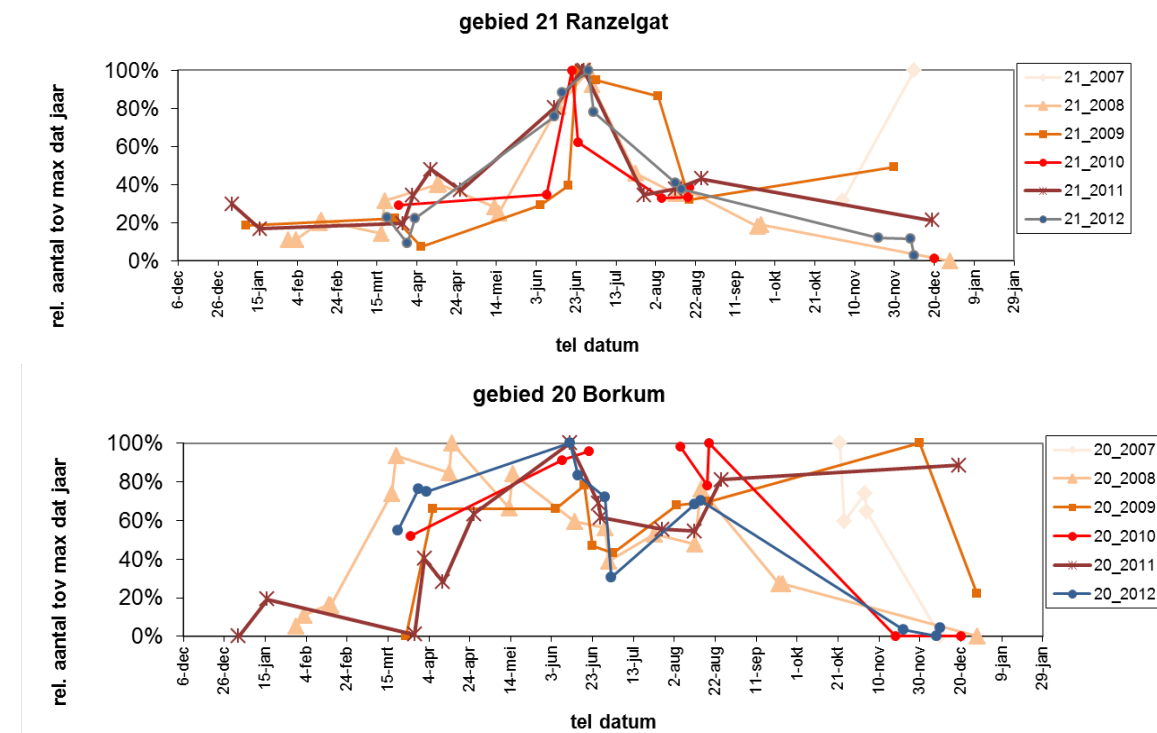
Figuur 12. Aantallen pups in de Eems-deelgebieden. Gebiedsnummers: 9, Sparregat; 10, Hond en Paap; 11, Dollard; 20, Borkum (Duitsland) en 21, zuid van Borkum of Randzelgat (Duitsland). N.B. Gebied 20 en 21 werden in 2007 niet geteld. De gestippelde lijn geeft aan dat in die periode de data niet volledig waren.

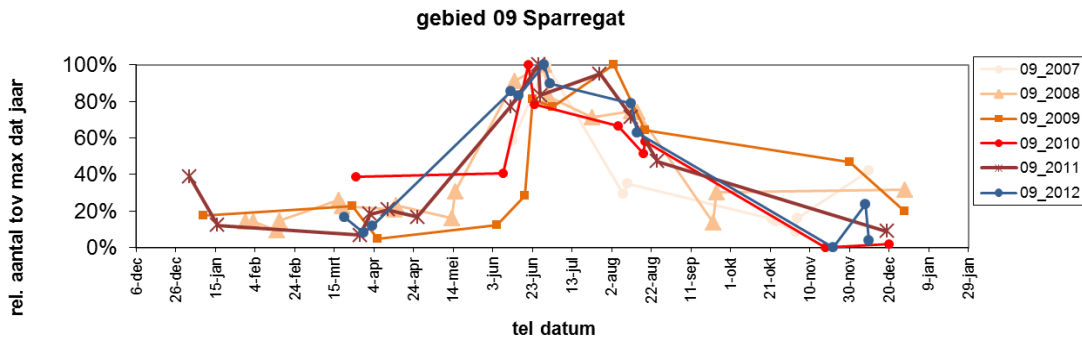
### Seizoensvariatie per deelgebied

Voor de jaren 2007 tot en met 2012 is per deelgebied de seizoensvariatie weergegeven in figuur 13 (de deelgebieden ten zuiden van de Eemshaven) en figuur 14 (de deelgebieden ten noorden van de Eemshaven). De aantallen zijn uitgedrukt als percentage van het maximum geteld aantal dieren in dat jaar. De seizoensvariatie die hiermee zichtbaar wordt is relatief.



Figuur 13. Resultaten van de tellingen van 2012 in relatie tot de tellingen in 2007 t/m 2011. Voor de gebieden ten zuiden van de Eemshaven: Hond en Paap (10) en de Dollard (11). Om te corrigeren voor de eventuele verschillen in absolute aantallen werden de resultaten gerelateerd aan het maximum van dat jaar.





Figuur 14. Resultaten van de tellingen van 2012 in relatie tot de tellingen in 2007 t/m 2011. Voor de gebieden ten noorden van de Eemshaven: het Sparregat (9), Borkum (20) en het Randzelgat (21). Om te corrigeren voor de eventuele verschillen in absolute aantallen werden de resultaten gerelateerd aan het maximum van dat jaar.

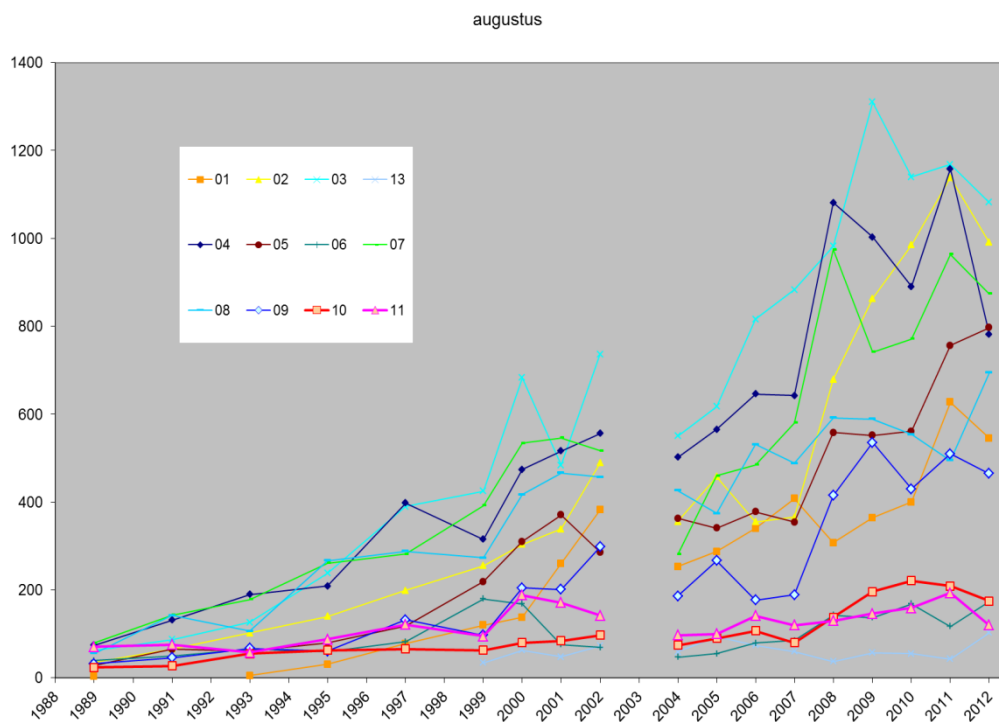
Uit figuur 13 en figuur 14 blijkt dat in alle gebiedende piek-aantallen in juni liggen, maar de piek wordt niet altijd op dezelfde dag geteld. In sommige deelgebieden waren in augustus, weliswaar minder, maar toch nog relatief veel zeehonden aanwezig. Vooral in de gebieden Dollard (11) en Ranzelgat (21) is het verschil tussen de aantallen in juni en augustus opvallend. Blijkbaar zijn de gebieden rond de Eems wel in trek als geboorte- en zooggebied, maar veel minder als verharingsgebied, dit in tegenstelling tot de meeste andere deelgebieden in de Nederlandse Waddenzee. In de winter zijn in alle deelgebieden rond de Eems relatief weinig gewone zeehonden geteld. In die periode komen in de hele Waddenzee minder zeehonden op de kant dan tijdens de reproductie en verharingsperiode (Ries 1999). Ook in het voorjaar zijn, met uitzondering van Borkum (20), relatief weinig zeehonden op de platen aanwezig. De aanwezigheid van de zeehonden binnen de verschillende deelgebieden zijn door de jaren heen vergelijkbaar, er zijn geen opvallende veranderingen in de loop van de seizoenen. Alleen 2009 lijkt hiervan af te wijken.

#### Vergelijking met andere gebieden (langetermijnperspectief)

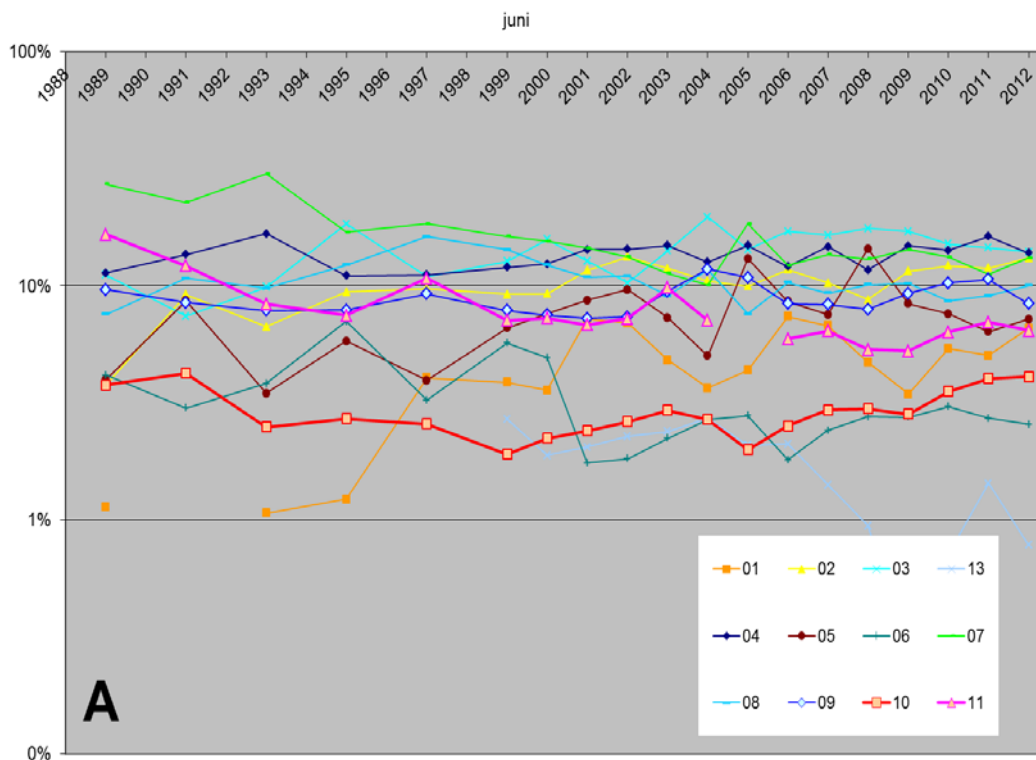
Door het ontbreken van gegevens van de Duitse deelgebieden Borkum (gebied 20) en het Randzelgat (gebied 21) kunnen langetermijnveranderingen voor deze gebieden niet worden bepaald (data van deze gebieden zijn pas vanaf eind 2007 beschikbaar). Van de telling met de maximale aantallen in de Nederlandse Waddenzee in augustus worden in figuur 15 de aantallen van de verschillende deelgebieden vanaf 1989 vergeleken. In deze figuur is ook aangegeven wanneer de telmethode is gewijzigd. In 2012 dalen ten opzichte van 2011 de getelde aantallen zeehonden in de meeste gebieden. De totaal aantallen in augustus zijn 12% lager dan het jaar ervoor (Galatius 2012). Dit is niet in alle verschillende deelgebieden gelijk. Een stijging van de aantallen vindt plaats in de gebieden 13 (Afsluitdijk), 5 (Ameland-Engelsmanplaat), 6 (Engelsmanplaat-Schiermonnikoog) en 8 (Rottumerplaat-Rottumeroog).

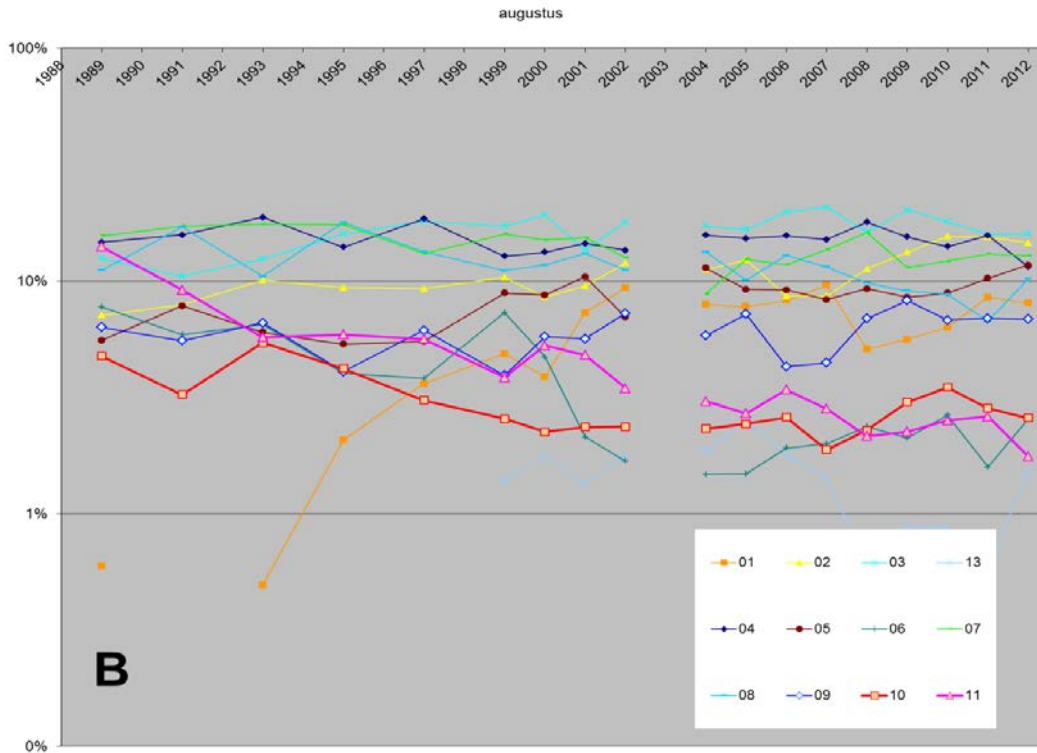
Sinds de laatste virusuitbraak in 2002 is het Sparregat (9) meegegroeid met de andere deelgebieden buiten de Eems, maar Hond en Paap (10) en Dollard (11) zijn na een geringe eerste groei op hetzelfde niveau gebleven (figuur 15).

Er kan ook op een andere manier naar de gegevens gekeken worden. Door het relatieve belang van de verschillende gebieden ten opzichte van het totaal weer te geven (figuur 16A en B) krijgen we meer inzicht in de mogelijke effecten op de aantallen in de deelgebieden. De logaritmische schaal maakt de veranderingen in de lagere percentages beter zichtbaar. Het relatieve belang van de Nederlandse deelgebieden in het Eemsgebied is in juni redelijk constant gebleven (figuur 16A). In augustus is het relatieve belang van de Hond en Paap (10) en de Dollard (11) sinds het begin van de jaren negentig in acht tot tien jaar tijd afgenomen tot het niveau van nu (figuur 16B). Dit in tegenstelling tot het Sparregat (9) dat relatief gelijk is gebleven sinds het begin van de tellingen.



Figuur 15. Overzicht van de maximaal getelde dieren in augustus van elk jaar in de verschillende deelgebieden in de Nederlandse Waddenzee. Zie voor definitie van gebieden figuur 8. Tot 1995 is vanuit de lucht geteld (pijl A), daarna worden dia's gemaakt en vanaf 2004 (pijl B) wordt m.b.v. digitale foto's en gps geteld.

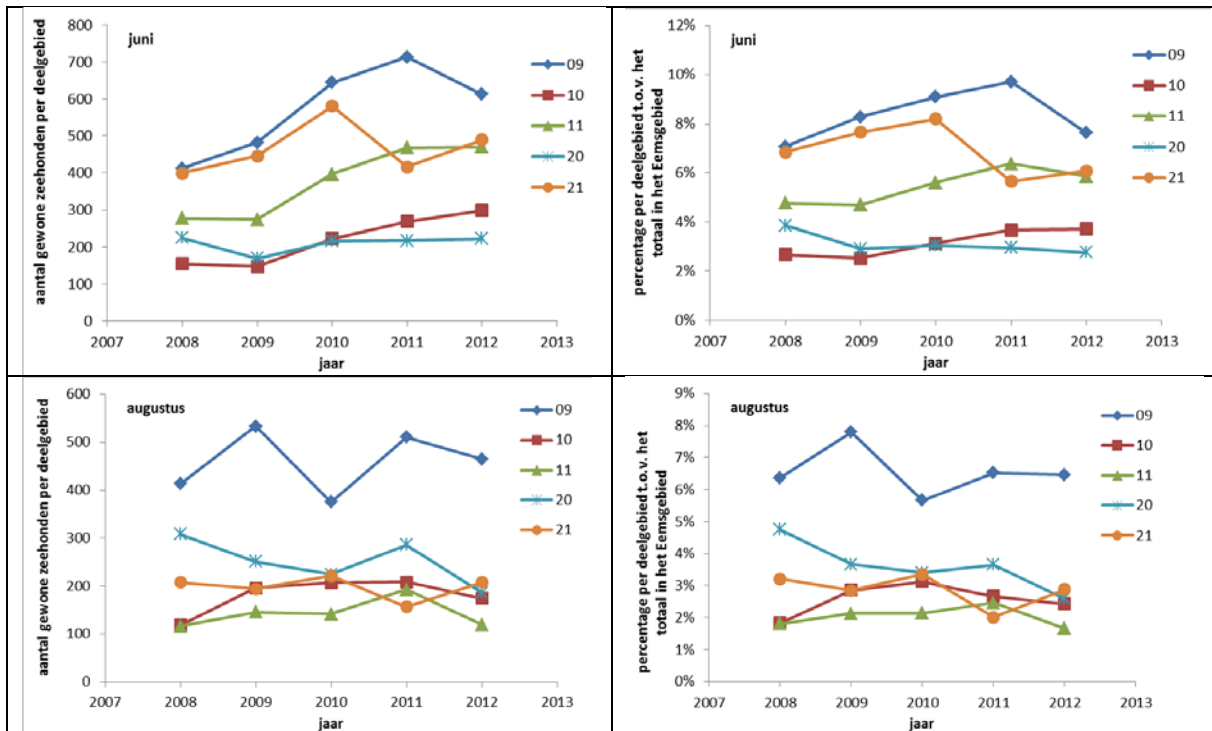




Figuur 16. Procentuele verdeling van de aantallen zeehonden over de verschillende deelgebieden in de Waddenzee, in juni (A) en augustus (B); zie voor de definitie van de gebieden ook figuur 8. De logaritmische schaal is gekozen om ook een kleine verandering zichtbaar te maken.

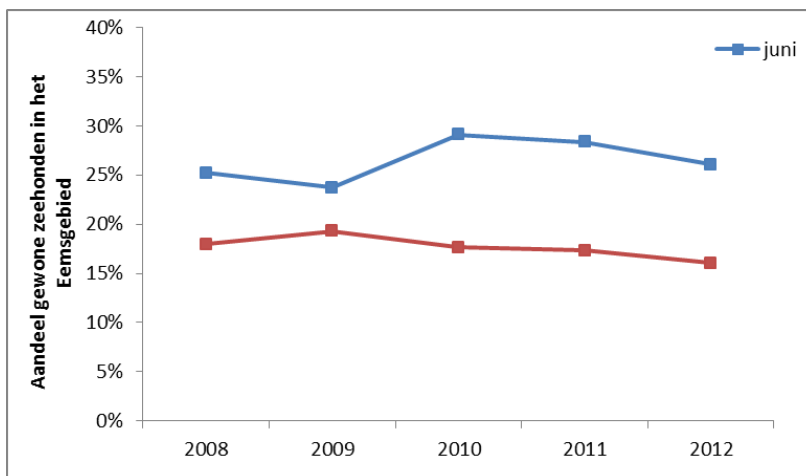
#### Absolute en relatieve veranderingen in het Eemsgebied in de laatste vijf jaar

Figuur 17 geeft de absolute en relatieve veranderingen in het Eemsgebied in de laatste vijf jaar weer, de periode waarin de te onderzoeken bouwactiviteiten vallen. In juni 2012 tijdens de geboorteperiode neemt het Sparregat (9) in belang af en neemt het belang van het Randzelgat (21) toe. De andere drie gebieden, de Hond en Paap (10), de Dollard (11) en Borkum (20) blijven ongeveer gelijk. Dit geldt zowel voor de aantallen als voor het relatieve belang. In augustus 2012 nemen, met uitzondering van het Randzelgat (21) alle deelgebieden zowel in aantal als in relatief belang af ten opzichte van het jaar ervoor. De absolute aantallen in het Sparregat (9) schommelen sterker dan in de andere gebieden. Dat geldt, in mindere mate, ook voor het relatieve belang van Borkum (20) en Randzelgat (21) in augustus.



Figuur 17 Geteld aantal dieren en relatieve verdeling in het Eemsgebied ten opzichte van het totaal aantal getelde dieren in het Nederlandse Waddengebied en de beide Duitse gebieden. Gebiedsnummers: 9, Sparregat; 10, Hond en Paap; 11, Dollard; 20, Borkum (Duitsland) en 21, zuid van Borkum of Randzelgat (Duitsland). Gepresenteerd zijn de aantallen zoals waargenomen tijdens de tellingen in de maanden juni en augustus waarbij de maximale aantallen zeehonden werden bereikt (links). Rechts staat het percentage dieren tov alle getelde dieren in het Nederlandse Waddenzeegebied.

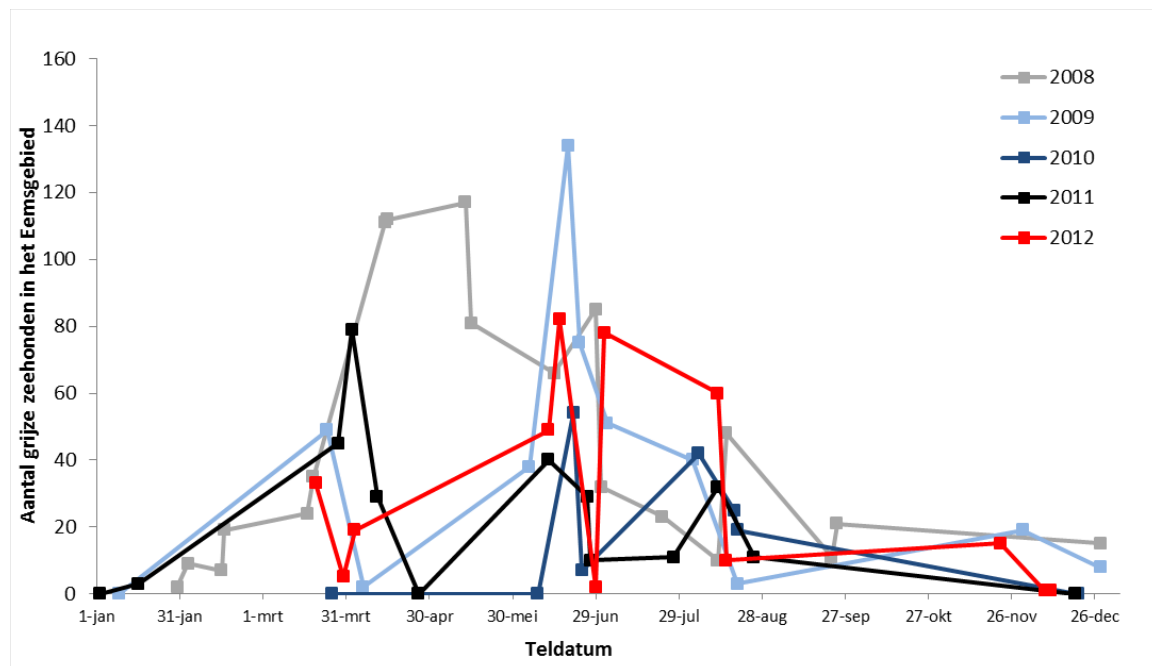
Omdat een deel van het Eemsgebied op Duits grondgebied ligt, tellen deze aantallen niet mee bij het totaal aantal van de Nederlandse Waddenzee. Om toch iets over het relatieve belang van het Eemsgebied te kunnen zeggen zijn in figuur 18 de aantallen gerelateerd aan het totaal van het Nederlandse deel van de Waddenzee plus de beide Duitse deelgebieden. Het relatief belang van het Eems-Dollardgebied als geheel neemt sinds 2009 in augustus langzaam af, terwijl het relatieve belang van het gebied als geheel in juni (de geboorteperiode) in 2009 toeneemt en sinds 2010 weer iets afneemt, maar boven het niveau van 2008 blijft (figuur 18).



Figuur 18 Het aandeel van het gehele Eemsgebied in percentages ten opzichte van het totaal aantal getelde zeehonden (Nederlandse Waddenzee en de beide Duitse deelgebieden 20 en 21 samen).

## 4.2.2 Grijze zeehonden

De meeste grijze zeehonden in het Eemsgebied liggen ten noorden van Borkum, waar zich een zandbank bevindt die vrijwel permanent droog ligt. In het Eemsgebied werden tijdens de verharingsperiode in het voorjaar van 2012 maximaal 33 dieren geteld (zie figuur 19), het maximum aantal van 82 grijze zeehonden werd, net als in 2009, in juni geteld. Tijdens de tellingen in december/januari – de geboorteperiode van de grijze zeehond – zijn ook in 2012 nagenoeg geen grijze zeehonden binnen het onderzoeksgebied waargenomen. De aantallen grijze zeehonden in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee zijn (nog steeds) zeer laag ten opzichte van het westelijke deel, en dat geldt ook voor het studiegebied van deze rapportage.

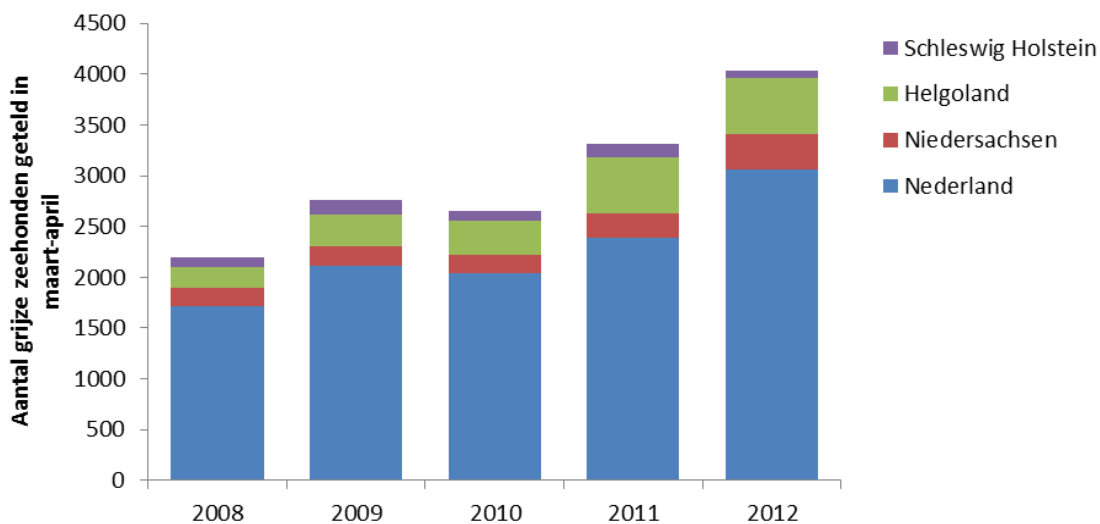


Figuur 19. Aantallen grijze zeehonden in het Eemsgebied in 2008-2012. Op een enkele uitzondering na worden de grijze zeehonden vooral op één zandbank ten noorden van Borkum gezien.

### Vergelijking met andere gebieden (langetermijnperspectief)

In 2012 werden grijze zeehonden in de gehele Waddenzee van Denemarken tot Nederland geteld, waarbij aangemerkt moet worden dat in Denemarken nog geen reguliere telling voor deze soort plaatsvindt (hier worden tijdens de zomer enkele tientallen dieren gezien (Brasseur 2012)). In Denemarken worden grijze zeehonden geteld tijdens de tellingen van de gewone zeehond. Het grootste deel van de grijze zeehonden populatie werd in Nederland gezien (3059 dieren en een groei van 29% ten opzichte van 2011 vastgesteld). De aantallen bij Helgoland zijn nagenoeg gelijk gebleven (rond de 550), de grootste procentuele groei was in Nedersachsen: 46% (348 dieren in 2012; figuur 20). De bij Borkum getelde grijze zeehonden zijn onderdeel van de tellingen van Nedersachsen. In Schleswig-Holstein daarentegen zijn de aantallen achteruitgegaan en bijna gehalveerd (van 133 in 2011 naar 72 in 2012; data CWSS; <http://www.waddensea-secretariat.org/monitoring-tmap/topics/marine-mammals>).





Figuur 20. Aantallen grijze zeehonden geteld in de internationale Waddenzee en het aandeel in Nederland in de jaren 2008-2012 (data CWSS).

Aangezien de aantallen grijze zeehonden in het Eems-Dollardgebied relatief laag zijn kon geen analyse voor deze soort worden uitgevoerd. Bovendien liggen ze bij Borkum voornamelijk aan de Noordzeekant van het Eemsgebied, relatief ver van de Eemshaven, waardoor effecten van de bouw ook minder waarschijnlijk zijn.

## 4.3 Discussie

Om het aantal gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse en een deel van de Duitse Waddenzee te tellen zijn 13 vliegtuigtellingen uitgevoerd in 2012. Daarvan kon tijdens 11 vluchten het studiegebied worden onderzocht. In het kader van de bouw van de nieuwe Eems-centrales en de verruiming van de Eemshaven vinden extra activiteiten in en rond het Eemsgebied plaats, en het doel van deze tellingen was de ontwikkelingen in het Eemsgebied vast te stellen om ze te kunnen vergelijken met de ontwikkelingen in de rest van de Waddenzee.

### 4.3.1 Het statistische onderscheidend vermogen van de gegevens

Het tellen van zeehonden op ligplaatsen levert een robuuste maar vrij grove parameter op waarmee eventuele verschuivingen in de aantallen en de verspreiding als gevolg van menselijk activiteiten of natuurlijke oorzaken kunnen worden bepaald. Uit onderzoek naar de mogelijkheden voor een statistische analyse van de gegevens (Meesters *et al.* 2007) is gebleken dat het statistisch onderscheidend vermogen van de tellingen over een korte periode, en bij kleinere gebieden laag is. Bij de huidige telfrequentie kunnen alleen veranderingen op populatieniveau (gehele Waddenzee) van een grootte van 20% of meer, gemeten over een periode van 10 jaar met enige zekerheid ( $P=80\%$ ,  $\alpha=0.05$ ) worden vastgesteld. Opsplitsing van gegevens door een kleiner gebied te onderzoeken, bijvoorbeeld het Eemsgebied, zal leiden tot een nog lager onderscheidend vermogen. Dat wil zeggen dat bij een gelijkblijvende telfrequentie de zekerheid waarmee veranderingen als afwijkend kunnen worden beschouwd, minder zal worden. Kleinere jaarlijkse veranderingen kunnen dus met het huidige telregime niet statistisch-significant worden aangetoond.

## 4.3.2 Gewone zeehonden

### 4.3.2.1 Aantalsontwikkeling

In een groeiende populatie [herstel van jarenlange jachtdruk, vervuiling en virusinfecties (Reijnders 1986; 1992) zijn effecten van verstoring moeilijk te bepalen. Ook het maken van onderscheid tussen de te onderzoeken verstoringbronnen en andere factoren die van invloed zijn op de populatieontwikkeling, is lastig. Zo zijn voor wat betreft de analyse van de vliegtuigtellingen de bouwactiviteiten niet los te zien van het totaal aan (menselijke) activiteiten in het Eemsgebied. Ook kan niet bepaald worden wat de aantalsontwikkeling zou zijn geweest als er geen bouwactiviteiten waren geweest. Een mogelijke factor die de ontwikkeling in het aantal zeehonden op lokaal of regionaal niveau kan beïnvloeden, is een kwalitatieve verandering in het foerageer- en rustgebied. Dat kunnen menselijke verstoringen zijn, zoals geluid en menselijke activiteiten, en afgeleide gevolgen zoals verregaande vertroebeling van het water, maar ook natuurlijke oorzaken kunnen een rol spelen.

Twee periodes zijn met name belangrijk voor de gewone zeehonden: de reproductieperiode in juni en de verharingsperiode in augustus.

#### Juni

In voorgaande jaren is geconstateerd dat meer dieren op de kant gezien werden in de geboorte- en zoogperiode (juni) dan in de verharingsstijd (augustus). Deze trend heeft zich in 2012 voortgezet. In juni waren er in het Eemsgebied maximaal 2315 gewone zeehonden op de platen aanwezig tegen een maximaal aantal van 1280 in de verharingsperiode in augustus. De toename van de getelde aantallen in juni is 11% ten opzichte van 2011. Dit is iets meer dan de groei van de aantallen in juni in de gehele Nederlandse Waddenzee (9%). Alleen in het Sparregat zijn in juni ten opzichte van 2011 de getelde aantallen lager, het zijn met name de andere deelgebieden die verantwoordelijk zijn voor deze toename. Uit de vergelijking blijkt dat het aantalsverloop in juni vergelijkbaar is met het aantalsverloop in juni in de rest van Nederland (figuur 10A). Hierbij moet opgemerkt worden dat de beide Duitse deelgebieden niet meegeteld worden in het Nederlandse totaal.

#### Augustus

In de verharingsperiode, in augustus, zijn de aantallen met 5,5% afgenomen ten opzichte van 2011. Terwijl de totale populatie van de Internationale Waddenzee met 11% groeide (Galatius 2012), was de afname van de aantallen in de Nederlandse Waddenzee in augustus 12%.

Vergeleken met het verloop van de totaal aantallen gewone zeehonden in augustus in de Nederlandse Waddenzee, wijkt het aantalsverloop hiervan in het Eemsgebied af (figuur 10B); er lijkt er vanaf 2008 een afvlakking te ontstaan. In de meeste andere gebieden in de Nederlandse Waddenzee zijn de aantallen in augustus meestal hoger dan in juni. Het zou kunnen betekenen dat het Eemsgebied voor de verharingsperiode van de gewone zeehonden door de jaren heen minder aantrekkelijk is geworden. Uit eerder onderzoek (Ries 1999) is al gebleken dat het Eemsgebied in de jaren negentig al minder belangrijk was in de verharingsperiode dan voor de reproductie.

Bij het bereiken van de draagkracht van de Waddenzee voor de populatie gewone zeehonden is te verwachten dat de tellingen zullen tenderen naar een aantal dat fluctueert rond een gemiddelde. Ten aanzien van de populatie in de gehele Waddenzee zijn er geen aanwijzingen dat dit moment bereikt is, de populatie is nog groeiende. Het is wel mogelijk dat in kleinere deelgebieden de draagkracht voor dat gebied bereikt is. Uit het verloop van de augustus-aantallen in figuur 15 over de laatste vijf jaar blijkt dat de aantallen in de Nederlandse deelgebieden van de Eems geen duidelijke groei meer vertonen. Figuur 17, waarin ook de Duitse deelgebieden zijn opgenomen, laat zien dat de aantallen in augustus in alle deelgebieden van de Eems weinig veranderen. Dit zou erop kunnen duiden dat de draagkracht voor het gebied voor wat betreft de verharingsperiode is bereikt.

Interessant blijft het verschil in piekmoment: in het Eemsgebied valt het in juni; in de rest van de Waddenzee wordt het meestal in augustus bereikt. In de Dollard en het Randzelgat is het verschil tussen de aantallen in juni en augustus relatief groot in vergelijking met de verschillen tussen juni en augustus in de andere deelgebieden. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de platen in het Eemsgebied in de verharingsperiode (augustus) minder geschikt zijn als ligplaats vergeleken bij de geboorteperiode (juni). Er is nog weinig bekend over de eisen die de dieren aan hun omgeving stellen in de verschillende periodes. Het intergetijdegebied is een dynamisch samenspel van geulen en platen. Door geomorfologische veranderingen in geulranden, al dan niet door menselijk handelen beïnvloed, kunnen ligplaatsen verdwijnen of ontstaan. Er zijn wel ideeën over voorkeuren van zeehonden: tijdens de verharing liggen zeehonden graag op hoge ruggen en lijkt rust en ruimte belangrijk voor de reproductie (pers. med. Peter Reijnders), maar daar is er verder geen onderzoek naar gedaan. Wel is uit onderzoek (Härkönen en Harding 2001) gebleken dat zeehonden in de geboorteperiode een grote mate van plaatstrouwheid vertonen. Vrouwelijke dieren komen om te werpen bij voorkeur terug naar het gebied waar ze geboren zijn en die plaatstrouwheid neemt toe naarmate ze ouder worden.

Verstoring door menselijke activiteiten zou de geschiktheid van een gebied cq. ligplaats negatief kunnen beïnvloeden. Zo is uit de zenderstudie aan gewone zeehonden (Lucke *et al.* 2012) gebleken dat bij veel van de werkzaamheden die bij de Eemshaven werden geregistreerd, de gezenderde zeehonden significant minder in de buurt van de onderzochte activiteiten waren, wanneer die gaande waren. Dit effect werd in een straal van 10 km gemeten. Ook waren er verschillen in hun duikgedrag geconstateerd bij aan- en afwezigheid van bouwactiviteiten. Als ligplaatsen in een gebied vanwege verstoring (tijdelijk) minder geschikt worden, zullen de zeehonden in de geboorteperiode (wanneer zij bevallen of pups hebben) minder makkelijk dan in de verharingsperiode een andere ligplaats opzoeken.

Of verstoring door de bouwactiviteiten de oorzaak is van het verschil tussen de piekmomenten, is echter niet aannemelijk wanneer in aanmerking wordt genomen dat de relatieve daling in augustus van de aantallen zeehonden in de Dollard al meer dan tien jaar is waar te nemen, dus ook in de periode ruim voordat de bouwactiviteiten in de Eemshaven zijn begonnen. Het is denkbaar dat ook tien jaar geleden al de verstoringsdruk door menselijke activiteiten zodanig was dat het gebied minder aantrekkelijk was als verharingsgebied voor de zeehonden. De verklaring zou daarom eerder gezocht moeten worden in het verschil in eisen die de zeehonden stellen aan een gebied of ligplaats in de geboorte- en de verharingsperiode, en de verschillende mate waarin de ligplaatsen in het Eemsgebied en die in de rest van de Waddenzee daaraan voldoen.

#### 4.3.2.2 Aantallen pups

Het totaal aantal pups in het Eemsgebied is ten opzichte van 2011 toegenomen met 11%. In 2011, was nog een afname te constateren in het aantal pups. De aantallen pups zijn in 2012 vergelijkbaar met het aantal in 2010. De toename in pups wordt vooral veroorzaakt door toename in de gebieden Randzelgat, Sparregat en Hond en Paap. De andere twee deelgebieden, Dollard en Borkum, laten een afname zien (respectievelijk >10% en >70%) in het aantal getelde pups ten opzichte van 2011. Hierbij moet aangekend worden dat op Borkum erg weinig pups geboren worden en dan is het procentuele verschil al gauw groot.

In de gehele internationale Waddenzee is een stijging van 3% vastgesteld en in het Nederlandse deel is het aantal pups nagenoeg gelijk gebleven. Het is onduidelijk waarom in 2011 de Dollard is toegenomen en het Randzelgat afgenomen, terwijl in 2012 de ontwikkeling juist weer andersom is. Wel is duidelijk dat de Dollard vooral als geboortegebied kan worden aangemerkt, in de verharingsperiode liggen hier in verhouding weinig zeehonden, maar dat geldt ook voor het Randzelgat. Aangezien ook op de Hond en de Paap een toename van het aantal pups is waargenomen, maakt dat er vooralsnog geen indicaties zijn voor een achteruitgang van de kwaliteit van het gebied voor de pupproductie, en dus ook niet voor een effect van de bouwactiviteiten hierop.

### 4.3.3 Grijze zeehonden

In het Eemsgebied zijn de aantallen grijze zeehonden relatief laag ten opzichte van het westelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. In 2012 werden maximaal 82 dieren geteld in juni. In 2011 was het maximale aantal 79 in april. De meeste grijze zeehonden liggen bij Borkum (deelgebied 20) op de kant. Het valt op dat de piek in 2012, zoals ook al in 2009 en 2010, in de zomer ligt. De meeste grijze zeehonden liggen in maart/april tijdens hun verharing op de kant. In die periode wordt de populatiegrootte bepaald. Echter, ook in de deelgebieden in de Nederlandse Waddenzee kunnen in de zomer grotere aantallen grijze zeehonden op de kant liggen; de verschillen in aantallen in het Eemsgebied tussen voorjaar en zomer lijken daarom niet afwijkend. In 2012 lagen in maart/april maximaal 33 grijze zeehonden op de platen in het Eemsgebied, dat is een afname van meer dan 50% ten opzichte van 2011.

In juni (max 82) en augustus (max 60) 2012 daarentegen zijn meer grijze zeehonden dan in 2011 geteld en dat is in beide periodes een toename van ongeveer 50% (in 2011 respectievelijk 40 in juni en 32 in augustus). In de internationale Waddenzee is het aantal dieren, geteld in de verharingsperiode maart/april, met 22% gestegen naar 4039 (Brasseur 2012). De grootste toename was in Nedersachsen (46%), maar ook in Nederland was de toename 18% (figuur 20). De dieren bij Borkum liggen op Duits grondgebied en tellen mee met de aantallen in Nedersachsen. Het grootste deel van de grijze zeehonden in Nederland ligt in het westelijk deel van de Waddenzee, maar de populatie breidt zich naar het oosten uit. Daardoor zou men ook in het Eemsgebied, en dan met name bij Borkum, een toename verwachten. Dit is in de zomer het geval, maar nog niet in de winter en het vroege voorjaar. Het is niet aannemelijk dat de vele menselijke activiteiten in het Eemsgebied hier mede de oorzaak van zijn. Het puntje van Borkum, waar de zeehonden liggen, is net tegenover het badstrand van het eiland. En juist in de zomermaanden, wanneer er veel badgasten zijn, worden er meer zeehonden geteld. Waarom de grijze zeehonden in de, toeristisch stillere, wintermaanden weinig gebruik maken van de ligplaatsen op Borkum is niet duidelijk. Ook natuurlijke oorzaken zouden hieraan ten grondslag kunnen liggen.

## 4.4 Conclusies

Uit de monitoring van de gewone en grijze zeehonden komen geen indicaties naar voren dat de ontwikkeling van de aantallen zeehonden in het Eemsgebied afwijken van die van de Nederlandse populatie als geheel. Voor de bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON, als onderdeel van alle activiteiten in het gebied, zijn er geen aanwijzingen dat ze een effect hebben gehad op de aantallen zeehonden in het Eemsgebied. Daarbij moet opgemerkt worden dat het niet mogelijk is het aantalsverloop te vergelijken met een situatie zonder bouwactiviteiten. De groei over de afgelopen vijf jaar (2008-2012) van de aantallen gewone zeehonden en de aantallen pups in juni is gelijk aan de groei van die aantallen in de Nederlandse Waddenzee. De aantallen in augustus zijn lager dan in juni en volgen niet de trend van de rest van de Nederlandse Waddenzee. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is.

## 5 Zeehonden - cameraobservaties

In dit hoofdstuk zijn de resultaten beschreven van het onderzoek naar mogelijke effecten van bouwactiviteiten in de Eemshaven op gewone zeehonden die gebruik maken van de ligplaats op de zandbank Hond en Paap.

De studies uit voorgaande jaren omtrent de bouwactiviteiten in de Eemshaven en gepubliceerde resultaten van vergelijkbare studies geven aanleiding tot de volgende aannames:

1. Het natuurlijke habitat van zeehonden is het water. Het is aannemelijk dat zeehonden in het water bij verstoring door een geluidstimulus onder water, van de geluidsbron af zullen bewegen en mogelijk het gebied zullen verlaten.
2. Wanneer een zeehond in het water wordt blootgesteld aan een geluidstimulus onder water waarbij het dier zich dichtbij een zandbank bevindt, kan de zeehond ook uit het water komen om de (onaangename) verstoring te ontwijken. Dit zou dan tot gevolg hebben dat er na zo'n stimulus meer zeehonden op de zandbank worden geteld.
3. Wanneer een zeehond wordt geconfronteerd met een stimulus (visueel of akoestisch) terwijl het dier op de zandbank ligt, kan het als reactie daarop de zandbank verlaten. Dit zou dan tot gevolg hebben dat er na zo'n stimulus minder zeehonden op de zandbank worden geteld. Als de stimulus tegelijk zowel onder als boven water wordt overgebracht en daarbij drempelwaardes overschrijdt waarbij reacties worden getriggert, is het mogelijk dat het dier het gebied verlaat. De drempelwaarde voor geluidsstimuli kan op land anders zijn dan in het water.

Om dit wetenschappelijk te onderzoeken is de volgende nul-hypothese geformuleerd: "De bouwactiviteiten in de Eems Dollard hebben geen invloed op het gedrag van de gewone zeehonden die de zandbank Hond en Paap als haul-out plek gebruiken. "

Evenals in 2010 en 2011 vonden de observaties van de zeehonden in 2012 plaats met behulp van de vaste cameraopstelling bij de bocht van Watum. Het meerjarige cameraonderzoek geeft inzicht in het gebruik van de zandbank Hond en Paap door zeehonden. Met behulp van de camerabeelden wordt onderzocht hoeveel zeehonden op een bepaald moment gebruik maken van deze ligplaats. Sterkere afwijkingen van deze aantallen dienen als signaal voor het Early Warning Systeem (EWS). Zodra het signaal boven een door IMARES voorgesteld criterium (zie hoofdstuk 8) uitkomt, kan dit, als de overschrijding langdurig is, tot het afgeven van een early warning leiden.

Door het plaatsen van een vaste cameraopstelling bij de bocht van Watum ter observatie van het aantal zeehonden op de zandbank kunnen dagelijkse beelden van het ligplaatsgebruik (aantal dieren, soort en aanwezigheid van pups) worden opgeslagen. Deze beelden geven een gedetailleerd inzicht in het dagelijks ligplaatsgebruik en de aantalsveranderingen binnen de groep tijdens verschillende bouwactiviteiten, in verschillende seizoenen en weersomstandigheden. Daarmee kan inzicht worden verkregen in de potentiële impact van activiteiten in en om de Eemshaven op de dieren die dit gebied gebruiken. Ook kan een beter beeld worden verkregen van de potentiële reactie van de dieren op de verschillende activiteiten.

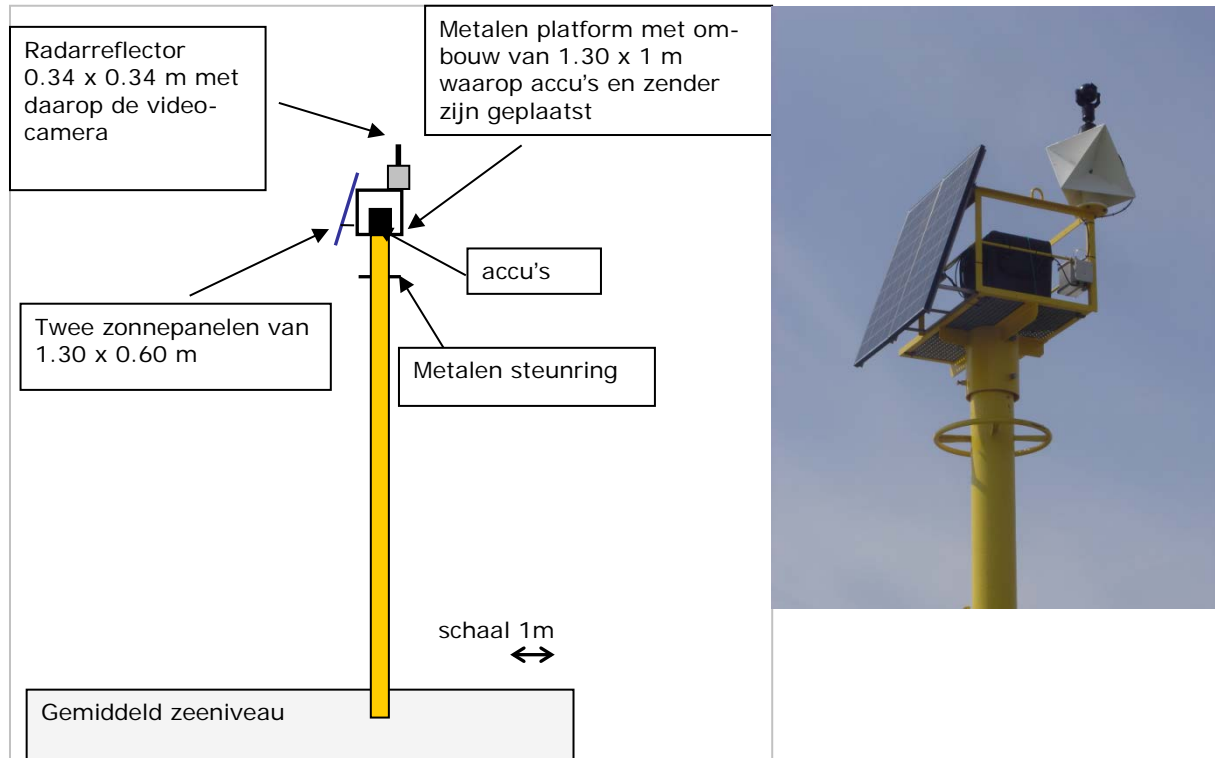
Uit het initiële onderzoek in 2009, en vooral het vervolg onderzoek in 2010 en 2011, bleek dat zeehonden de zandbank Hond en Paap dagelijks als ligplaats gebruiken en veelal zo lang mogelijk. De gegevens laten zien dat het aantal zeehonden op de zandbank sterk kan variëren en beïnvloed wordt door het getij (met 1,5 uur na laagwater een piek in aantallen), de dag van het jaar en het tijdstip van de dag (met een voorkeur voor de vroege namiddag).

In deze rapportage worden de observaties uit 2012 beschreven en wordt een analyse gemaakt van de gegevens van 2012 afzonderlijk en de gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk.

## 5.1 Methoden

### 5.1.1 Camerasysteem

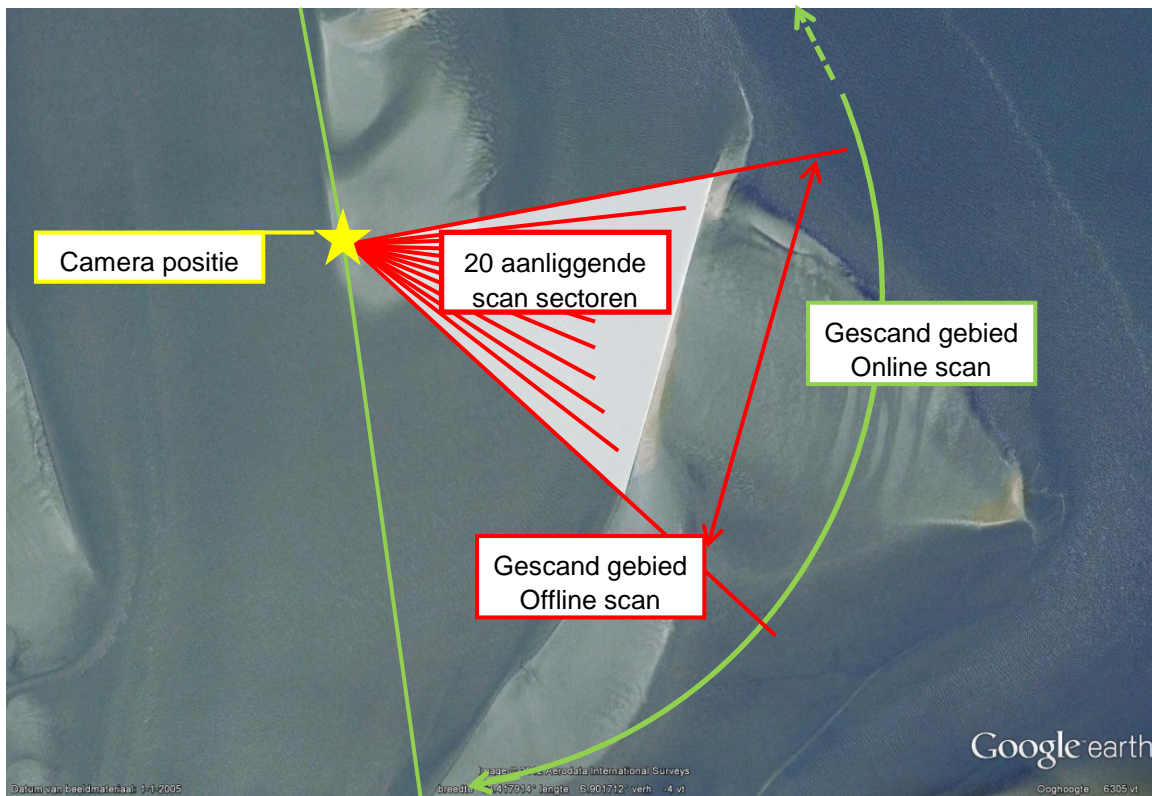
Om de aanwezigheid en het gedrag van de gewone zeehonden op de zandbank Hond en Paap vast te leggen, is gebruik gemaakt van de "Stand Alone Single Forward Vision MIC1-4000S Integrated PTZ" camera (figuur 21).



Figuur 21. Schematische weergave van de paal: paalhoogte 10 m boven gemiddeld zeeniveau, diameter: 0.4 m en foto van de waarneemopstelling op de camerapaal.

De waarneemapparatuur werd gemonteerd op een stalen buis met daarbovenop een accu, zonnepaneel, radarreflector, WiFi zendapparatuur en videocamera. De camera kan op afstand worden bestuurd, en alle beelden worden op een harde schijf opgeslagen voor latere analyse.

De paal is op het noordelijke deel op de rand van de droogvallende zandplaat Hond en Paap geplaatst, ongeveer 1400 m ten westen van de dijk, ter plaatse van de coördinaten 53° 24.43 N; 6° 53.51 E (figuur 22). Daarvandaan kunnen over een afstand van ruim 700 m beelden van de aanwezigheid en het gedrag van de op de plaat rustende zeehonden worden doorgezonden naar het vaste waarneemstation bij de GdF-Suez-elektriciteitscentrale. De camera staat op de zandbank op een afstand van tussen de 650 en 750 meter van de door zeehonden meest bezochte ligplaats. Deze zeehondenligplaats heeft een zuid-zuidwestelijke-noordnoordoostelijke oriëntatie.



*Figuur 22. Satellietbeeld van het studiegebied met de positie van de camera (gele ster) en de te onderscheiden gebieden: het gescande gebied van de online-scan (groene lijn) en het gescande gebied van de offline-scan (rode pijl).*

### 5.1.2 Het verzamelen van de gegevens

Met betrekking tot het verzamelen en analyseren van de gegevens zijn er in 2012 geen belangrijke veranderingen ten opzichte van 2011 geweest: de methodiek voor het verzamelen van de gegevens cq. de aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap, bleef in 2012 dezelfde als in de jaren daarvoor.

Om de aanwezigheid en de aantallen zeehonden op de zandbank te registreren werden het hele jaar door dagelijks automatische cameraopnames uitgevoerd (offline scans), tussen 30 minuten voor zonsopkomst en 30 minuten na zonsondergang. De camera was zo geprogrammeerd dat er automatisch om de 15 seconden een opname van een deel van de zandbank werd gemaakt. Hierbij draaide de camera bij elke nieuwe opname een stukje, waardoor steeds een nieuw deel (of zogenoemde sector) van de zandbank werd opgenomen. Zo werden, in een cyclus van twintig verschillende posities, opnames gemaakt van het te scannen gebied (zie figuur 22). Het gescande gebied bestaat de meest bezochte ligplaats op de zandbank. Deze zone bestaat uit twee verschillende delen, gescheiden door een geul. Vanuit de camera gezien, liggen de zeehonden voornamelijk op het achterste deel van de zandbank, zowel op de helling als de vlakke delen. Deze delen van de zandbank zijn goed te zien op de camerabeelden. De continu opgenomen beelden leveren de basis voor de offline-analyses van het aantal zeehonden op de ligplaats.

Doordat de camera op afstand bediend kan worden, kunnen er ook online-scans van de hele zandbank worden uitgevoerd. Hiermee wordt een groter gebied bekeken dan met de offline-scans. Voor de effectstudie worden echter alleen de zeehondenaantallen van de twintig sectoren gebruikt (zowel van de offline als van de online-scans). Deze online-scans werden, aanvullend op de offline-scans, gemiddeld drie keer per week uitgevoerd, en net als de offline-scans idealiter  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater. Uit de gegevens van 2009 was namelijk gebleken dat op dat moment de meeste zeehonden op de zandbank liggen. Uit dezelfde gegevens was ook naar voren gekomen dat tijdens een laagwaterperiode rond 15:00 uur de zandbank het meest bezocht wordt door de zeehonden. Daarom is in het geval dat er tijdens daglicht

twee laagwaterperiodes voorkwamen, gekozen voor de laagwaterperiode die het dichtst bij 15:00 uur ligt.

### 5.1.3 Sampling error (online vs. offline telling)

De twintig posities die gescand werden tijdens de offline-scans, dekken het deel van de zandbank waar de dieren meestal lagen. Echter in sommige gevallen lagen er ook dieren buiten beeld (bijvoorbeeld buiten het gescande gebied of verborgen achter de zuidoostelijke helling van het dichtstbijzijnde deel van de zandbank of achter de lichamen van andere zeehonden). Om de dieren die buiten het gescande gebied liggen, in de beoordeling te betrekken, werd tijdens online-scans ook het deel van de zandbank buiten de grenzen van het vastgestelde gebied bekeken. Daarnaast werden de gegevens van de vliegtuigtellingen (zie hoofdstuk 4) vergeleken met de gegevens afkomstig van de camerabeelden. Hierdoor kon worden vastgesteld welk aandeel van de aanwezige zeehonden daadwerkelijk geregistreerd werd tijdens de offline-scans en vervolgens hoe nauwkeurig de variatie in de aantallen zeehonden die op de zandbank lagen, met deze benadering bepaald kan worden.

### 5.1.4 Analyses

De gegevens van de camerabeelden zijn vergeleken met omgevingsvariabelen die zijn verzameld door het weerstation in Uithuizermeeden: (<http://www.weerstationuithuizermeeden.nl/Weersgegevens-Uithuizermeeden.htm>) en met gegevens van de verschillende aan de bouw gerelateerde activiteiten, die zijn aangeleverd door GSP, NUON en RWE. Aanvullend op de reguliere analyse (het hele onderzoekjaar of meerdere onderzoekjaren gezamenlijk) zijn opnieuw ook de gegevens van een aantal specifieke periodes (de verschillende seizoenen, dagen in de week) afzonderlijk geanalyseerd omdat de zeehonden dan mogelijk anders reageren.

Zo is gekeken of de zeehonden in de geboorteperiode, wanneer de dieren hun pups mogelijk niet achter willen laten op de zandbank, minder geneigd zijn hun ligplaats te verlaten. Daarvoor zijn bij wijze van voorbeeld de maanden maart (geen verharings- of geboorteseizoen) en juni (geboorteseizoen) apart geanalyseerd om te kunnen onderzoeken of de zeehonden in de verschillende seizoenen steeds dezelfde reactie op bepaalde activiteiten vertonen. Voor vier verschillende typen activiteiten (heien, peilen, damwanden trillen en RIB's) waren genoeg gegevens beschikbaar om deze analyses uit te voeren.

Ook is gekeken of de dieren mogelijk sterker op de activiteiten reageren na het relatief rustige weekend dan na een week met activiteiten (wanneer er mogelijk een bepaalde mate van gewenning is opgetreden). Hiervoor zijn de gegevens van twee wekdagen afzonderlijk bekeken: maandag (direct na een in potentie 'rustig' weekend) en vrijdag (na een aantal in potentie 'drukke' wekdagen). Voor zes verschillende typen activiteiten (heien, baggerwerkzaamheden, peilen, damwanden trillen, RIB en zandtransporten) waren genoeg gegevens beschikbaar om deze analyses uit te voeren.

Voor elke activiteit is een set boxplots gemaakt, waarbij voor de twee onderscheiden seizoenen (geboorteseizoen of geen geboorteseizoen) of dagen (maandag of vrijdag) een boxplot is gemaakt waarin het aantal op de zandbank aanwezige zeehonden te zien is. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de momenten waarop de activiteit daadwerkelijk plaatsvond, en de momenten waarop dit niet het geval was. De verschillen in het aantal zeehonden op de zandbank tussen de tellingen met de specifieke activiteit en de tellingen zonder deze activiteit zijn per seizoen of wekdag statistisch getoetst met een t-test. Daarna werden de uitkomsten van deze t-testen met elkaar vergeleken om het mogelijke verschil tussen de verschillende momenten te kunnen weergeven.



### 5.1.5 Statistische analyse

Net als in 2010 en 2011 bestond de analyse van de cameragegevens ook in 2012 uit twee componenten. Eerst werd onderzocht welke natuurlijke fysische factoren van invloed zijn op het aantal zeehonden op de zandbank (zie tabel 5). De weergegevens zijn afkomstig van het weerstation in Uithuizermeeden, dat 10 km ten westen van de zandbank Hond en Paap ligt. Vervolgens werd onderzocht of menselijke activiteiten (zie tabel 5 en hoofdstuk 3), naast de hierboven genoemde natuurlijke factoren, invloed hadden op de aantallen zeehonden op de ligplaats.

Tabel 5. Lijst van alle natuurlijke factoren en alle bouwactiviteiten die zijn geanalyseerd.

Natuurlijke factoren	Menselijke activiteiten in 2012	
	Algemene activiteit	Specifieke activiteit
Seizoen (dagnummer)	Heien	Heien RWE
Temperatuur		
Neerslag	Baggeren	Baggeren GSP
Windsnelheid		(incl. Baggeren Pearl River)
Windrichting		Baggeren Onderhoud GSP
Luchtvochtigheid		(incl. Baggeren v.d. Kamp)
Luchtdruk		Baggeren Aussenems
	Damwanden trillen	Damwanden Trillen RWE
		Damwanden Trillen NUON
	Peilen	Peilen GSP
		Peilen maandelijks
		Peilen GEOplus
	Trilblok	
	Buisplanken	
	RIB	
	Stenen plaatsen	Stenen plaatsen NUON
		Steam Blow NUON*

\* activiteit voor het eerst uitgevoerd en geanalyseerd in 2012.

Aangezien non-lineaire relaties tussen de verschillende factoren te verwachten zijn, is de relatie tussen het aantal zeehonden op de ligplaats en de verschillende weersvariabelen geanalyseerd met behulp van een Generalized Additive Model (GAM). Deze modellen gebruiken zogenaamde smooth-functies om non-lineaire relaties te modelleren tussen de respons-variabele (aantal zeehonden) en de verklarende variabelen bestaande uit natuurlijke factoren en menselijke activiteiten. Details over de GAM-procedure zijn te vinden in Wood (2006). Voorafgaand aan de GAM-analyse zijn de gegevens gecontroleerd op collineariteit, dat wil zeggen aan elkaar gerelateerde verklarende variabelen.

Om ervoor te zorgen dat de modellen convergeren is het maximum aantal vrijheidsgraden, die de flexibiliteit van de functies bepalen, in alle gevallen vastgezet op 5. Voor cyclische variabelen, zoals de windrichting (0-360°), zijn cyclische smoothers gebruikt, zodat het begin en eind van elke smooth-functie op elkaar aansluiten. Aangenomen werd dat de zeehondendata een Poisson-verdeling hebben. Om te bepalen welke variabelen het aantal zeehonden het best verklaren, is een voorwaartse selectieprocedure gebruikt die is gebaseerd op het Akaike Information Criterion (AIC). Deze AIC is een maat voor de fit tussen het model en de data. Daarnaast kent de AIC een slechtere waarde toe (geeft een "penalty") wanneer er meer modelparameters zijn of wanneer de model complexiteit hoger is. Toevoeging van een verklarende variabele aan het model leidt tot een afname van de AIC (Burnham en Anderson 2002). De variabelen die de grootste afname van de AIC veroorzaken, hebben een groter effect op het aantal zeehonden. Variabelen die tot een kleine of geen afname of zelfs tot een toename in AIC leiden zijn minder

belangrijk. Het model met de beste fit en het minste aantal variabelen heeft theoretisch de laagste AIC, en wordt gekozen als beste model.

De modellen zijn toegepast op de data van 2010, 2011 en 2012 samen. Daarnaast zijn de gegevens van 2012, wanneer er voldoende gegevens beschikbaar waren, nog in meer detail geanalyseerd waardoor ook de specifieke activiteiten (activiteiten per bedrijf) afzonderlijk konden worden bekeken. Allereerst is gekeken welke invloed natuurlijke factoren hebben op de aantallen zeehonden op de ligplaats. Hiervoor zijn modellen gebruikt die alleen rekening houden met de effecten van het weertype. Daarna is gekeken naar de mogelijke effecten van de verschillende bouwactiviteiten door modellen te gebruiken die ook een viertal zogenaamde nominale variabelen bevatten, die de bouwgerelateerde activiteiten beschrijven. Deze variabelen kregen een 1 op dagen dat de betreffende activiteit had plaatsgevonden en een 0 op dagen dat de betreffende activiteit niet had plaatsgevonden. De modellen zijn uitgevoerd met alle activiteiten afzonderlijk en met activiteiten van hetzelfde type (zoals peilen, heien, damwanden trillen, baggeren) samengevoegd. De resultaten van de uiteindelijke modellen zijn grafisch weergegeven, waarbij de residuen zijn weergegeven ten opzichte van de gefitte waarden en gecontroleerd voor auto-correlatie.

De tellingen omvatten zowel de online als offline-data, en het model maakt geen onderscheid tussen de twee typen tellingen. Omdat M1 en M2 (zie hierna) geneste modellen zijn, kan de prestatie van de modellen onderling getoetst worden door gebruik te maken van de AIC. De resultaten van deze vergelijking laten zien of een model met één smoother (d.w.z. wanneer wordt aangenomen dat er geen verschil is tussen online- en offline-tellingen als functie van het dag-nummer, M1) beter presteert dan een model met twee smoothers (M2). Als M2 beter presteert dan M1, dan luidt de conclusie dat er een significant verschil is tussen de relatie die gebaseerd is op de online-tellingen als functie van het dag-nummer en de relatie die gebaseerd is op de offline-tellingen als functie van het dag-nummer.

Wanneer de AIC aangeeft dat M2 beter presteert dan M1, moet worden onderzocht in welke omvang de verschillen in de tellingen de conclusies over de effecten van de bouwactiviteiten op zeehonden beïnvloeden. In dat geval, moet de GAM-analyse zoals in de methode-paragraaf is beschreven, opnieuw uitgevoerd worden met de data van de online-zeehondentellingen als respons-variabele in plaats van met de data van de offline-tellingen. Het relevantieniveau van de diverse bouwactiviteiten (bij gebruikmaking van de AIC) als ook de schattingen (van de omvang van de effecten) kunnen vervolgens met de resultaten worden vergeleken die op basis van de offline-tellingen zijn verkregen.

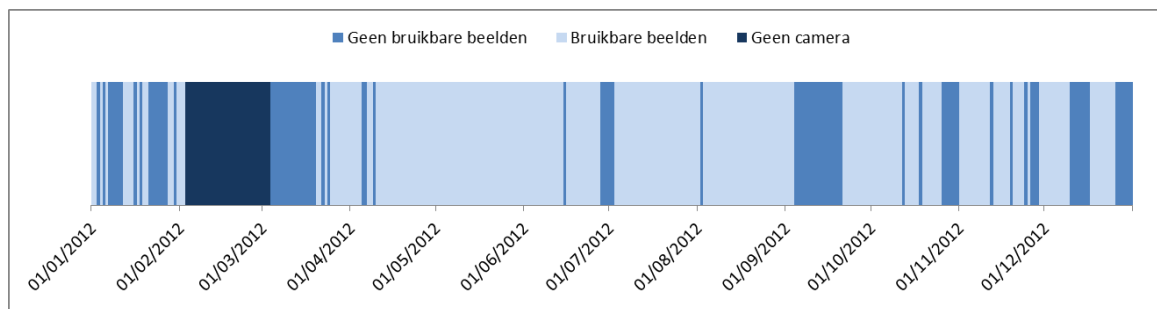
Aanvullende analyses zijn uitgevoerd om te testen of de effecten van de activiteiten op de zeehondenaantallen groter waren op maandag (volgend op een relatief rustig weekend) dan op vrijdag (volgend op een relatief drukke werkdag) en of de effecten bijvoorbeeld in maart (geen verharings- of geboorteseizoen) groter waren dan in juni (geboorteseizoen).

Door het kleinere aantal gegevens (alleen van bepaalde dagen of maanden) dat voor deze afzonderlijke analyses beschikbaar was, bleek het niet mogelijk om deze effecten te testen met de GAM-analyses zoals hierboven beschreven. In plaats daarvan is een simpeler variantieanalyse gekozen (ANOVA). De ANOVA's zijn gebruikt om te testen of de dag of het seizoen van invloed is op de correlatie tussen de aan- of afwezigheid van een activiteit en de zeehondenaantallen op de ligplaats. Als een van de interactietermen (dag of maand) significant bleek te zijn, zou dit aangeven dat het effect van de activiteit afhankelijk is van de dag of de maand waarin deze activiteit wordt uitgevoerd. Hierbij moet worden opgemerkt dat hoewel deze aanpak een indicatie kan geven voor de juistheid van deze hypothesen, de analyse zelf geen rekening houdt met alle andere aanwezige factoren (zoals weertype, andere activiteiten op dezelfde dag) die naar alle waarschijnlijkheid ook invloed hebben op de zeehondenaantallen. De gegevens zijn weergegeven in boxplots van tellingen met en zonder activiteiten. Resultaten van de t-tests zijn weergegeven om de verschillen in aantallen tussen dagen of maanden in situaties met en zonder activiteiten aan te geven.

## 5.2 Resultaten

### 5.2.1 Functioneren van de camera

Er werden in 2012 in totaal op 336 dagen opnames gemaakt. Van de dagen dat de camera opnames heeft gemaakt, waren er opnieuw een aantal dagen dat de opnames (online en offline) niet gebruikt konden worden voor de data-analyse. Dit kwam doordat de camera niet scherp stelde of bleef hangen op één positie (technische problemen, 63 dagen). Ook regen, mist en wind (weersomstandigheden, zes dagen) maakten het opnemen soms onmogelijk. In de winterperiode zijn de dagen waarop het tijdens de twee dagelijkse laagwaterperioden donker was, niet geteld (20 dagen). Dit resulteerde in een totaal van 247 dagen met bruikbare video-opnames. Een overzicht van de prestatie van de camera is gegeven in figuur 23.



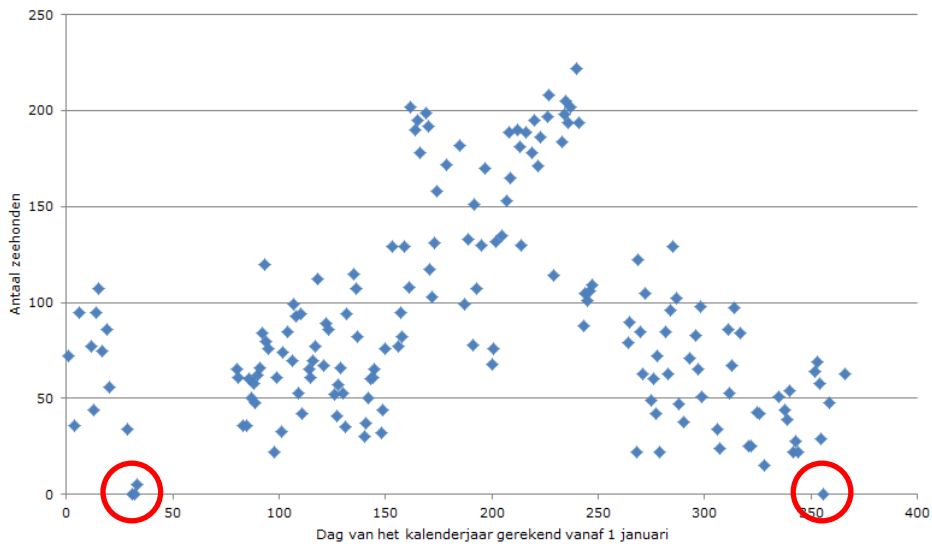
Figuur 23. Overzicht van de prestatie van de camera, 1 januari-31 december 2012.

### 5.2.2 Dagelijkse aanwezigheid en activiteit van zeehonden

Het aantal zeehonden dat  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater aanwezig was op de zandplaat, gebaseerd op de offline-tellingen, laat een duidelijk seizoenspatroon zien (figuur 24) waarbij de aantallen in het voorjaar toenemen tot in de zomer en daarna weer afnemen richting de winter.

Het hoogste aantal zeehonden in 2012 en 2010 werden half augustus gezien (222 in 2012 en 195 in 2010), terwijl in 2011 het hoogste aantal zeehonden eind juli (234) werd gezien.

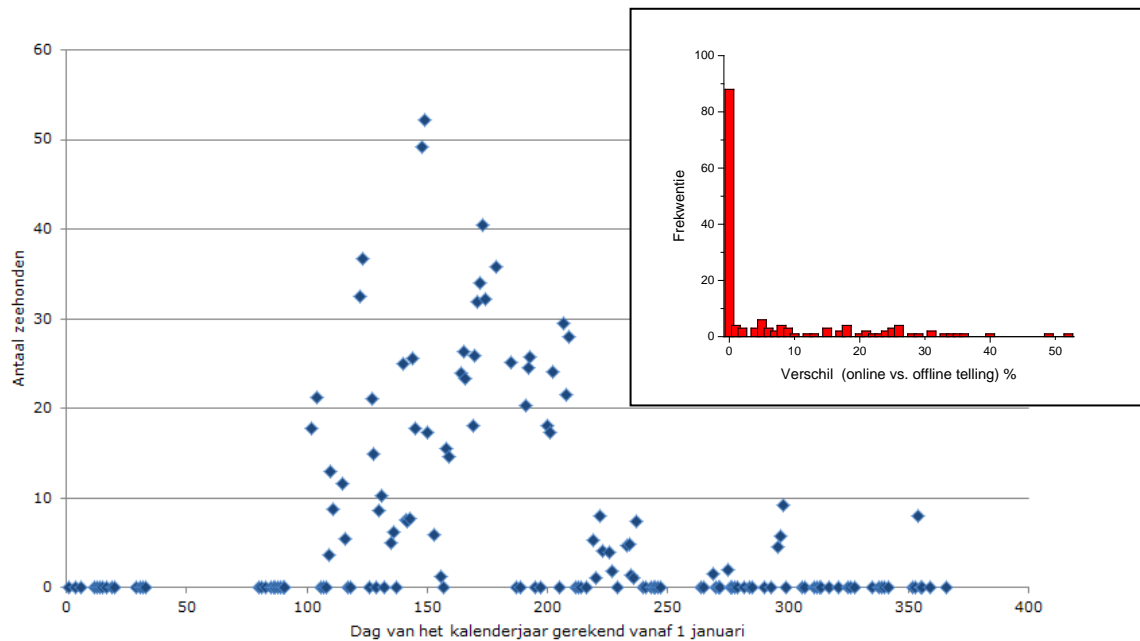
Net als in voorgaande jaren lagen de hoogste aantallen zeehonden op de ligplaats in de periode van half juni tot eind augustus (figuur 24). De laagste aantallen zeehonden werden gezien aan het eind van de herfst en tijdens de wintermaanden. De variatie in de aantallen zeehonden is identiek in 2011 en 2012 (s.d. = 54).



Figuur 24. Aantal offline-getelde zeehonden op de zandbank Hond en Paap op  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater (blokjes) in 2012. De rode cirkels laten de dagen zien met uitzonderlijk lage aantallen zeehonden in vergelijking met de voorafgaande of daaropvolgende dagen (zie ook hoofdstuk 8 - Early Warning Systeem). Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.

#### 5.2.2.1 Vergelijking offline-scans/online-scans versus vliegtuigtellingen

In het late voorjaar en tijdens de reproductieperiode, wanneer de vrouwelijke zeehonden meer individuele afstand nemen van hun soortgenoten om hun jongen te werpen en te voeden, hebben ze de neiging zich over een groter oppervlakte te verspreiden, zo ook op de Hond en Paap (Lucke *et al.* 2012). Bij het vergelijken van de resultaten van de online- en offline-tellingen blijkt dat in deze periode veel zeehonden gemist worden met de offline-tellingen.



Figuur 25. Relatieve verschillen tussen online-en offline-tellingen van zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 (dat wil zeggen het aantal dieren geteld buiten de 20 posities in verhouding tot het totale aantal zeehonden geteld op de zandbank). Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober. Het histogram in de rechterbovenhoek van de figuur toont de frequentie waarmee deze verschillen zich voordoen.

Het aantal zeehonden dat buiten de twintig gescande posities ligt, neemt tijdens deze periode toe. Daarnaast werden sommige dieren niet gezien omdat ze zo dicht op een andere zeehond lagen dat hun lichaam verborgen bleef achter een andere zeehond. Dit kwam vooral voor bij kleinere dieren zoals pups. Ook kwam het voor dat dieren die op de zuidoostelijke kant van de zandbank lagen, werden gemist omdat dit gedeelte niet kan worden waargenomen met de camera. De gegevens van de vliegtuigtellingen geven een duidelijk beeld van het gedeelte van de zeehonden dat gemist wordt tijdens de offline-scans (tabel 6).

Tabel 6. Vergelijking van het aantal getelde zeehonden op de zandbank Hond en Paap aan de hand van de offline-scans en de vliegtuigtellingen in 2010 en 2011. De cameraobservaties vonden  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater plaats, de vliegtuigtellingen ca. 1 uur rond laagwater.

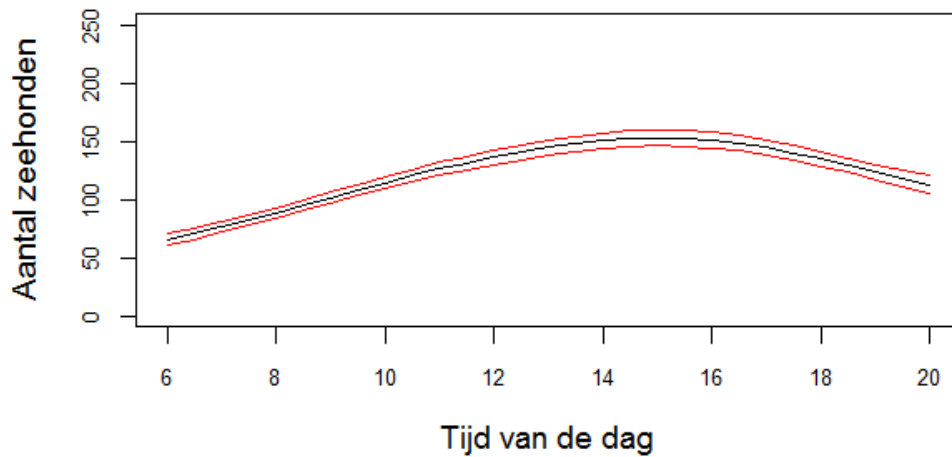
Datum	Offline-scans	Vliegtuigtellingen	Verskil (absoluut / %)
21-jun-10	164	222	58 (26)
24-jun-10	157	193	36 (19)
19-aug-10	195	207	12 (6)
16-jan-11	32	34	2 (6)
28-mrt-11	63	57	-6 (11)
11-apr-11	106	114	8 (7)
12-jun-11	163	246	83 (34)
26-jun-11	186	269	83 (31)
27-jun-11	161	288	127 (44)
27-jul-11	134	249	115 (46)
25-aug-11	199	198	-1 (1)
20-mrt-12	65	66	1 (2)
30-mrt-12	62	40	-22 (55)
03-apr-12	80	105	25 (24)
12-jun-12	190	232	42 (18)
08-dec-12	28	29	1 (3)

De vergelijking laat duidelijk zien dat het aantal zeehonden dat wordt gemist tijdens de offline-scans relatief hoog is in het voorjaar maar vooral tijdens het geboorteseizoen, terwijl dit in de rest van het jaar verwaarloosbaar klein is. Echter, de telling op 30 maart 2012 laat ook zien dat het verschil in aantal zeehonden dat geteld is, twee kanten op kan variëren, dat wil zeggen: drie van de 16 keer werden grotere aantallen geteld via de camera dan met de vliegtuigtellingen.

Hoe het verschil tussen de online- en offline-tellingen in de analyses doorwerkt, wordt in meer detail besproken in de paragraaf 'Invloed van menselijke activiteiten' (zie hieronder).

#### 5.2.2.2 Verschil in het aantal zeehonden op verschillende tijden van de dag

De tijd van de dag is geïdentificeerd als een van de parameters die effect hebben op het aantal zeehonden op de zandbank, met de hoogste aantallen rond 15:00 uur. Aangezien het getij langer dan 12 uur duurt, schuift het tijdstip van laagwater (meestal twee per dag) per dag met 0.5 tot 1.5 uur op. Op een tweewekelijkse basis kan dit leiden tot een fluctuatie in het aantal dieren dat geteld wordt, onafhankelijk van andere invloedsfactoren. Deze correlatie is geanalyseerd voor de gehele dataset van 2012 (figuur 26).



Figuur 26. Aantal getelde zeehonden op de zandbank Hond en Paap op een tijdstip van  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater in relatie tot de tijd.

Bij het analyseren van de zeehonden tellingen in verhouding tot de tijd van laagwater voor alle drie de jaren blijkt dat de aantallen zeehonden die op de zandbank liggen, een maximum bereiken wanneer het tijdstip van laagwater rond 15:00 uur valt. Dit is in overeenstemming met de resultaten van eerdere analyses (Brasseur *et al.* 2010a).

#### 5.2.2.3 Gedocumenteerde gevallen van verstoring

In 2012 zijn op basis van de video-opnamen drie incidenten vastgesteld waarbij sprake was van een verstoring van de zeehonden die op dat moment op de zandplaat Hond en Paap lagen (tabel 7). De verstoringen waren op te maken uit de vluchtreactie van een groot aantal of zelfs van alle zeehonden die op de zandbank lagen, dan wel uit een groot aantal sporen (figuur 27) als indirect bewijs van dit gedrag (dat niet direct is waar te nemen wanneer de camera op een ander deel van de zandbank is gericht). Daarnaast verminderde het aantal zeehonden tussen de opeenvolgende scans van de twintig posities. In twee van deze drie gevallen was het niet mogelijk de bron van de verstoring te identificeren. De video-beelden laten zien dat de zeehonden op een plotselinge stimulus (akoestisch of visueel) reageerden door hun kop op te heffen en in dezelfde richting te kijken (figuur 28) om vervolgens de zandbank snel te verlaten.



Figuur 27. Zeehondensporen op de zandbank Hond en Paap na mogelijke verstoring.



Figuur 28. Zeehonden heffen hun kop op en vluchten na een duidelijke verstoring.

Tabel 7. Datum, tijd en oorzaak van de verstoring en het aantal zeehonden voor en na de verstoring van de drie incidenten in 2012.

	Datum/ tijd van de telling	Tijd van de verstoring	Aantal zeehonden	Bewijs	Oorzaak
1	25-04-2012/6:29	06:32	69	Vlucht reactie van de zeehonden gedocumenteerd op video; afgenomen aantal dieren	RIB dicht bij de zandbank
	25-04-2012/6:37		0		
2	28-05-2012/ 10:19	onbekend	60	Sporen op de zandbank; afgenomen aantal dieren	onbekend
	28-05-2012/ 10:23		42		
3	28-05-2012/ 11:13	11:19	56	Reactie van zeehonden waargenomen; afgenomen aantal dieren	onbekend
	28-05-2012/ 11:21		37		

### 5.2.3 Resultaten van de modelanalyse

#### 5.2.3.1 Invloed van natuurlijke factoren

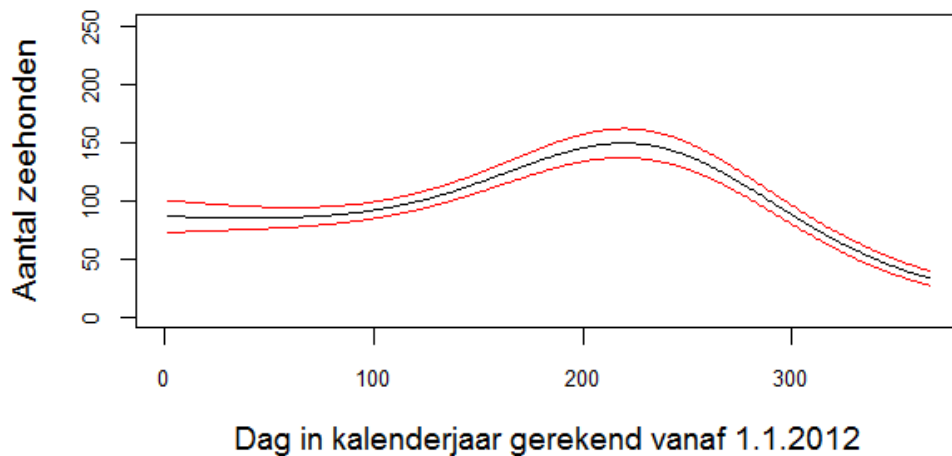
Allereerst werd gekeken naar de effecten van natuurlijke factoren op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap. De resultaten van de statistische analyse zijn weergegeven in tabel 8, voor de gegevens van 2010-2012 gezamenlijk.

Tabel 8. Gegevens van 2010-2012 gezamenlijk. Variabelen (natuurlijke factoren) die geselecteerd zijn door het model op basis van verklarend vermogen. AIC is een maat voor de kwaliteit van het model. Hoe lager deze waarde des te beter het model. Het model met alle variabelen gezamenlijk heeft een AIC van 8303 en is daarmee het beste model.

Covariate	AIC	DF	p-waarde
Dag	9623	3	<0.0001
Temperatuur	9221	4	<0.0001
Neerslag	8911	4	<0.0001
Windsnelheid	8732	4	<0.0001
Jaar	8616	-	<0.0001
Luchtdruk	8500	4	<0.0001
Luchtvochtigheid	8401	4	<0.0001
Windrichting	8303	8	<0.0001

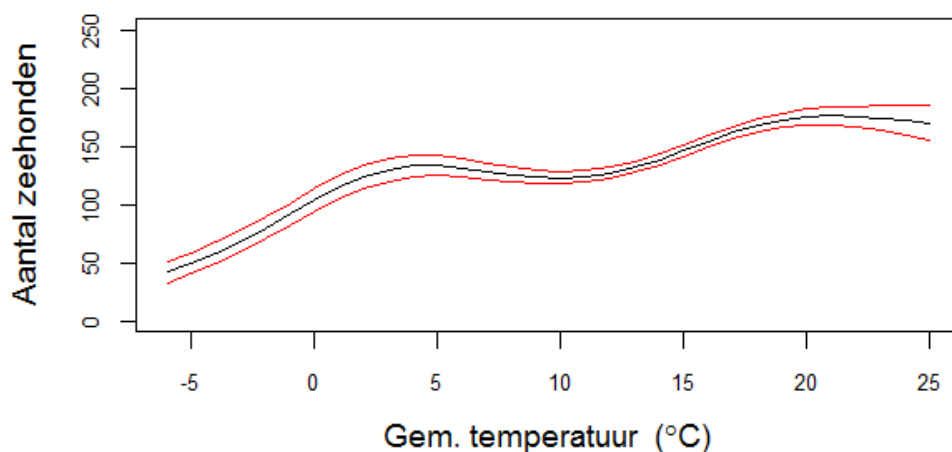
De gecombineerde analyse laat een zeer-significante ( $p < 0.001$ ) correlatie zien van alle natuurlijke factoren op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Zoals in voorgaande jaren, resulteert de factor dag (of seizoen) in het best verklarende model. Deze werd gevolgd door temperatuur als meest belangrijke factor. De analyse laat zien dat deze twee factoren, voor de gegevens van 2010 t/m 2012 gezamenlijk, de sterkste invloed hadden op het aantal zeehonden op de zandbank. Daarnaast bleken bij de gecombineerde gegevens van 2010-2012 neerslag en windsnelheid belangrijker verklarende factoren, terwijl luchtdruk, luchtvochtigheid en windrichting minder belangrijk zijn. De invloed van regen en luchtdruk is toegenomen ten opzichte van de resultaten van vorig jaar, terwijl de windsnelheid en luchtvochtigheid de resultaten in mindere mate beïnvloeden dan voorheen. Wanneer we alleen naar de resultaten van 2012 kijken (hier niet weergegeven), heeft windrichting een sterkere invloed dan in voorgaande jaren. De statistische analyse laat ook zien dat de omgevingsvariabelen niet collineair zijn.

De volgende figuren 34-39 laten de modelvoorspellingen van de aantallen zeehonden zien in relatie tot de omgevingsvariabelen uit het model. De modelvoorspellingen zijn op de volgende aannames gebaseerd: dag nummer = 200, temperatuur = 15°C, neerslag = 1 mm, windsnelheid = 10 km/u, luchtdruk = 1010 mbar, vochtigheid = 80%, windrichting = 300° (Dat betekent: bij iedere variabele worden voor de andere variabelen deze aannames gebruikt). Voor de modelvoorspellingen is het jaar bij de gecombineerde data op 2010 gezet. Voor iedere figuur zijn de betreffende natuurlijke factoren vervolgens gevarieerd binnen een van te voren vastgesteld minimum en maximum om naar het effect van de betreffende factor te kijken. De grafieken tonen de invloed aan van individuele natuurlijke factoren op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap voor de gegevens van 2010 t/m 2012 samen.



Figuur 29. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de dag van het jaar vanaf 1 januari 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.

Zoals al bleek uit tabel 8 heeft de dag van het jaar (seizoen) een sterke invloed op het aantal zeehonden op de zandbank, waarbij de piek zoals in de voorgaande jaren in de zomermaanden ligt. De GAM-grafiek voor de gecombineerde analyse van de drie jaar laat een meer geleidelijke functie zien dan in de voorgaande jaren.

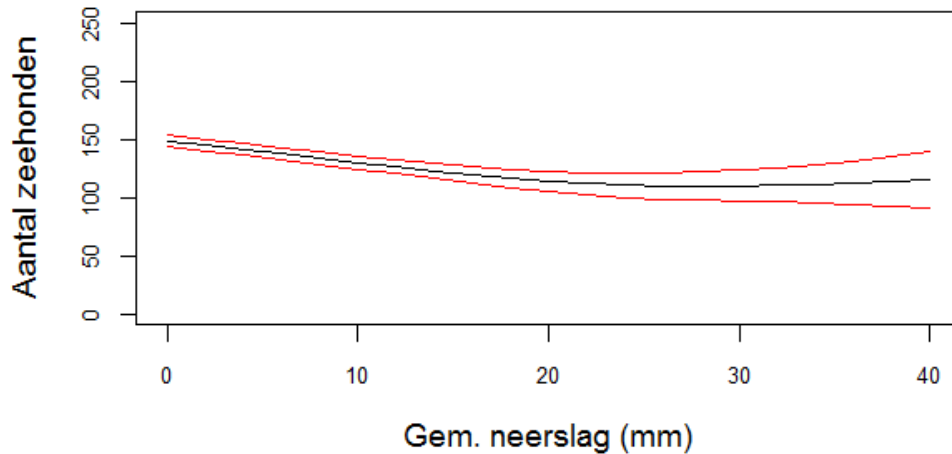


Figuur 30. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de gemiddelde dagelijkse temperatuur voor 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.



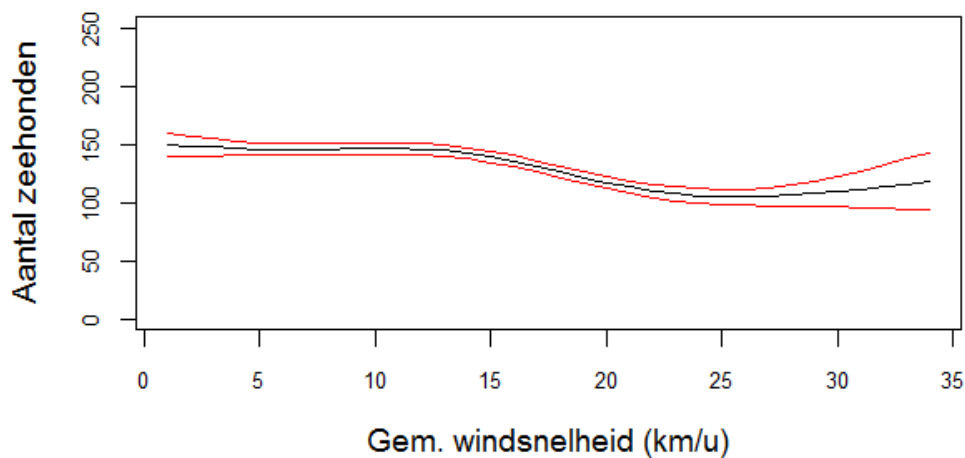
De analyse van de temperatuurdata van 2010-2012 laat zien dat deze factor een matige tot kleine samenhang met het aantal zeehonden op de ligplaats heeft, wanneer die boven de 5°C ligt. Als de temperatuur lager dan 5°C is, is ook het aantal zeehonden op de zandbank lager. De gecombineerde analyse van de gegevens van alle drie de jaren toont nu een flauwere functie dan in 2010.

De relatie tussen stralingswarmte en het ligplaatsgebruik kon niet (apart of alternatief) worden onderzocht omdat gegevens hiervoor moeilijk te bemachtigen zijn. Het aantal zonuren is daarvoor geen geëigende parameter. Stralingswarmte komt nog het best tot uitdrukking in een goed te meten parameter als temperatuur.



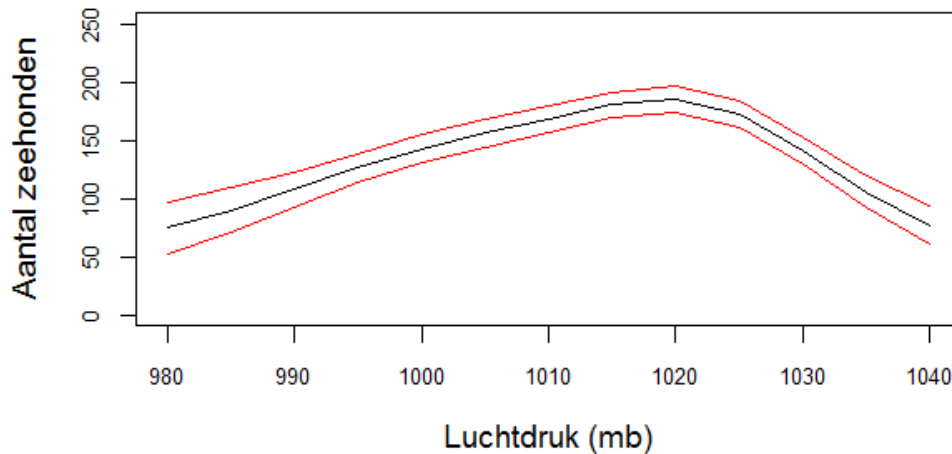
Figuur 31. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid neerslag voor 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

De analyse van alle drie de jaren toont, in tegenstelling tot de resultaten van voorgaande jaren, aan dat regen slechts een geringe negatieve correlatie heeft met de aanwezigheid van zeehonden op de zandbank. De grote aantallen zeehonden tijdens zware regen zoals gezien in 2010 en 2011 zijn nu bijna niet meer waar te nemen.



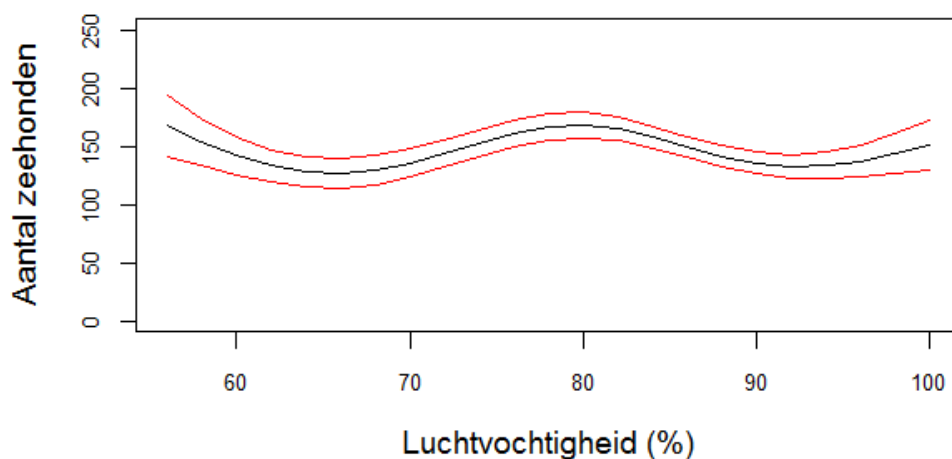
Figuur 32. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de gemiddelde dagelijkse windsnelheid voor 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

Zoals in voorgaande jaren heeft windsnelheid, de op een na belangrijkste natuurlijke factor op basis van de AIC, een negatieve samenhang met het aantal zeehonden op de zandbank, voornamelijk bij windsnelheden boven de ca. 15 km/h (ca. 3 Bft.). Echter, voor alle drie de jaren samen, is de samenhang tussen deze factor en het aantal zeehonden vergeleken met de voorgaande analyses in 2010 en 2011 minder groot.



Figuur 33. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de gemiddelde dagelijkse luchtdruk voor 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

Uit de gecombineerde analyses van alle drie de monitoringjaren blijkt dat in tegenstelling tot voorgaande jaren, luchtdruk een positieve samenhang heeft met het aantal zeehonden op de ligplaats. Alleen bij een luchtdruk hoger dan 1020 mPa neemt het aantal net zoals in voorgaande jaren af.



Figuur 34. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die de relatie weergeven tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de gemiddelde dagelijkse luchtvochtigheid voor 2010 t/m 2012 gezamenlijk. De zwarte lijn geeft de berekende relatie tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

Wanneer de gegevens van alle drie de monitoringjaren worden samengevoegd, blijkt dat luchtvochtigheid iets minder sterk correleert met het aantal zeehonden op de zandbank. De functie is niet lineair, maar laat de algemene negatieve trend niet meer zien. Iets hogere aantallen zeehonden kunnen worden gezien bij waarden rond de 80%, terwijl bij een hoog en matig laag niveau het aantal zeehonden iets lager is. De oplopende uiteinden van de curve zijn mogelijk het gevolg van de kleine steekproef.

Van alle natuurlijke parameters (2010-2012) lijkt windrichting de minst sturende invloed te hebben op het aantal zeehonden op de ligplaats. Echter, uit video-observaties op dagen met sterke wind, blijkt dat wanneer de wind uit bepaalde richtingen waait (bijv. uit het zuiden), het zand over hun normale rustplaats stuift. De zeehonden blijken dan liever op een ander deel van de zandbank te liggen.

#### 5.2.3.2 Invloed van menselijke activiteiten

Naast het model voor de natuurlijke variabelen, waarvan de effecten op het aantal zeehonden op de ligplaats in de vorige paragraaf zijn behandeld, is een model gemaakt dat negen nominale variabelen bevat, die de bouwgerelateerde en andere menselijke activiteiten beschrijven die een effect op de zeehondenaantallen zouden kunnen hebben.

De analyses zijn voor iedere activiteit (of categorie van activiteiten) op drie manieren uitgevoerd:

- 1) voor de offline-gegevens van 2012 afzonderlijk en, wanneer deze gegevens aanwezig waren, in subcategorieën voor elke bouwactiviteit apart (zoals 'Baggeren GSP', 'Baggeren Onderhoud' en 'Baggeren Aussenems').
- 2) voor de offline-gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk, maar alleen voor de activiteiten die in alle drie de jaren plaatsvonden.
- 3) een vergelijkende analyse voor 2012 waarbij de online-tellingen zijn gebruikt in plaats van de offline-tellingen.

De informatie over de verschillende activiteiten is in 2012 voor de meeste activiteiten goed, dat wil zeggen dat er voldoende gedetailleerde informatie is om het effect te kunnen analyseren. Zo waren de activiteiten per bedrijf opgesplitst en de begin- en eindtijden van de activiteiten nauwkeurig aangegeven, waardoor deze afzonderlijk konden worden geanalyseerd. De tabellen 9 en 10 laten de resultaten van de GAM-analyses zien voor de algemene bouwgerelateerde activiteiten en de natuurlijke factoren gezamenlijk.

Het effect van scheepvaart op het aantal zeehonden op de ligplaats is afzonderlijk met behulp van de cameragegevens geanalyseerd. De resultaten worden in hoofdstuk 7 (AIS) besproken. Vijf bouwgerelateerde activiteiten konden niet worden opgenomen in het model omdat het aantal dagen met gegevens over de zeehonden én de te testen activiteit minder dan 10 dagen was, de ondergrens voor een zinvolle analyse: Damwanden Trillen NUON, Schroeven Palen RWE / NUON, Stenen plaatsen NUON/RWE en Peilen maandelijks.

#### **Analyse gegevens in 2012 (offline tellingen):**

De effecten van de verschillende activiteiten op het aantal zeehonden op de ligplaats zijn voor de offline-data in 2012 in meer detail geanalyseerd. De grafische weergave van de gedetailleerde resultaten voor iedere activiteit is te vinden in annex 2. In het volgende zijn de resultaten voor de activiteiten samenvattend gepresenteerd en verder uitgelegd.

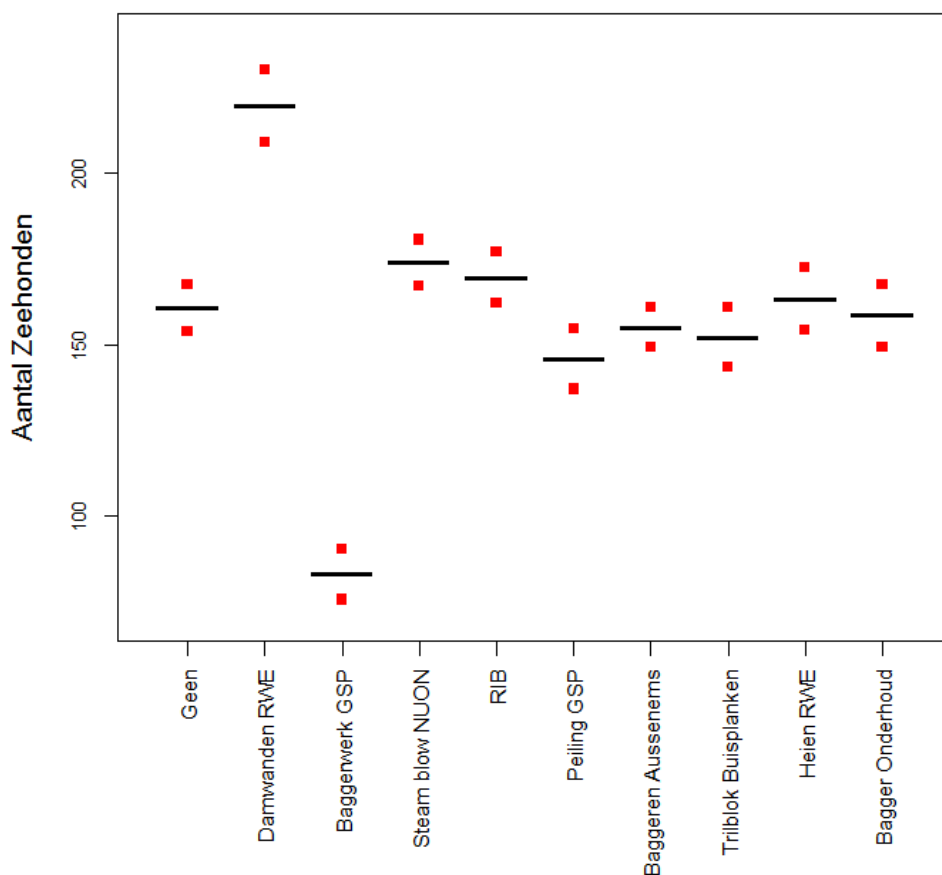
Tabel 9. Variabelen die geselecteerd zijn door het model op basis van het verklarend vermogen voor de gegevens van 2012. Hier zijn de activiteiten (vet gedrukt) geanalyseerd voor activiteiten van de individuele bedrijven om de potentiële invloed per activiteit weer te geven. AIC is de maat voor de kwaliteit van het model. Hoe lager deze waarde des te beter het model. Activiteiten met een verandering in AIC <2 of waarbij de AIC toeneemt, zijn in grijs weergegeven; zij dragen niet wezenlijk bij aan de voorspellende kracht van het model en zijn van de verdere analyse uitgesloten. Hoe lager de waarde des te beter het model. Het model "zonder deze grijze waarden" heeft een AIC van 2416.76 en is daarmee het beste model. N is het aantal dagen waarop de individuele bouwactiviteiten plaatsvonden tijdens de 178 dagen dat er zeehonden zijn geteld.

Variable	AIC	N
Dag nummer	3521.582	
Temperatuur	3204.994	
<b>Damwanden RWE</b>	2978.666	14
Neerslag	2851.708	
Windrichting	2760.607	
Windsnelheid	2656.262	
Luchtdruk	2577.706	
<b>Baggerwerk GSP</b>	2492.763	19
Luchtvochtigheid	2440.795	
<b>Steam blow NUON</b>	2430.973	41
<b>RIB</b>	2422.358	49
<b>Peiling GSP</b>	2419.021	54
<b>Baggeren Aussenems</b>	2416.760	124
Trilblok Buisplanken	2415.86	12
Heien RWE	2417.11	39
Baggeren Onderhoud	2419.00	25

Tabel 10. Effect van menselijke activiteiten op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 volgens de GAM-analyse. De schatting (estimate  $\pm$  standard error (SE)) geeft de richting van het effect van de activiteit aan: een positieve waarde betekent een toename van het aantal zeehonden op de zandbank, een negatieve waarde een afname. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank meer of minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

Co-variate	schatting	SE	p-waarde	significantie
Damwanden Trillen RWE	0.31357	0.03106	<0.0001	***
Baggerwerk GSP	-0.66264	0.07711	<0.0001	***
RIB	0.05444	0.02009	0.00672	**
Steam blow NUON	0.07945	0.02511	0.00156	**
Peiling GSP	-0.09599	0.04011	0.01671	*
Trilblok Buisplanken	-0.05423	0.03983	0.17335	
Heien RWE	0.01725	0.03779	0.64808	
Baggeren Aussenems	-0.03554	0.02271	0.11770	
Baggeren Onderhoud	-0.01350	0.03631	0.70995	

De resultaten van de GAM-analyses zijn grafisch weergegeven in figuur 35.



Figuur 35. Resultaten van de GAM-analyses met betrekking tot de gegevens van 2012 waarbij de bouwactiviteiten zijn opgesplitst voor de verschillende bedrijven. Deze figuur toont het effect volgens de GAM-analyse van deze per bedrijf opgesplitste menselijke activiteiten op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap, dit in vergelijking met de situatie waarbij de betreffende activiteiten niet plaatsvonden (Geen). De aantallen representeren de door het GAM-model voorspelde aantallen zeehonden per activiteit met de volgende aannames voor de resterende covariaten (om ze in het model te kunnen opnemen): dag nummer = 200, temperatuur = 15°C, neerslag = 1 mm, windsnelheid = 10 km/u, luchtdruk = 1010 mbar, vochtigheid = 80%, windrichting = 300°. De rode markering geeft het betrouwbaarheidsinterval aan.

De resultaten (tabellen 9-10 en figuur 35) laten zien dat de bouwactiviteiten een kleinere verandering in het AIC-model veroorzaken dan de meest belangrijke natuurlijke factoren die een invloed hebben op de zeehondenaantallen op de ligplaats. Wanneer gekeken wordt naar de gegevens van 2012 afzonderlijk dan blijkt 'Damwanden Trillen RWE' de belangrijkste factor te zijn in het verklaren van de zeehondenaantallen op de ligplaats. 'Baggeren GSP', 'RIBs' and 'Steam blow NUON' laten ook significante verschillen zien in het aantal zeehonden op de zandbank, maar hebben een kleinere invloed op de aantallen van de zeehonden op de zandplaat. De invloed van deze bouwactiviteiten verschilt in de richting van het effect. Waar Baggeren leidt tot een afname in het aantal zeehonden op de ligplaats, neemt het aantal juist toe bij een reactie op 'Damwanden Trillen RWE', 'RIBs' en 'Steam blow NUON'.

### Analyse gegevens in 2010-2012 (offline tellingen):

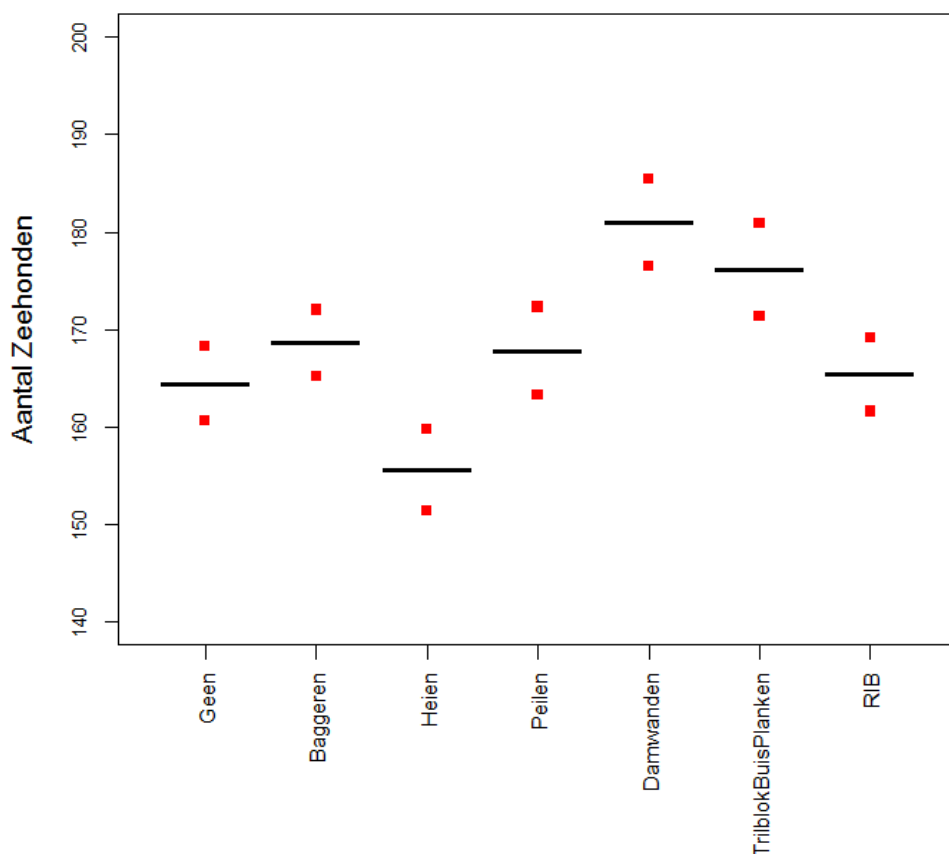
Tabel 11. Variabelen die geselecteerd zijn door het model op basis van verklarend vermogen voor de gecombineerde gegevens van 2010 tot en met 2012. De bouwactiviteiten zijn vet gedrukt weergegeven. AIC is de maat voor de kwaliteit van het model. Activiteiten met een verandering in AIC <2 of waarbij de AIC toeneemt, zijn in grijs weergegeven; zij dragen niet wezenlijk bij aan de voorspellende kracht van het model en zijn van de verdere analyse uitgesloten. Hoe lager de waarde des te beter het model. Het model "zonder deze grijze waarden" heeft een AIC van 8215.48 en is daarmee het beste model. N is het aantal dagen waarop de individuele bouwactiviteiten plaatsvonden tijdens de dagen dat er zeehonden zijn geteld in 2010-2012.

Covariate	AIC	N
Dag nummer	9623.25	
Neerslag	9221.00	
Temperatuur	8911.14	
Windsnelheid	8731.63	
Jaar	8615.58	
Luchtdruk	8499.51	
Luchtvochtigheid	8400.94	
Windrichting	8303.41	
<b>Damwanden Trillen</b>	8249.18	114
<b>Trilblok Buisplanken</b>	8231.29	72
<b>Heien</b>	8218.42	209
<b>Baggeren</b>	8215.48	309
Peilen	8215.05	102
RIB	8216.34	140

Tabel 12. Effect van menselijke activiteiten op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap volgens de GAM-analyse voor de offline gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk. De schatting (estimate  $\pm$  standard error (SE)) geeft de richting van het effect van de activiteit aan: een positieve waarde betekent een toename van het aantal zeehonden op de zandbank, een negatieve waarde een afname. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

Co-variante	schatting	SE	p-waarde	significantie
Damwanden Trillen	0.096118	0.012419	<0.0001	***
Peilen	0.019946	0.015343	0.1936	
Heien	-0.058092	0.012899	<0.0001	***
Baggeren	0.023621	0.014194	0.0961	
RIB	0.004410	0.011671	0.7056	
Trilblok Buisplanken	0.061501	0.014499	<0.0001	***
Jaar (2011)	-0.002802	0.017913	0.8757	
Jaar (2012)	0.098130	0.017874	<0.0001	***

De resultaten van de GAM-analyses zijn grafisch weergegeven in figuur 36.



*Figuur 36. Resultaten van de GAM-analyses voor de gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk. Deze figuur toont het effect van de belangrijkste menselijke activiteiten op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap in vergelijking met de situatie waarbij de betreffende activiteiten niet plaatsvonden (Geen) volgens de GAM-analyse. De aantallen representeren de voorspelde aantallen zeehonden gebaseerd op het GAM-model van de gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk met de algemene type bouwactiviteiten (met de volgende aannames: dag nummer = 200, temperatuur = 15°C, neerslag = 1 mm, windsnelheid = 10 km/u, luchtdruk = 1010 mbar, vochtigheid = 80%, windrichting = 300°).*

Wanneer gekeken wordt naar de totale periode van drie jaar (2010 -2012), laten de resultaten (tabellen 11-12 en figuur 36) zien dat de bouwactiviteiten een kleinere verandering in het AIC-model verklaren dan de meest belangrijke natuurlijke factoren die een invloed verklaren op de zeehondenaantallen op de ligplaats.

Met betrekking tot de gegevens van 2010 tot en met 2012 gezamenlijk blijven 'Damwanden Trillen', 'Trilblok Buisplanken' en 'Heien' zichtbaar als invloedrijke verklaringen. 'Baggeren', 'Peilen' en 'RIBs' brengen een kleinere verandering in het AIC-model teweeg (dat wil zeggen zij verklaren de veranderingen in de zeehondenaantallen minder goed dan de andere factoren die geanalyseerd zijn) en de correlaties met de aantallen van de zeehonden zijn niet significant.

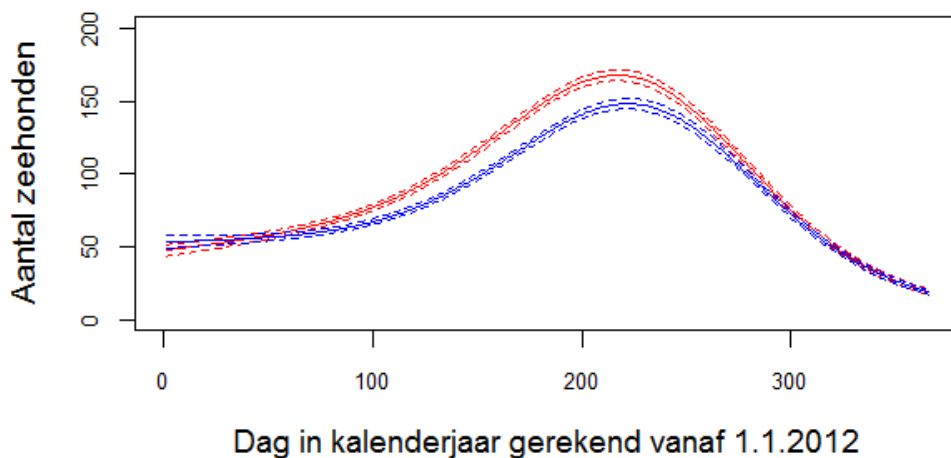
#### **Analysegegevens in 2012 (online-tellingen):**

De afwijkingen tussen de online- en offline-tellingen en hoe deze doorwerken in de effectanalyse zijn met behulp van een vergelijkende GAM-analyse van twee modellen onderzocht. Het eerste is gebaseerd op de getelde aantallen zeehonden en de dag van het jaar, dat wil zeggen negeert elk effect van het type tellingen (offline- en online-tellingen). Het tweede model is gebaseerd op de getelde aantallen zeehonden, dag van het jaar en type van de telling (waarbij type aangeeft of het om de online- dan wel om de offline-tellingen gaat).

Tabel 13. Vergelijking van model 1 en 2. AIC is de maat voor de kwaliteit van het model. Hoe lager deze waarde des te beter het model. Model 2 met een AIC van 7735.71 is daarmee het beste model.

	Df	AIC
<b>Model 1</b>	4.997722	7757.745
<b>Model 2</b>	7.993257	7735.717

De analyse laat een lagere AIC zien voor model 2, dat wil zeggen dat dit model een betere fit heeft voor de data, en dat de relatie tussen de zeehondentellingen en dag van het jaar verschillende uitkomsten geeft voor de online-teldata vergeleken met de offline-teldata. De resultaten van model 2 zijn in figuur 37 gepresenteerd en maken duidelijk in welke tijd van het jaar de grootste afwijking tussen de resultaten van de analyse op basis van de online-tellingen en die op basis van de offline-tellingen te verwachten is.



Figuur 37. Resultaten van een vergelijkende GAM-analyse van de zeehondentellingen: offline- (blauw) versus online getelde aantallen (rood). De lijnen geven het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijnen) de standaardfout. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.

De data geven aan dat er een significant verschil is in de door de twee modellen voorspelde aantallen zeehonden tussen april en september, d.w.z. in het voorjaar en de zomermaanden, de periode waarin de hoogste aantallen op de zandbank aanwezige dieren worden geteld. Dit was aanleiding om de GAM-analyse die de relatie legt tussen de verschillende bouwactiviteiten en het aantal zeehonden, opnieuw uit te voeren. Het resultaat daarvan is in de tabellen 14-15 en figuur 38 weergegeven.



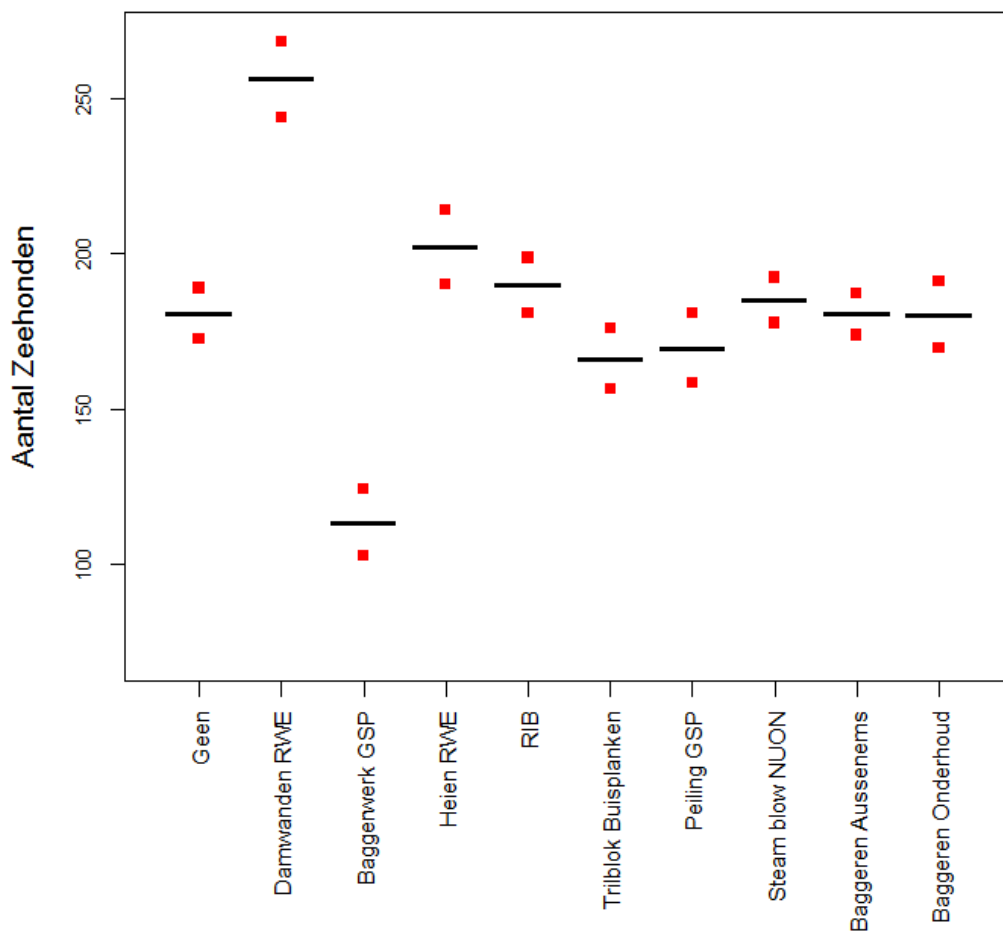
Tabel 14. Variabelen die geselecteerd zijn door het model op basis van verklarend vermogen voor de online getelde gegevens van 2012. De bouwactiviteiten zijn vet weergegeven. AIC is de maat voor de kwaliteit van het model. Activiteiten met een verandering in AIC <2 of waarbij de AIC toeneemt, zijn in grijs weergegeven; zij dragen niet wezenlijk bij aan de voorspellende kracht van het model en zijn van de verdere analyse uitgesloten. Hoe lager de waarde des te beter het model. Het model "zonder deze grijze waarden" heeft een AIC van 2456.37 en is daarmee het beste model. N is het aantal dagen waarop de individuele bouwactiviteiten plaatsvonden tijdens de dagen dat er zehonden zijn geteld in 2012.

Covariate	AIC	N
Dag nummer	3406.73	
Temperatuur	3098.23	
<b>Damwanden Trillen RWE</b>	2842.31	14
Luchtdruk	2718.90	
Windsnelheid	2592.03	
Neerslag	2549.05	
<b>Baggeren GSP</b>	2520.27	18
Windrichting	2501.13	
Luchtvochtigheid	2478.03	
<b>Heien RWE</b>	2469.27	38
<b>RIB</b>	2461.90	46
<b>Trilblok Buisplanken</b>	2460.37	12
Peilen GSP	2458.84	50
Steam blow NUON	2460.41	40
Baggeren Aussenems	2462.32	109
Baggeren Onderhoud	2464.29	23

Tabel 15. Effect van menselijke activiteiten op het aantal zehonden op de zandbank Hond en Paap volgens de GAM-analyse voor de online getelde gegevens van 2012. De schatting (estimate  $\pm$  standard error (SE)) geeft de richting van het effect van de activiteit aan: een positieve waarde betekent een toename van het aantal zehonden op de zandbank, een negatieve waarde een afname. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank meer of minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

Co-variate	schatting	SE	p-waarde	significantie
Damwanden Trillen RWE	0.348365	0.030501	<0.0001	***
Baggeren GSP	-0.467489	0.082758	<0.0001	***
RIB	0.048363	0.020033	0.01577	*
Steam blow NUON	0.023142	0.024797	0.35070	
Peilen GSP	-0.064099	0.042436	0.13092	
Trilblok Buisplanken	-0.084787	0.040140	0.03466	*
Heien RWE	0.111569	0.039921	0.00519	**
Baggeren Aussenems	-0.001451	0.023468	0.95069	
Baggeren Onderhoud	-0.002652	0.036717	0.94241	

De resultaten van de GAM-analyses zijn grafisch weergegeven in figuur 38.



Figuur 38. Resultaten van de GAM-analyses voor de online getelde gegevens van 2012. Deze figuur toont het effect van de belangrijkste menselijke activiteiten op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap in vergelijking met de situatie waarbij de betreffende activiteiten niet plaatsvonden (Geen) volgens de GAM-analyse. De aantallen representeren de voorspelde aantallen zeehonden gebaseerd op het GAM-model van de gegevens van 2010 t/m 2012 gezamenlijk met de algemene bouwactiviteiten (met de volgende aannames: dag nummer = 200, temperatuur = 15°C, neerslag = 1 mm, windsnelheid = 10 km/u, luchtdruk = 1010 mbar, vochtigheid = 80%, windrichting = 300°).

Deze analyse laat zien dat 'Damwanden RWE' nog steeds significant correleert met het aantal getelde zeehonden. Hetzelfde resultaat is er voor 'Baggerwerk GSP'. Deze nieuwe analyse laat geen verschil zien tussen de bijdrage van beide activiteiten aan het model, dat wil zeggen: de zeggingskracht is niet veranderd. 'Heien RWE' laat op basis van de nieuwe analyse zien dat er net als in de voorgaande jaren een significante correlatie met het aantal zeehonden op de zandbank is. 'Baggeren vd.Kamp', dat aan de hand van de offline-data niet significant correleert met de aantallen zeehonden op de zandbank, laat op basis van de online-data wel een zeer significante correlatie met de aantallen zeehonden zien. Voor 'Trilblok Buisplanken' en 'RIB's is op basis van de analyse van de online-resultaten een significante correlatie vastgesteld. Voor 'RIB's is sprake van een geringere significantie terwijl het statistische verband tussen 'Trilblok Buisplanken' en de aantallen zeehonden bij deze analyse tot een grotere significantie leidt. 'Steam blow NUON', 'Peilen GSP' en 'Baggeren Aussenems' correleren bij deze analyse niet significant met de aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap.

De natuurlijke omgevingsfactoren moesten in het model opgenomen worden, maar de verandering in AIC-waarden hebben in dit verband geen betekenis omdat de milieu-parameters voor het gehele jaar geanalyseerd zijn.

### 5.2.3.3 Gedetailleerde analyse van individuele bouwactiviteiten

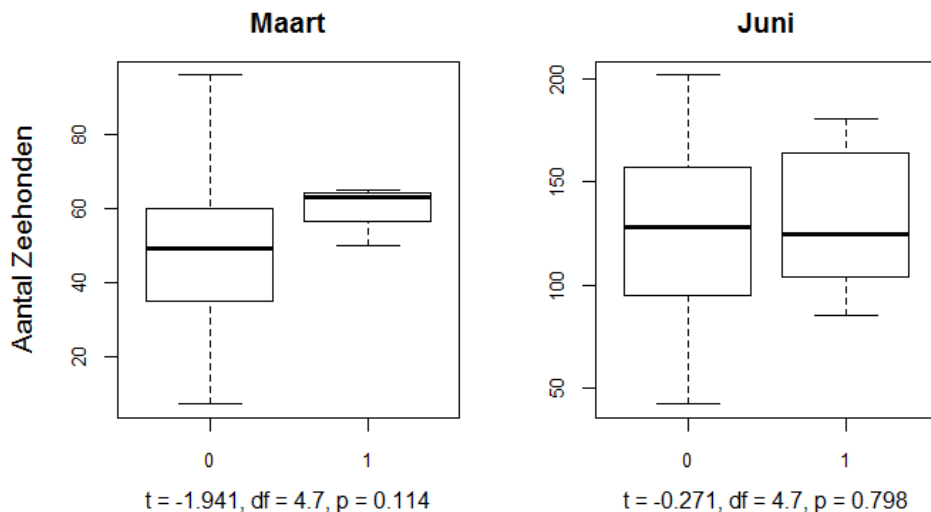
De effecten van de verschillende activiteiten op het aantal zeehonden op de ligplaats zijn in meer detail weergegeven in annex 3.

### 5.2.3.4 Verschillen in gevoeligheid voor bouwactiviteiten in de tijd

Het volgende gedeelte bevat de resultaten van twee soorten analyses die werden uitgevoerd om te testen of de gevoeligheid van de zeehonden in de loop van de tijd is veranderd. Dat wil zeggen reageren de zeehonden in 2012 in vergelijking met voorgaande jaren anders in bepaalde tijden van het jaar of op bepaalde dagen van de week.

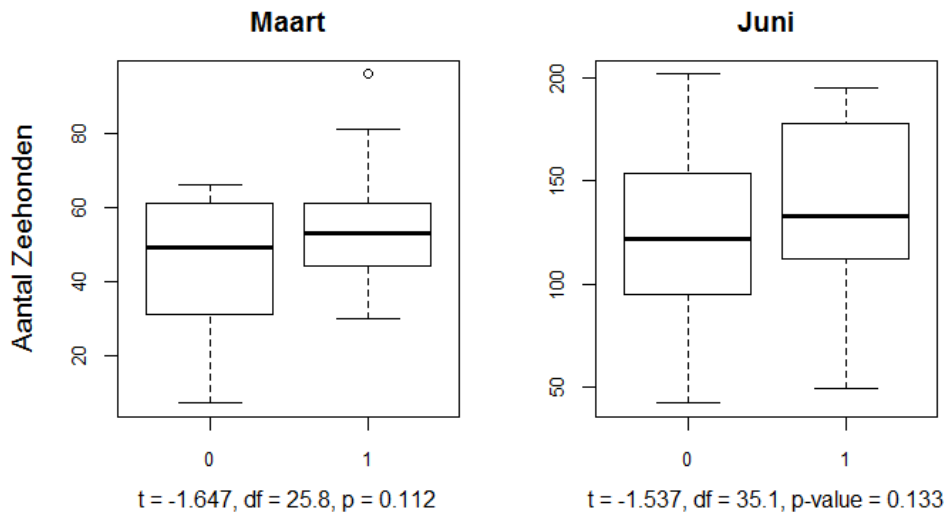
#### *Seizoensverschillen in de correlaties*

Een ANOVA- test werd uitgevoerd met de data van 2012 afzonderlijk om de significantie van de correlatie tussen de aantallen zeehonden op de zandbank bij een bepaalde activiteit en de twee seizoenen maart (geen verharings- of geboorteseizoen) en juni (geboorteseizoen) te testen. In 2010/2011 is een zeer significant verschil gevonden bij de activiteit damwanden trillen: de getelde aantallen zeehonden waren hoger op dagen waarop damwanden trillen plaatsvond dan op dagen zonder damwanden trillen. Voor alle andere activiteiten was geen significant verschil gevonden.



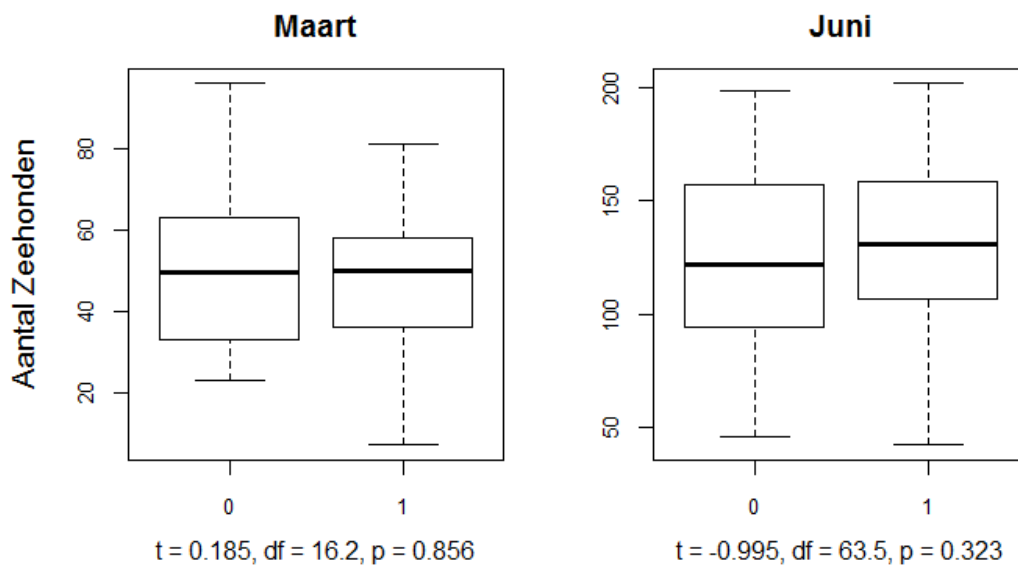
Figuur 39. Vergelijking van het effect van peilen tussen maart en juni, gegevens 2010 tot en met 2012 gecombineerd (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  =  $t$ -testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder peilen is noch in maart noch in juni significant. Er is ook geen significant verschil gevonden tussen maart en juni (ANOVA,  $df=1$ ,  $F = 0.033$ ,  $p = 0.856$ ).



Figuur 40. Vergelijking van het effect van damwanden trillen tussen maart en juni, gegevens 2010 tot en met 2012 gecombineerd (0 = geen activiteit, 1 = activiteit, t = t-testresultaat, df = vrijheidsgraden, p = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder damwanden trillen is noch in maart noch in juni significant. Er is ook geen significant verschil gevonden tussen maart en juni (ANOVA, df=1, F = 0.095, p= 0.7584).



Figuur 41. Vergelijking van het effect van RIB's tussen maart en juni, gegevens 2010 tot en met 2012 gecombineerd (0 = geen activiteit, 1 = activiteit, t = t-testresultaat, df = vrijheidsgraden, p = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder RIB's is noch in maart noch in juni significant. Er is ook geen significant verschil gevonden tussen maart en juni (ANOVA, df=1, F = 0.320, p = 0.573).

Heien kon niet worden getest voor 2012 aangezien noch in maart noch in juni geheid werd. Het effect van baggeren kon niet worden getest doordat er te weinig dagen in maart waren waarop niet werd gebaggerd.

#### *Dagelijkse verschillen in de reactie van zeehonden op de verschillende activiteiten*

In 2010/2011 was er een verschil in de intensiteit van de bouwactiviteiten tussen doordeweekse dagen en de weekenddagen. De mate waarin de dagelijkse bouwgerelateerde activiteiten (alle activiteiten in 2012) plaatsvinden varieert tussen week- en weekenddagen. Uit de analyse voor 2012 zijn geen relevante verschillen tussen werkdagen naar voren komen. Voor details verwijzen wij naar annex 3.

#### *Verschillen in significantie voor weekdagen*

Een ANOVA-test werd uitgevoerd om de significantie van de correlatie tussen de aantallen zeehonden en de activiteiten op de verschillende weekdagen (maandag direct na een relatief rustig weekend en vrijdag na een aantal relatief drukke werkdagen) voor de data van 2012 te testen. Uit deze analyse voor 2012 zijn geen relevante verschillen tussen weekdagen naar voren komen. Voor details verwijzen wij naar annex 3.

### 5.3 Discussie

Het doel van deze studie is om de potentiële effecten van bouwgerelateerde activiteiten op de zeehonden die de zandplaat Hond en Paap als rustplaats gebruiken in het bijzonder te beoordelen.

Verstoring wordt gedefinieerd als elke activiteit die normaal gedrag verandert. Om te beoordelen wat normaal gedrag is hebben we er voor gekozen om het aantal zeehonden op de zandbank op dagen of tijdens periodes waarin een bepaalde bouwactiviteit wordt uitgevoerd te vergelijken met momenten dat de bouwactiviteiten niet worden uitgevoerd.

In theorie kunnen de bouwactiviteiten tot verschillende reacties leiden. Dat reikt van geen enkele respons tot een sterke gedragsverandering en zelfs het (duurzaam) mijden van het verstoorde gebied. De sterkte van de reactie kan per individu verschillend zijn en is afhankelijk van de situatie waarin het dier zich op het moment van verstoring bevond (zie ook Brasseur *et al.* 2011, Richardson *et al.* 1995). Wanneer de verstoring aanhoudt, kan na verloop van tijd bij de dieren gewenning optreden (= minder sterke reactie) maar ook sensibilisering (= sterkere reactie/overgevoeligheid). Afhankelijk van de aard van de verstoring (akoestische verstoring onder water of akoestische en visuele verstoring door de lucht/boven water) kan de reactie van de zeehonden in tegengestelde richting gaan: bij verstoring aan land kann het zijn dat de dieren de zandbank verlaten (Richardson *et al.* 1995); bij verstoring in/onder water, kan dezelfde verstoringbron afhankelijk van de sterkte van de prikkel ertoe leiden dat de dieren juist de zandbank opgaan (Kastelein *et al.* 2012). Dat betekent dat eenzelfde activiteit (bv. Heien, Damwanden Trillen, scheepvaart), die zowel boven als onder water verstorend kan zijn, een tegengestelde reactie tot gevolg kan hebben. Duidelijk mag zijn dat dit de statistische analyse uitermate complex maakt.

De analyse van de gegevens van 2012 geeft minder significante resultaten dan in voorgaande jaren. Deze verandering kan worden toegeschreven aan de algemene daling van activiteiten op de bouwplaats. Een andere mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat de zeehonden in de afgelopen drie jaar gewend zijn geraakt aan de visuele en akoestische stimuli afkomstig van de bouwplaats, gevoelige dieren hebben mogelijk al in een eerder stadium het gebied verlaten. Een meer gedetailleerde discussie van de individuele activiteiten volgt hieronder.

De gevolgen van verstoring van de dieren is afhankelijk van de ernst van de verstoring, maar zal voornamelijk worden gerelateerd aan verhoogde energetische kosten die de verstoring heeft voor het dier. Energetische modellen hebben aangetoond dat een verstoring thermische stress bij pups, die in Arctische wateren leven, kan veroorzaken en als gevolg daarvan de energiebalans kan verstoren (Jansen *et al.*, 2010). De energetische kosten van een verstoring zullen bij zeehonden in de Eems zeker lager zijn, maar hoewel de precieze fysiologische kosten niet bekend zijn, is duidelijk dat elke verstoring energetische kosten met zich meebrengt voor de dieren.

Het al dan niet kunnen compenseren van deze energetische kosten van verstoring is afhankelijk van de conditie van de dieren, hun reproductieve status en de mogelijkheid om de verloren energie weer aan te vullen, dat wil zeggen van de mogelijkheden om voldoende voedsel te verkrijgen.

Eerdere telemetrieonderzoeken (met GPS-zenders) in het Eemsgebied hebben aangetoond dat dieren die op de Hond en Paap liggen tijdens hoogwater het Eemsgebied niet per se uitzwemmen; ze verblijven dan in het water in de buurt. Hetzelfde werd gevonden in een onderzoek bij zeehonden in Newfoundland, USA (Renouf *et al.* 1981), waarin de auteurs slechts een geringe toename van migratie na een verstoring vonden: de zeehonden bleven in het gebied toen de zandplaten werden overspoeld bij hoogwater.

Onze studie is uniek in zijn soort omdat deze speciaal is ontworpen om de gevolgen van een groot aantal activiteiten op land en in het water op een zeezoogdier te beoordelen. Voor deze beoordeling is kennis nodig over het normale gedrag en habitatgebruik maar ook over de stimuli. Tijdens deze studie is een groot aantal werkzaamheden uitgevoerd die als mogelijk versturende stimuli kunnen worden beschouwd. Echter door het ontbreken van directe geluidsmetingen is het moeilijk aan te geven tot op welke afstand deze door de dieren in de lucht of onder water worden waargenomen. De noiselogger studie uitgevoerd in 2011/2012 (Lucke 2013) geeft enkele eerste aanwijzingen over de ontvangen niveaus van geluid uit diverse bouwgerelateerde activiteiten. Het feit dat stimuli onder water, zeker akoestische, kunnen leiden tot veranderingen in gedrag is aangetoond in verschillende wetenschappelijke studies (Richardson *et al.*, 1995). Verstoring door menselijke activiteiten is gedocumenteerd voor verschillende zeehondensoorten (Kucey 2005; Lewis 1987; Skeate *et al.* 2012). Kastelein *et al.* (2006a, 2006b, 2012) ontdekten dat dit ook geldt voor de gewone zeehond. Het onderzoek toonde aan dat verschillende geluidsstimuli ontwikkend gedrag teweegbrengen bij deze dieren. Er is echter geen studie beschikbaar die direct vergelijkbaar is met onderzoek zoals dat in deze monitoringsstudie wordt uitgevoerd. De aan het begin van dit hoofdstuk opgestelde hypothesen kunnen daarom alleen getest worden door middel van statistische analyses. Wanneer op basis van gepubliceerde resultaten van andere studies geformuleerde hypothesen worden bevestigd door significante resultaten uit de eigen studie dan is dat een sterke aanwijzing voor de aanwezigheid van oorzaak-effectrelaties.

### 5.3.1 Methoden

De cameraobservaties van de zandbank Hond en Paap hebben ondanks allerlei beperkingen (verschillen in de online- versus de offline-tellingen) wederom aangetoond een waardevol instrument te zijn in het monitoren van de potentiële effecten van de bouwwerkzaamheden in de Eemshaven op het aantal zeehonden op de ligplaats, zonder dat de dieren door menselijke waarnemers verstoord worden (Brasseur *et al.* 2010a, 2011; Lucke *et al.* 2012). Naast het feit dat het de meest directe methode is om te controleren op extreme effecten die dienen als alarmsignaal in een Early Warning Systeem, voorziet deze methode ook in waardevolle informatie over het gedrag van zeehonden, zowel in ongestoorde situaties als in situaties waarbij potentiële spanningsvelden aanwezig zijn zoals bouwactiviteiten.

Het onderscheidend vermogen van de statistische analyses van de gegevens die zijn verzameld in 2012, was wederom laag, maar de dataset van de drie gezamenlijke jaren resulteerde in een goede data-set met voldoende groot onderscheidend vermogen om een groter aantal bouwgerelateerde activiteiten te toetsen. Deze meer gedetailleerde informatie over de bouwactiviteiten zorgde ervoor dat er beter onderscheid gemaakt kon worden tussen de verschillende activiteiten.

De analyse werd aan de hand van tellingen uitgevoerd die telkens rond een getijafhankelijk tijdstip worden gehouden. De bouwactiviteiten vinden soms echter maar gedurende een klein deel van de dag plaats, deels zonder overlap in de tijd met de tellingen. Dit kan ertoe leiden dat er ten onrechte een significante correlatie in de data wordt vastgesteld (overschatting van het effect). Het feit dat de gegevens over sommige bouwactiviteiten (Trillen Damwanden, Trillen Buisplanken: Datum, tijdstip begin/einde op een dag) niet precies zijn, maakt het probleem groter.

### 5.3.2 Functioneren van de camera

Het monitoren van de zeehondenaantallen op de ligplaats vond in 2012 het hele jaar door plaats, met alleen tijdelijke leemtes als gevolg van technisch falen van de camera of ongeschikte weersomstandigheden. Technische mankementen aan de camera zijn te verwachten aangezien het systeem is blootgesteld aan extreme weersomstandigheden op de zandbank (die buiten de range liggen van het normale gebruik van dit soort systemen) en a de verwachte levensduur van het systeem inmiddels is overschreden. Daar komt bij dat de camera niet makkelijk bereikbaar is voor onderhoud en reparaties.

### 5.3.3 Dagelijkse aanwezigheid van zeehonden en waarnemingsfouten

De aanpassing van de analysemethode in 2011 (toen zijn alleen de offline-scans voor de effectanalyse gebruikt) heeft tot een grotere betrouwbaarheid van de resultaten geleid. Door hetzelfde type analyse in 2012 uit te voeren, is het aantal datapunten voor de natuurlijke factoren als ook voor de voornaamste bouwgerelateerde activiteiten nu groot genoeg om met meer zekerheid conclusies te kunnen trekken over correlaties en effecten. Hierdoor is de betrouwbaarheid van de resultaten verder toegenomen.

Zowel natuurlijke als technische oorzaken zorgen voor beperkingen waar rekening mee moet worden gehouden: Het feit dat de zeehonden soms dicht opeen gepakt liggen kan het aantal getelde dieren beïnvloeden, omdat sommige dieren hierdoor verborgen waren achter de lichamen van andere. De waarnemingsfout, veroorzaakt door het beperkte bereik gedurende de offline-scans is voornamelijk relevant tijdens de geboorteperiode. In deze periode wordt het aantal zeehonden op de zandbank dat wordt waargenomen met de camera, onderschat. Dit fenomeen is kenmerkend voor vrouwelijke zeehonden als ze op het punt staan om te bevallen en zich afzonderen van de andere zeehonden zodat ze in deze periode in het algemeen een grotere individuele afstand houden ten opzichte van de andere dieren. Echter, de gegevens voor 30 maart 2012 laten een aanzienlijk groter aantal zeehonden zien dat met de camera is geteld vergeleken met de vliegtuigtelling. Dit is een indicatie dat de tijd van de dag waarop de tellingen (vanuit het vliegtuig en met de camera) worden uitgevoerd een belangrijke rol zou kunnen spelen voor de waarneming van het aantal zeehonden op de zandplaat. In dit geval was het tijdstip van de vliegtuigtelling vroeg in het ochtend (negen uur) en daarmee 1,5 uur voor laagwater en drie uur vóór het tijdstip van het verwachte maximale aantal zeehonden op de zandbank (12 uur). Dezelfde variabiliteit in aantallen in de tijd zijn gevonden bij de analyse van de videogegevens. De conclusies die worden getrokken uit deze vergelijking moeten met enige voorzichtigheid worden behandeld omdat het niet mogelijk is om nauwkeurig het aantal zeehonden dat bij de offline-tellingen wordt gemist, te kwantificeren.

De verandering in de aantallen zeehonden op de zandbank kan met name in het voorjaar en de zomermaanden niet precies worden vastgesteld. De gedetailleerde analyse van de 2012-data, waarbij de resultaten op basis van de online-teldata met die van de offline-teldata zijn vergeleken, toont aan dat er inderdaad een significant verschil is dat zowel tot onder- als overschattingen van het effect van sommige bouwgerelateerde activiteiten kan leiden. Dit kan overwegend worden toegeschreven aan het feit dat de van de zeehonden die bij de offline-tellingen worden gemist, in tegenstelling tot de dieren die wel via de camerabeelden worden geobserveerd, niet bekend is hoe ze reageren. Geen reactie betekent overschatting van het effect en wel een reactie betekent onderschatting van het effect. Een reden waarom de dieren die op het deel van de zandbank liggen dat alleen maar online kan worden waargenomen, anders reageren dan de dieren binnen de offline getelde sectoren, kan de grotere of geringere afstand van de ligplaats tot de verstoringbron zijn (bijvoorbeeld de vaargeul van de Eems). Welke gevolgen het gebruik van de online-tellingen in plaats van de offline-tellingen in detail heeft, wordt in het kader van de verschillende bouwgerelateerde activiteiten bediscussieerd. Het verschil tussen de online- en offline-tellingen heeft geen gevolgen voor het Early Warning Systeem omdat alleen de online-tellingen worden gebruikt om te bepalen of een waarschuwing moet worden afgegeven.

De vergelijking tussen de maanden maart en juni 2012 van de correlaties met de bouwactiviteiten duidt erop dat de zeehonden in het algemeen niet anders reageren op versturende activiteiten in de zomer-

maanden dan in maart. Desalniettemin moet in acht worden genomen dat de vrouwtjes in de pup-periode op de zandbank zullen moeten blijven liggen om hun jongen te zogen, zelfs wanneer ze door de versturende stimuli mogelijk een hogere stress ervaren zonder dat dit zichtbaar wordt in een gedragsverandering

#### 5.3.4 Het aantal zeehonden op de ligplaats

De cameraobservaties in 2012 maakten het mogelijk om opnieuw tellingen uit te voeren en de datasets te vergroten. Zodoende konden betrouwbaardere analyses worden uitgevoerd van het aantal via de camera waargenomen zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Het seizoenspatroon van de waargenomen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 is min of meer in overeenstemming met de resultaten van de cameraobservaties van 2010 en 2011 (Brosseur *et al.* 2011, Lucke *et al.* 2012). Hierbij moet wel in aanmerking worden genomen dat de representativiteit van het aantal waargenomen zeehonden ten opzichte van de werkelijke aantallen aanwezige dieren in de geboorteperiode lager is omdat de dan verzamelde gegevens een onderschatting zijn. Dit is waarschijnlijk in alle jaren het geval geweest; het effect zal in elk monitoringjaar vergelijkbaar geweest zijn.

#### 5.3.5 Invloed van natuurlijke factoren

Boulva en McLaren (1979), op Sable Island in Oost-Canada, vonden dat minder gewone zeehonden op de zandbanken gingen liggen als de temperatuur gedaald was tot onder de  $-15^{\circ}\text{C}$ . Echter, in studies uitgevoerd in regio's met minder extreme winterse temperaturen, zoals in onze studies in de Eems- Dollard, is het effect van de temperatuur op de aanwezigheid van zeehonden op de zandplaten weliswaar nog steeds vast te stellen maar veel geringer (Allen *et al.* 1980; Schneider en Payne 1983). De effecten van getijden en dagritme verschillen echter sterk per studie. Gewone zeehonden gebruiken een verscheidenheid van substraten als ligplaats; sommige van deze ligplaatsen waren niet beschikbaar tijdens hoogwater zoals de zandplaat Hond en Paap, terwijl andere in alle stadia van het getij zouden kunnen worden gebruikt. De meeste studies zijn uitgevoerd in gebieden waarbij het gebruik van de zandplaat getijgerelateerd is (Stewart 1984) en in deze gevallen een sterke correlaties tussen zeehondenaantallen en de getijdencyclus hebben (bv. Reijnders *et al.* 2000, Thompson *et al.* 2005). In onze studie hebben we naast de duidelijke correlatie met getij ook een sterke invloed van weervariabelen gevonden. Een reden hiervoor is waarschijnlijk de grote hoeveelheid gegevens en de lange onderzoeksperiode van meer dan drie jaar.

In deze studie bleek de dag van het jaar (de verschillende seizoenen) opnieuw de belangrijkste factor te zijn voor het verklaren van de aantallen zeehonden op de ligplaats. Dit kan duidelijk worden toegeschreven aan de sterke afhankelijkheid die de zeehonden hebben van de zandbank tijdens de jaarlijkse geboorte- en verharingsperiode.

Temperatuur is de belangrijkste natuurlijke factor voor het verklaren van de aantallen zeehonden op de ligplaats. Als de weersomstandigheden optimaal zijn (weinig tot geen regen en iets hogere luchttemperaturen) zijn er meer zeehonden op de zandbank te verwachten (Simpkins 2003). Deze trend is ook in onze studie in de afgelopen drie jaar gezien. Het feit dat de invloed van lage temperaturen ( $<5^{\circ}\text{C}$ ) verder afneemt in 2012 ten opzichte van vorige jaren kan toegeschreven worden aan de kortere koude periode in dat jaar. Hierdoor zijn minder dagen met deze lage temperaturen beschikbaar voor de analyse waardoor de relatieve invloed van deze factor afneemt.

De andere factoren varieerden tussen de jaren wat betreft het niveau van belangrijkheid. Regen is een belangrijker factor geworden in 2012, mogelijk als gevolg van de toename van het aantal dagen met regen in 2012 in vergelijking met de voorgaande jaren, gevolgd door de windsnelheid. Deze twee factoren zijn rechtstreeks van invloed op de zeehonden wanneer zij op de zandbank liggen. Bij lagere neerslagniveaus is de correlatie zoals verwacht en zoals eerder door bv. Mathews en Pendleton (2006) is waargenomen in hun studie naar zeehonden. Zij vonden dat op dagen met regen het aantal zeehonden op een zandbank verminderde. Simpkins (2003) en Boveng *et al.* (2003) zagen een toename van het



aantal zeehonden op de ligplaats op dagen met weinig tot geen regen. Het feit dat windkracht de op een na belangrijkste verklaring voor het aantal zeehonden op de zandbank was kan gerelateerd worden aan het feit dat de zandbank tijdens storm regelmatig helemaal onder water blijft, waardoor de zeehonden er niet terecht kunnen. Een tweede effect is dat bij hogere windsnelheden (geen storm of springtij) het zand op de banken zo droog wordt dat het gaat stuiven en dat is pijnlijk voor de ogen van de zeehonden (P.J.H. Reijnders, pers. waarneming).

De andere factoren (luchtdruk, luchtvochtigheid en windrichting) zijn indirecte aanwijzingen voor de condities die de situatie / het welzijn van de zeehonden op de ligplaats beïnvloeden en komen uit de analyse als minder belangrijke factoren naar voren. Met betrekking tot de windrichting is het opmerkelijk dat tijdens dagen met sterke wind, wanneer zand vanuit het zuiden in westelijke richtingen over hun normale rustplaats stuift, de zeehonden kennelijk liever op een ander deel van de zandbank liggen dan gebruikelijk.

Wanneer per jaar wordt gekeken dan hebben de natuurlijke factoren een sterker effect op het aantal zeehonden op de ligplaats dan één van de bouwactiviteiten. Dit resultaat van 2010 en 2011 is in 2012 zelfs sterker waargenomen. Alleen het trillen van damwanden, en in mindere mate baggeren GSP, waren belangrijker dan sommige natuurlijke factoren. Alle andere activiteiten zijn minder sterke verklaringen voor de verkregen gegevens in 2012.

Wanneer de gegevens 2012 in combinatie met de twee voorgaande jaren worden geanalyseerd blijkt dat alle natuurlijke factoren meer invloed hebben op de aantallen zeehonden op de zandplaat dan de bouwactiviteiten of andere menselijke activiteiten. Dit betekent niet dat het effect van de bouwgerelateerde activiteiten niet van belang is voor de zeehonden, het weerspiegelt gewoon de variabiliteit in een complex biologisch systeem en het feit dat we proberen om de complexe interacties en cumulatieve effecten in dit systeem te begrijpen, terwijl we nog steeds niet over een volledig begrip of voldoende informatie van alle parameters beschikken. Toch maken deze resultaten duidelijk dat, om effecten van menselijke activiteit te verklaren, ook de natuurlijke factoren meegenomen moeten worden.

### 5.3.6 Invloed van menselijke activiteiten

#### *Effect van bouwgerelateerde activiteiten*

Op ligplaatsen zijn zeehonden gevoelig voor verstoring. Wanneer de dieren op de ligplaats worden verstoord gaan ze normaliter te water (Drescher 1979; Reijnders 1981; Bonner 1982). Deze reactie is meestal het gevolg van een visuele en/of akoestische prikkel. Bij bouwactiviteiten kan verstoring van zeehonden ook onder water plaatsvinden waardoor de dieren als mogelijke reactie op de verstoring het water ontvluchten door aan land te gaan. Ook hier zijn akoestische prikkels de meest waarschijnlijke oorzaak gezien het feit dat andere prikkels/signalen (visueel, chemisch, elektromagnetisch) zich onder water minder snel en minder verder verspreiden dan geluid. Beide soorten verstoring kunnen dus tot veranderingen in het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap leiden en zelfs in een atypische reactie tot uitdrukking komen wanneer die reactie het resultaat van twee tegengestelde typische reacties is. Gewenning maar ook een grotere sensibiliteit kunnen na verloop van tijd een rol spelen. Dit gedrag werd al vermoed op grond van de resultaten van 2009 en 2010 (Brasseur *et al.* 2011). Omdat oorzaak-effectrelaties, laat staan dosis-effectrelaties, nog niet eenduidig zijn vastgesteld is het moeilijk om daarover enige conclusies te trekken. Daarvoor zouden wetenschappelijke experimenten waarbij dieren onder gecontroleerde omstandigheden worden bloot gesteld aan geluid, een geschikt middel kunnen zijn. Dergelijke proeven vallen echter buiten de scope van een monitoringsprogramma zodat genoeg moet worden genomen met het bestuderen van veranderingen in de aantallen dieren op de zandbank in relatie tot bouwactiviteiten.

De hoeveelheid uitgevoerde analyses is dermate groot en complex dat ook de discussie van de resultaten bijzonder uitgebreid en complex is. Om tot een overzichtelijke presentatie van de resultaten te komen, is daarom voor elke activiteit een tabel toegevoegd waarin de resultaten zijn aangegeven met de richting

van het verband en de significantie ervan. De online-tellingen leiden tot de meest robuuste resultaten (zie 5.3.3.). Data van deze tellingen zijn er echter alleen maar voor 2012. Een beoordeling van de mogelijke effecten van de bouwactiviteiten op zeehonden kan momenteel alleen met behulp van de offline-data worden uitgevoerd, omdat alleen deze data voor de gehele periode beschikbaar zijn.

### Baggeren

Tabel 16. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'Baggerwerkzaamheden'; *n.s.* = niet significant, *n.a.* = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De schatting (estimate ± standard error (SE)) geeft de richting van het effect van de activiteit aan: een positieve waarde betekent een toename van het aantal zeehonden op de zandbank, een negatieve waarde een afname. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

		Baggeren	Baggeren GSP	Baggerwerk Onderhoud	Baggeren Aussenems
2010-2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	<i>n.s.</i>			
	Schatting (+ toename/ - afname)	+0.023			
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)		***	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Schatting (+ toename/ - afname)		-0.663	-0.014	-0.036
2012 (online)	Significantie (p-waarde)		***	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Schatting (+ toename/ - afname)		-0.467	-0.003	0.001

In voorgaande jaren had baggeren over het algemeen een statistisch significante correlatie met de zeehondengegevens, dat wil zeggen: er was een sterke toename in het aantal dieren op de zandplaat wanneer deze bouwactiviteiten gaande waren. Voor de jaren 2010-2012 is deze correlatie nog steeds positief, maar niet langer significant. Wanneer de offline-data worden geanalyseerd, blijkt dat alleen 'Baggeren GSP' hoog significant is. De analyse van de online-data leidt tot dezelfde uitkomst.

In 2012 echter leidt het gevonden verband tussen baggeren en de zeehondengegevens in de tegenovergestelde richting, dat wil zeggen een afname van het aantal zeehonden op de zandplaat. Het bouwgerelateerde baggerwerk ('Baggeren GSP') heeft uitsluitend plaatsgevonden binnen de haven (Doekegatkanaal en Wilhelminahaven), daardoor is het onduidelijk of de zeehonden werden verstoord door het baggeren zelf. De geluidsregistraties gemaakt door Lucke (2013) geven de akoestische eigenschappen van het baggergeluid weer, maar een duidelijke identificatie en lokalisatie van het baggerschip was onmogelijk in deze pilot-studie. Het blijft dus onzeker of het baggergeluid hoorbaar was voor de zeehonden wanneer deze activiteit in de haven plaatsvond, terwijl de dieren buiten het havengebied zwommen. Er is ook geen verandering van dumplocatie die mogelijk het verschil zou kunnen verklaren. Er zijn twee mogelijke verklaringen: allereerst vonden de bouwgerelateerde baggeractiviteiten allemaal plaats bij een laag aantal zeehonden op de zandbank, dat wil zeggen buiten de geboorte- en verharingsperiode, waardoor een mogelijk effect van Baggeren in het algemeen in 2012 minder duidelijk zichtbaar is dan in de jaren ervoor. Een andere verklaring kan zijn dat de dieren uiteindelijk wennen aan de geluiden en de visuele stimuli van de baggeractiviteiten.

'Baggeren Aussenems', een van de meest belangrijke factoren in 2011, en ook 'Baggeren Onderhoud GSP' hadden in 2012 geen significante correlatie met het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap, ook al werd de activiteit net als in 2011 het hele jaar door met enige regelmaat uitgevoerd. Voor

deze waarneming kan opnieuw geen andere verklaring worden gevonden dan gewinning aan de stimuli (en daarmee ook een stressreductie).

#### Damwanden Trillen RWE/ TrilBlok Buisplanken

Tabel 17. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'Damwanden Trillen' en 'Trilblok Buisplanken'; n.s. = niet significant, n.a. = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

		Damwanden Trillen	Trilblok Buisplanken	Damwanden Trillen RWE	Trilblok Buisplanken
2010-2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	***	***		
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.096	0.062		
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)			***	n.s.
	Schatting (+ toename/ - afname)			0.314	-0.054
2012 (online)	Significantie (p-waarde)			***	*
	Schatting (+ toename/ - afname)			0.348	-0.085

'Damwanden Trillen RWE' is in 2012 de meest belangrijke bouwgerelateerde activiteit die een verband liet zien met het aantal zeehonden op de zandplaat Hond en Paap. Zelfs wanneer er een gering aantal dagen is waarop deze bouwactiviteit is uitgevoerd en er tegelijkertijd zeehonden zijn geteld (14 dagen), is de correlatie toch zeer significant en verklaart deze de variatie in het aantal zeehonden op de zandplaat het beste van alle bouwactiviteiten. Omdat deze activiteit op 8 van de 14 dagen in contact met water heeft plaatsgevonden, is dit niet verrassend. Het trillen van damwanden vindt plaats in het water en het geluid kan zich direct onder water voortplanten in de richting van de Eems. De akoestische registraties van Lucke (2013) konden het geluid eenvoudig identificeren en onderscheiden van het gebruikelijke achtergrondgeluid op de Eems. Wanneer men aanneemt dat de dieren proberen dit onderwatergeluid te ontvluchten, is het niet verwonderlijk dat tijdens deze activiteit meer zeehonden op de zandplaat te zien zijn. Tijdens de rest van de 14 dagen zijn de damwanden op het land/de bouwplaats eruit gehaald. Omdat de geluidsemissie in het water daarbij lager is, geeft dit een onderschatting van het effect van 'Damwanden Trillen' in contact met het water. De additionele analyse van de online-tellingen leidde niet tot andere uitkomsten met betrekking tot de significantie van deze activiteit in relatie tot de aantallen zeehonden.

'Trilblok buisplanken' heeft in 2012 geen statistisch significant effect op het aantal zeehonden en geeft geen verklaring voor de verschillen in hoeveelheden zeehonden op de zandplaat.

Uit de analyses van alle drie monitoringjaren van 'Damwanden Trillen' en het 'Trilblok Buisplanken' komt opnieuw naar voren dat de correlatie met het aantal zeehonden op de zandplaat significant is. Deze activiteiten scoren hoog in het verklaren van de variatie in het aantal zeehonden op de zandplaat.

#### Heien

Tabel 18. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'Heien'; n.s. = niet significant, n.a. = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

	Heien	Heien RWE
--	-------	-----------

2010- 2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	***	
	Schatting (+ toename/ - afname)	-0.058	
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)		n.s.
	Schatting (+ toename/ - afname)		0.017
2012 (online)	Significantie (p-waarde)		**
	Schatting (+ toename/ - afname)		0.112

Het aantal dagen waarop deze activiteit is uitgevoerd en tegelijk zeehonden op de zandplaat zijn geteld, is groot genoeg om er een precieze analyse mee uit te voeren. In tegenstelling tot voorgaande jaren (2010/2011) is de correlatie tussen 'Heien RWE' en het aantal zeehonden op de zandplaat in 2012, wanneer de analyse op de offline-data wordt gebaseerd, niet langer significant en verklaart niet meer de variatie in het aantal dieren. Wanneer de analyse echter alleen op de online-data wordt gebaseerd is er in 2012 nog steeds een zeer significant verband tussen deze activiteit en de aantallen zeehonden en draagt deze activiteit bij aan de voorspellende kracht van het model. Duidelijk is dat de offline-analyse het werkelijke effect onderschat. In beide gevallen is het effect van heien in 2012 positief: in tegenstelling tot eerdere jaren neemt het aantal zeehonden op de plaat bij deze activiteit toe. Hoewel het heien onder water hoorbaar is, leidde deze activiteit zowel in 2011 als in 2010 tot een statistisch significante afname in het aantal dieren op de zandbank. Een mogelijke verklaring zou het geluid kunnen zijn dat deze activiteit ook in de lucht produceert. De herhaalde geluidspulsen kunnen dus zowel onder als boven water worden gehoord in een relatief groot gebied. Zowel onder als boven water ontstaan hierdoor onbekende geluiden voor de zeehonden, die kunnen leiden tot ontwijkend of vluchtgedrag.

Er zijn momenteel twee verklaringen denkbaar waarom in 2012 inmiddels meer zeehonden op de zandbank liggen als de activiteit gaande is: de dieren zijn gevoeliger geworden voor het heigeluid onder water en laten een toenemende aversie tegen deze geluiden zien, of ze zijn minder gevoelig geworden voor de heigeluiden die zich door de lucht voortplanten. Uit geluidopnames van Lucke (2013) in 2011/2012 blijkt dat het geluid dat tijdens het heien wordt geproduceerd, zelfs op een afstand van 4 km nog hoorbaar is. Het is dus vrijwel zeker dat de zeehonden het heien gehoord hebben, ook in de buurt van de zandplaat Hond en Paap.

Als de gegevens van alle drie de jaren (2010-2012) wordt geanalyseerd is heien nog steeds hoog significant in correlatie tot het aantal zeehonden op de zandplaat. Gesteld kan worden dat heien als zodanig een effect heeft op het ligplaatsgedrag van zeehonden.

## Peilen (GSP)

Tabel 19. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'Peilen'; n.s.= niet significant, n.a. = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

		Peilen	Peilen GSP
2010-2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	n.s.	
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.020	
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)		*
	Schatting (+ toename/ - afname)		-0.096
2012 (online)	Significantie (p-waarde)		n.s.
	Schatting (+ toename/ - afname)		-0.064

De analyse van de offline-teldata voor de analyse van de activiteit peilen laat in 2012 een significante correlatie zien met het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en draagt duidelijk bij aan de verklarende kracht van het model. Dit beeld wordt anders wanneer de analyse met de online-data wordt uitgevoerd. 'Peilen GSP' correleert dan niet langer significant met de aantallen zeehonden en verklaart de variatie in deze aantallen niet.

In het algemeen ligt de frequentie van de sonar ver boven het hoorbereik van de zeehond, maar deze activiteit heeft een onderton als ongewenst bijproduct, namelijk een geluid op een veel lagere frequentie. Deze lagere toon kan binnen het hoorbereik van de zeehond vallen (pers. comm. Dr. Andersson, FOI, Sweden). Dit bevestigt de resultaten van een experiment dat heeft laten zien dat deze geluiden inderdaad waargenomen kunnen worden door zeezoogdieren (pers. comm., Dr. Gordon Hastie, SMRU, U.K.). Echter, als alle gegevens van het peilen van de afgelopen drie jaar worden geanalyseerd komt er niet langer een significant verschil uit. Dit komt mede door het feit dat in 2012 een negatief effect op het aantal zeehonden is waargenomen, terwijl dit in voorgaande jaren positief was. Zodoende is het niet mogelijk om het eventuele bestaan van een oorzaak-effectrelatie aan te tonen. In essentie kan worden vastgesteld dat peilen hoorbaar is voor zeehonden en een gedragsverandering teweegbrengt, maar dat de correlatie tussen de activiteit en het aantal zeehonden op de zandplaat niet kan worden verklaard.

## RIB

Tabel 20. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'RIB'; n.s.= niet significant, n.a. = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

		RIB
2010-2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	n.s.
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.004
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	**
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.054
2012 (online)	Significantie (p-waarde)	*
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.048

De correlatie tussen 'RIB' en het offline-getelde aantal zeehonden op de zandplaat Hond en Paap is ook in 2012 zeer significant en draagt bij aan de verklarende kracht van het model c.q. de verwachte aantallen zeehonden op de zandbank. Het significantie-niveau is 'significant' wanneer de analyse op de online-data wordt gebaseerd, maar de verklarende kracht blijft dezelfde. In tegenstelling tot de voorgaande jaren is het effect in tegenovergestelde richting: RIB activiteiten leiden tot meer zeehonden op de zandplaat. Dit is op zich vreemd omdat aangenomen moet worden dat een zeehond tijdens een verstoring onderwater door een snel naderend schip het gebied waar het dier zwemt zal verlaten. Een mogelijke verklaring is dat de route die de RIB-schippers in 2012 afleggen, veranderd is en de zandbank niet meer dicht wordt benaderd. Maar dit is slechts een aanname. Op een video-opname van een RIB die de zandbank Hond en Paap zeer dicht benaderde, is gedocumenteerd dat alle daar aanwezige zeehonden een vluchtreactie vertoonden. Dit kan een incident zijn geweest. Bovendien maken de RIB-tochten niet noodzakelijkerwijs onderdeel uit van de te onderzoeken bouwactiviteiten.

### Steam blow NUON

Tabel 21. Overzicht van de verschillende GAM- en AIC-analyses van 'Steam blow NUON'; n.s. = niet significant, n.a. = niet geanalyseerd (omdat de bijdrage aan het AIC-criterium <2 is); de grijze velden geven aan dat voor dit verband geen analyse is uitgevoerd. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

		Steam blow NUON
2010-2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	
	Schatting (+ toename/ - afname)	
2012 (offline)	Significantie (p-waarde)	**
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.079
2012 (online)	Significantie (p-waarde)	n.s.
	Schatting (+ toename/ - afname)	0.023

Deze activiteit, die voor het eerst in 2012 is uitgevoerd en geregistreerd, gaat samen met luide pulserende geluiden, afkomstig van stoom die onder hoge druk door een buis bij de nieuwe faciliteiten wordt geblazen. Volgens de metingen die bij Vermaas (2012) zijn gedaan, bereikt het geluid bij de eerste breuk (van een pakking van acht lagen dun materiaal) een niveau van 145 dB(A). Dit geluid is meerdere keren op een dag geproduceerd, gedurende vele dagen, voornamelijk in het voorjaar en in de zomerperiode. Het aantal offline-getelde zeehonden op de zandplaat correleert zeer significant met deze activiteit. Zij draagt aanzienlijk bij aan de verklarende kracht van het model ten aanzien van de variatie in het aantal zeehonden. Dit resultaat verandert in een niet-significante correlatie en aan de verklaring van het model wordt niet meer bijgedragen, wanneer alleen de online-data worden gebruikt. Als het Steam blow-geluid in de lucht wordt uitgestoten, is het niet aannemelijk dat het zich ook via de grond voortplant en in het water doorklinkt, wat als dat wel het geval zou zijn, een invasie van zeehonden op de zandplaat tot gevolg zou kunnen hebben. Wanneer het geluid zich alleen door de lucht voortplant, is een tegenovergestelde reactie waarschijnlijker. Vastgesteld kan worden dat deze activiteit geen effect lijkt te hebben en zou zijn overschat wanneer voor de analyse de offline-data waren gebruikt.

### Shipping

De correlatie tussen scheepvaart en het aantal zeehonden op de zandplaat kon niet statistisch worden getest voor de 2012-data aangezien scheepvaart elke dag plaatsvindt en er daardoor geen vergelijking kan worden gemaakt tussen dagen met en zonder scheepvaart. Het effect van scheepvaart is beschreven en bediscussieerd op basis van AIS-data in hoofdstuk 7.

#### Dagelijkse intensiteit van de activiteiten

Zoals te verwachten was viel het hoogste percentage dagen waarop een bouwactiviteit plaatsvond, op de weekdays maandag tot en met vrijdag. Voor de weekenddagen werd alleen een kleiner percentage dagen waarop activiteiten plaatsvonden, gerapporteerd (meer dan in voorgaande jaren).

De statistische vergelijking tussen maandag (na een relatief rustig weekend) en vrijdag (na een relatief drukke werkweek) van het aantal zeehonden op de zandbank in relatie tot de aan- of afwezigheid van een activiteit laat geen significante verschillen zien in 2012. Er zijn echter significante verschillen gevonden tussen maandagen met damwand trillingen en zonder damwand trillingen. De analyse laat hetzelfde zien voor 'RIB's als deze op vrijdag tochten op de Eems maakten. In beide gevallen lagen er meer zeehonden op de zandbank als de activiteit plaatsvond. Alle drie de correlaties zijn in overeenstemming met de gevonden effecten in het algemeen. Echter, in relatie tot de dag van de week kan niet worden vastgesteld dat gewinning of een andere gevoeligheid van de dieren een rol speelt bij de reactie op een activiteit die op een werkdag plaatsvindt.

#### *Seizoensvariatie in de reactie van de zeehonden*

De seizoensbenadering kan iets meer duidelijkheid scheppen in het mogelijke effect van de variabele neiging van de zeehonden om de zandbank te verlaten of juist op te zoeken wanneer verstoring optreedt. In 2012 zijn geen aanwijzingen gevonden dat er een seizoensvariatie in de reactie van de zeehonden is. Voortaan zal ook augustus in de analyse worden meegenomen om een duidelijke conclusie mogelijk te maken. Er zijn natuurlijk andere factoren die niet worden meegenomen in de analyse en die ook een effect zouden kunnen hebben op de tolerantie van zeehonden voor verstoringbronnen. In sommige gevallen waren er ook gewoon te weinig datapunten per geanalyseerde parameter.

In tegenstelling tot voorgaande jaren is er in 2012 geen significant verschil gevonden in de reactie van zeehonden op de bouwactiviteiten bij een vergelijking tussen de maanden maart en juni. In 2011 was dit bij 'Damwanden Trillen' wel het geval.

## 5.4 Conclusies

De moeilijkheid van een gedragsstudie is gelegen in het feit dat een groot aantal factoren waarschijnlijk met elkaar interacteren en dat de zeehonden uiteindelijk verschillende opties afwegen – zoals op het droge blijven waar het bij harde wind niet comfortabel is, of het water in gaan waar de herrie onaangenaam is. Met de aanwezige gegevens zijn statistische analyses nog steeds gelimiteerd en de aan het begin geformuleerde hypothese kunnen nog niet getoetst worden. Een uitbreiding leidt er gauw toe dat de modellen te gecompliceerd worden en hun verklarend vermogen verliezen. Het samenvoegen van de data uit 2010-2012 geeft al aan dat met een grotere dataset de eerstgenoemde beperkingen uiteindelijk zouden kunnen worden voorkomen. Ook zijn er in 2012 nieuwe soorten bouwactiviteiten bijgekomen ('Shipping' - AIS, 'Steam blow NUON') die toegevoegd zijn aan de analyse terwijl andere activiteiten zijn gestopt. Er zijn hoe dan ook significante correlaties gevonden tussen enkele bouwgerelateerde activiteiten ['Damwanden Trillen' (algemeen + RWE) en 'Trillen Buisplanken' (algemeen), 'Baggeren' (GSP), 'Heien' (algemeen) en 'RIB') en het aantal zeehonden op de zandbank. Aangezien deze activiteiten met intensieve akoestische prikkels gepaard gaan (en in mindere mate ook met visuele prikkels) is de conclusie gerechtvaardigd dat deze veranderingen het gevolg van de activiteiten zijn. Echter, de correlaties die in 2012 gevonden zijn, zijn minder sterk dan in de jaren ervoor: een aantal van de activiteiten blijkt minder significant te zijn dan in voorgaande jaren (bv. 'Peilen', 'Baggeren Aussenems').

De afwijking tussen de online- en offline-tellingen en de betekenis daarvan voor de resultaten, die voor het eerst in het voorgaande rapport zijn bediscussieerd, zijn dit jaar in meer detail onderzocht. Door deze verbeterde analyse is een betrouwbaardere beoordeling van de potentiële effecten van de bouwactiviteiten mogelijk. De verschillen tussen de online- en offline-tellingen hebben echter geen gevolgen voor de early-warning omdat het Early Warning Systeem op de online-tellingen is gebaseerd. In de toekomst zullen alleen nog de online-data worden geanalyseerd omdat zij betrouwbaarder zijn.

Ondanks alle tekortkomingen vormen de cameraobservaties in toenemende mate een goede basis voor het ontwerpen van een model waarmee een voorspelling gedaan kan worden van het te verwachten aantal zeehonden op een bepaalde dag of in een bepaalde periode. De aanwezigheid van zeehonden op de zandbank Hond en Paap wordt enerzijds bepaald door natuurlijke factoren, anderzijds door menselijke activiteiten. Van de natuurlijke factoren verklaart de dag van het jaar de aantallen in belangrijke mate. In 2012 blijkt dat verschillende bouwactiviteiten een effect hebben op de aantallen zeehonden op de Hond en Paap. De meest waarschijnlijke oorzaak-effectrelatie ligt in het produceren van geluid tijdens deze activiteiten. De geluidsmetingen uitgevoerd in 2011/2012 bevestigen deze aanname.

Duidelijk is dat net als in andere studies is aangetoond, zeehonden vooral reageren op geluidsstimuli en in mindere mate op visuele stimuli van menselijke activiteiten. Aangezien geluid zich onder water over veel grotere afstanden kan voortplanten dan in de lucht zonder in kracht te verliezen, is dit naast de natuurlijke factoren de meest belangrijke menselijke factor die het gedrag van zeehonden boven en onder water beïnvloedt.

De bouwactiviteiten zijn niet de enige activiteiten die in de omgeving van de ligplaats plaatsvinden. Er zijn ook andere activiteiten zoals het baggeren van de vaargeul door Duitse bedrijven, waarvan de gegevens in 2012 verstrekt zijn door de Duitse overheid. Ook al is de kwaliteit van die gegevens verbeterd ten opzichte van vorige jaren, zo is de complexiteit van de factoren nog steeds te hoog om definitief tot de conclusie te kunnen komen dat oorzaak-effectrelaties goed zijn vast te stellen en te kwantificeren voor individuele activiteiten en het gedrag van zeehonden. Wanneer zelfs een vergroting van de steekproef niet afdoende blijkt te zijn, zouden experimenten waarbij dieren onder gecontroleerde omstandigheden worden bloot gesteld aan bouwactiviteiten uitsluitend kunnen geven.



## 6 Automatic Identification System

### 6.1 Inleiding

Aangenomen wordt dat de scheepvaart in het Eemsgebied een activiteit is die in toenemende mate van invloed kan zijn op het gedrag van de zeehonden die het gebied als habitat gebruiken – zowel boven water (visueel) als onder water (akoestisch). Met betrekking tot de visuele invloed luidt de hypothese dat de aanwezigheid van schepen voor zeehonden een prikkel vormen, die zij zullen trachten te ontwijken afhankelijk van de grootte van het schip, de snelheid waarmee het nadert, de afstand tot hun ligplaats of de scheepsstatus (bv varend of voor anker liggend). Vooral hoge schepen, snel naderde schepen of schepen die heel dicht langs de ligplaats varen, kunnen een vluchtreactie naar het water veroorzaken. Met betrekking tot akoestische beïnvloeding geldt dat extreem lawaaiige schepen juist een toename van het aantal zeehonden op de nabije ligplaatsen tot gevolg kunnen hebben omdat de dieren de blootstelling aan extreem geluid onder water zullen proberen te ontwijken. Eerdere analyses van scheepvaartdata van de Eems gaven aan dat een dergelijke samenhang bestaat en geven aanleiding te veronderstellen dat er ook een oorzakelijk verband is. Tot nu toe was er echter onvoldoende informatie over de scheepvaart in het Eemsgebied bekend om een gedetailleerde beoordeling van (de mate van) de potentiële effecten van scheepvaart op zeehonden te kunnen uitvoeren.

Een manier om daarmee verder te komen is om gedetailleerde informatie over het scheepvaartverkeer te verkrijgen met behulp van het Automatic Identification System (AIS).

Het AIS is een systeem ter identificatie en positiebepaling van schepen. Dagelijks varen bijna continu schepen de Eems op en neer en afhankelijk van de bestemming passeren zij de zandbank Hond en Paap. Zij variëren in aantal, grootte, snelheid en scheepsstatus. In een studie naar onderwatergeluid (Lucke 2012; zie hoofdstuk 5) is aangetoond dat descheepvaart in hoge mate bijdraagt aan het lokale onderwatergeluid in het Eemsgebied. Elk schip dat in de buurt van een zeehond komt, is daarom voor het dier zowel een akoestische prikkel onder water en (in geringere mate) in de lucht, als ook een visuele prikkel boven water. De analyse van de video-opnames die met de camera op de zandbank Hond en Paap (zie hoofdstuk 6) zijn gemaakt, leveren in een aantal gevallen het bewijs dat zeehonden die op de zandbank lagen, de bank verlieten nadat een schip de bank vrij dicht was gepasseerd – mogelijk getriggerd door de visuele prikkel. Tegelijkertijd mag worden aangenomen dat zeehonden het water juist zullen verlaten en de ligplaats opgaan als, afhankelijk van de akoestische karakteristieken van het schip, het geproduceerde geluid bijvoorbeeld onaangenaam is of de sterkte van het geluid boven een bepaald niveau uitkomt. Hoewel geen informatie beschikbaar is waarmee deze effecten van scheepsgeluid op het gedrag van zeehonden kunnen worden gekwantificeerd of beoordeeld, ontbrak het tot nu toe vooral aan gedetailleerde informatie over scheepvaartactiviteit in het Eemsgebied in het algemeen en in de nabijheid van de zandbank Hond en Paap in het bijzonder.

Dit jaar heeft IMARES gedetailleerde informatie uit 2012 over scheepvaartactiviteit in het gebied rond de Eemshaven verkregen, gebaseerd op het AIS. Deze informatie kwam echter pas vlak voor de afronding van deze monitoring-rapportage beschikbaar. Daarom is de analyse van deze data beperkt tot een algemene beoordeling van de invloed van scheepvaart op het gedrag van zeehonden; een dieper gaande analyse zal moeten volgen.

### 6.2 Materiaal en methode

AIS is een transpondersysteem waarmee de identiteit van een schip en zijn positie automatisch kan worden vastgesteld via elektronische data-uitwisseling met andere schepen in de buurt of instanties aan wal, al dan niet via satelliet (Wikipedia). Het internationale Verdrag voor Veiligheid op Zee van de Internatio-

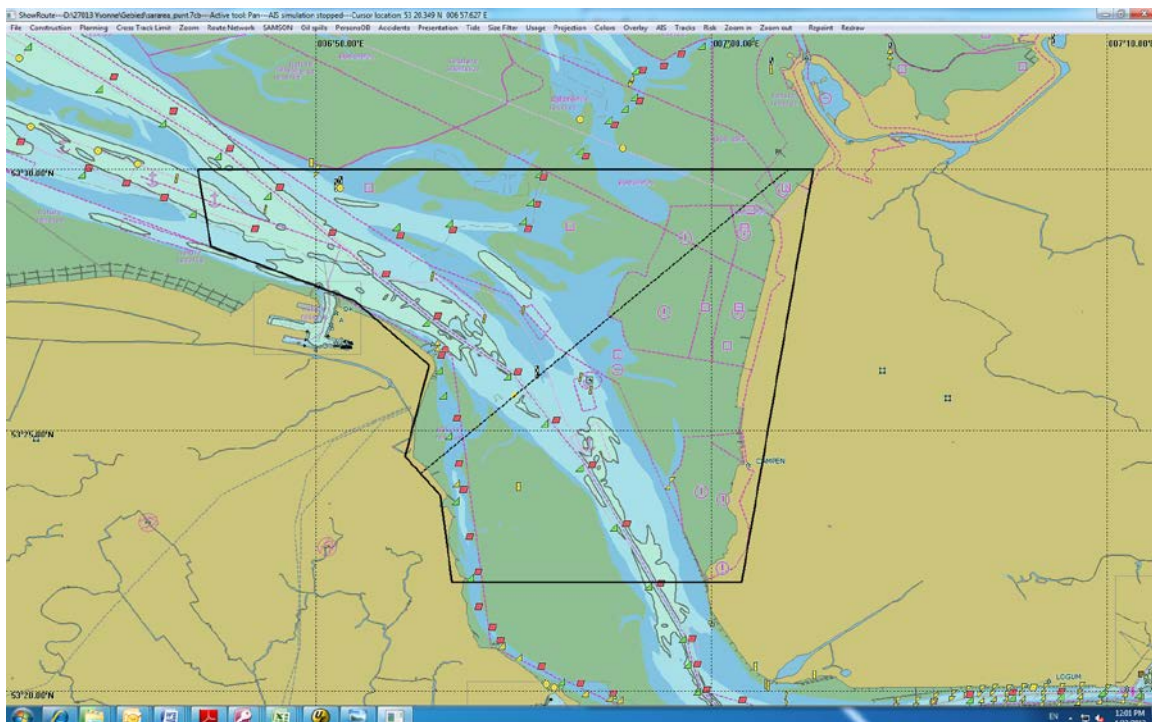
nal Maritime Organization (IMO) stelt het aan boord hebben van een AIS-apparaat verplicht voor internationale zeeschepen van 300 Bruto-Register-Tonnen (BRT) of meer en voor alle passagiersschepen ongeacht hun grootte.

De AIS-registratie omvat de volgende gegevens:

- ID-nummer (geanonimiseerd; op grond daarvan is bekend welke positie bij welk schip hoort)
- Type schip (o.b.v. AIS-klassificatie)
- Positie (lengte- en breedtegraad)
- Tijdstip
- Koers en snelheid
- Lengte van het schip
- Diepgang van het schip
- Scheepsstatus (varend, voor anker etc.)

De beschikbare databestanden bevatten ook positiebepalingen op basis van radarbeelden van het schip. Het betreft opnamen van meerdere radarstations aan de kust. Dit betekent dat niet alleen de grotere schepen met AIS-apparatuur traceerbaar zijn in de databestanden maar ook de kleinere schepen zonder AIS.

Met behulp van deze data is het voor het eerst mogelijk het effect van scheepvaartactiviteit op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap in detail te onderzoeken. Voor de analyse van de AIS- en radardata wordt het "closest point of approach" (CPA) bepaald, dat wil zeggen het punt waarop het schip een locatie – hier: de zandbank Hond en Paap - het dichtst heeft benaderd. Voor de nadere analyse zijn bewerkte AIS-data geselecteerd van de schepen die op een transect loodrecht op de zandbank Hond en Paap varen (figuur 42). Het 'closest point of approach' (CPA) van schepen die over dat transect varen kan, ten opzichte van zeehondenligplaats op de Hond en Paap, berekend worden.



Figuur 42. Nautische kaart van het Eemsgebied met het deelgebied (zwarte lijn) dat de dekking via AIS-data aangeeft. De gestippelde lijn geeft het transect weer dat loodrecht op de zandbank Hond en Paap staat en waarvoor de AIS-data zijn geanalyseerd.

De parameters die voor deze analyse zijn gebruikt:

- Totaal aantal schepen per dag
- Aantal schepen per scheepsklasse (gebaseerd op AIS-codes) per dag
- Snelheid van schepen (in willekeurig gekozen klassen)
- Lengte van schepen (in willekeurig gekozen klassen)

#### Statistische analyse

Er is een General Additive Model (GAM)-analyse uitgevoerd om de correlatie tussen de scheepvaartactiviteit (aantal schepen per dag) en het aantal zeehonden dat op de zandbank Hond en Paap lag, te onderzoeken. Om na te gaan welk aspect van de activiteit van invloed zou kunnen zijn op het gedrag van de zeehonden, is in meer detail gekeken naar een verband tussen het type schip, koers en snelheid en lengte van het schip enerzijds en het getelde aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap anderzijds. Dit is gedaan met behulp van een General Additive Model (GAM)-analyse.

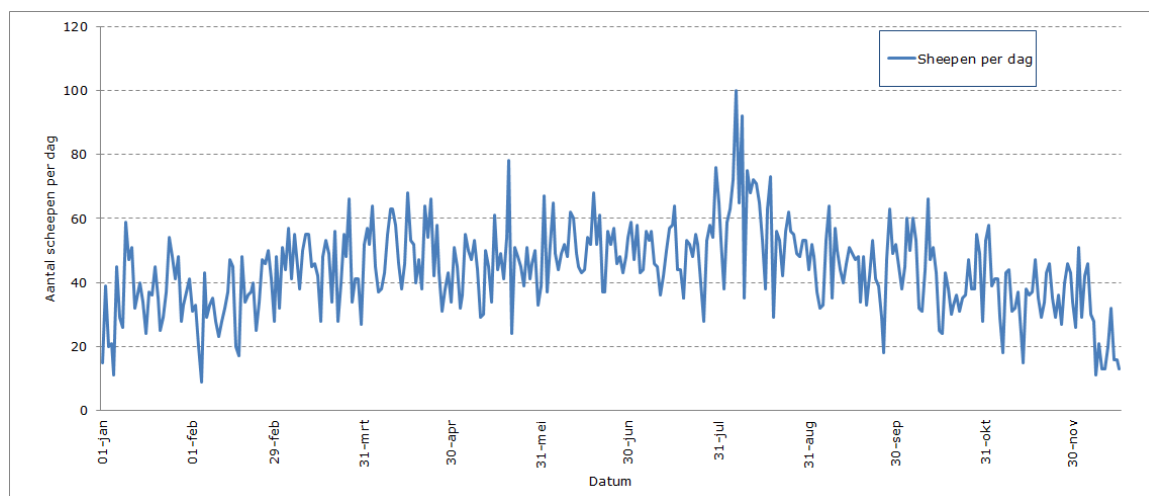
#### Zeehondengegevens

De data (aantallen zeehonden) die in deze analyse met behulp van de AIS-data zijn gebruikt, kwamen beschikbaar uit de deelstudie offline-cameraobservaties (zie hoofdstuk 6).

## 6.3 Resultaten

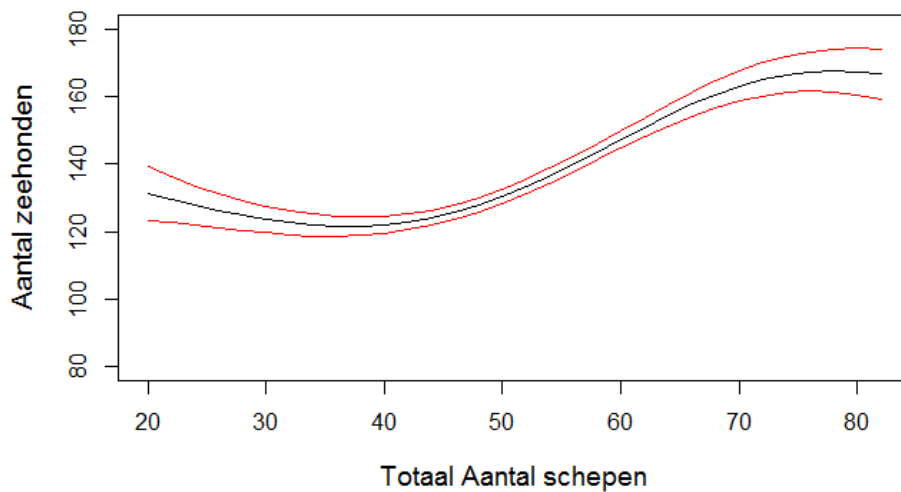
### 6.3.1 Scheepvaartintensiteit

Figuur 43 geeft het totaal aantal schepen per dag die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden.



Figuur 43. Totaal aantal schepen per dag die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden, gebaseerd op data van het Automatic Identification System (AIS).

Er is een grote variatie in het aantal schepen per dag die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden, met een minimum van 9 schepen op 6 februari 2012 en een maximum van 100 op 16 augustus 2012. Over het geheel genomen is de activiteiten de zomermaanden hoger dan in de wintermaanden. De resultaten van de GAM-analyse, die het mogelijke effect van de wisselende scheepvaartintensiteit op het aantal zeehonden op de Hond en Paap laten zien, zijn in figuur 44 weergegeven.

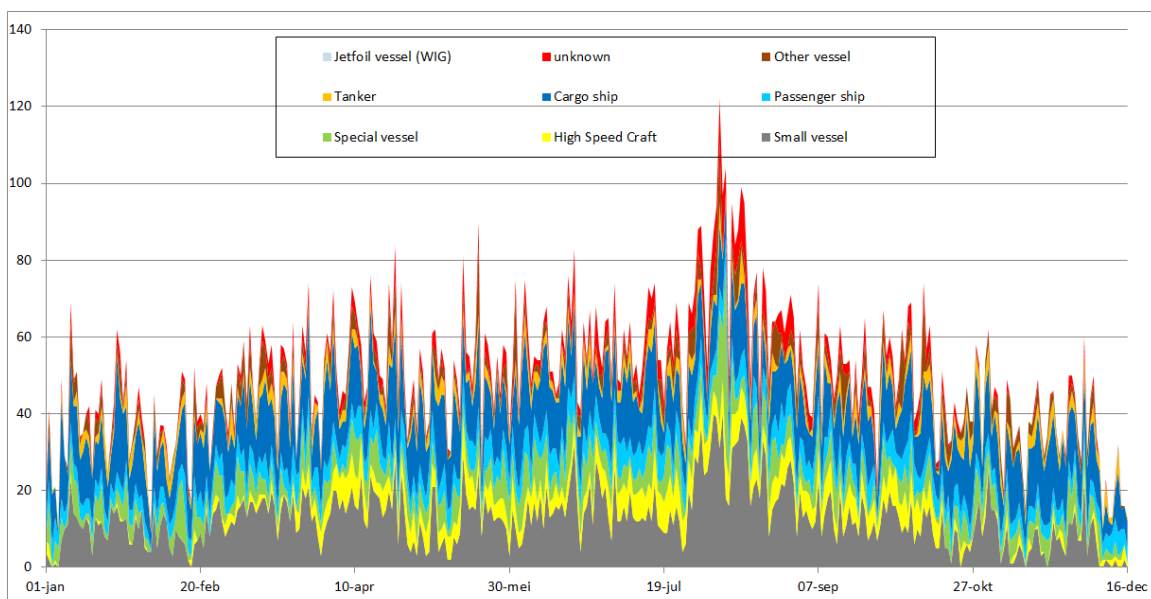


Figuur 44. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die het verband weergeven tussen het aantal schepen, die de zandbank Hond en Paap in het Eemsgebied in 2012 passeerden, gebaseerd op data van het Automatic Identification System. De zwarte lijn geeft het berekende verband tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

De resultaten van de GAM-analyse laten zien dat er een sterk positief verband is tussen het aantal schepen per dag die de zandbank Hond en Paap passeren en het aantal daar aanwezige zeehonden. Terwijl lage aantallen schepen geen beduidend effect op het aantal op de bank liggende zeehonden hebben, neemt het aantal zeehonden wel toe bij aantallen tussen de 35 en 75 schepen per dag. Op een gegeven moment zal een plafond bereikt zijn, eenvoudig omdat dan geen zeehonden meer in het gebied zijn die de zandbank op kunnen gaan, waardoor nog hogere aantallen geteld kunnen worden. Met de seizoensvariatie in het aantal dieren dat op de zandbank ligt is al rekening gehouden door de dag van het jaar als co-variate in de analyse op te nemen.

### 6.3.2 Scheepstype

In figuur 45 is voor verschillende scheepsklassen (indeling volgens AIS-klassificatie) het aantal schepen gepresenteerd die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden.



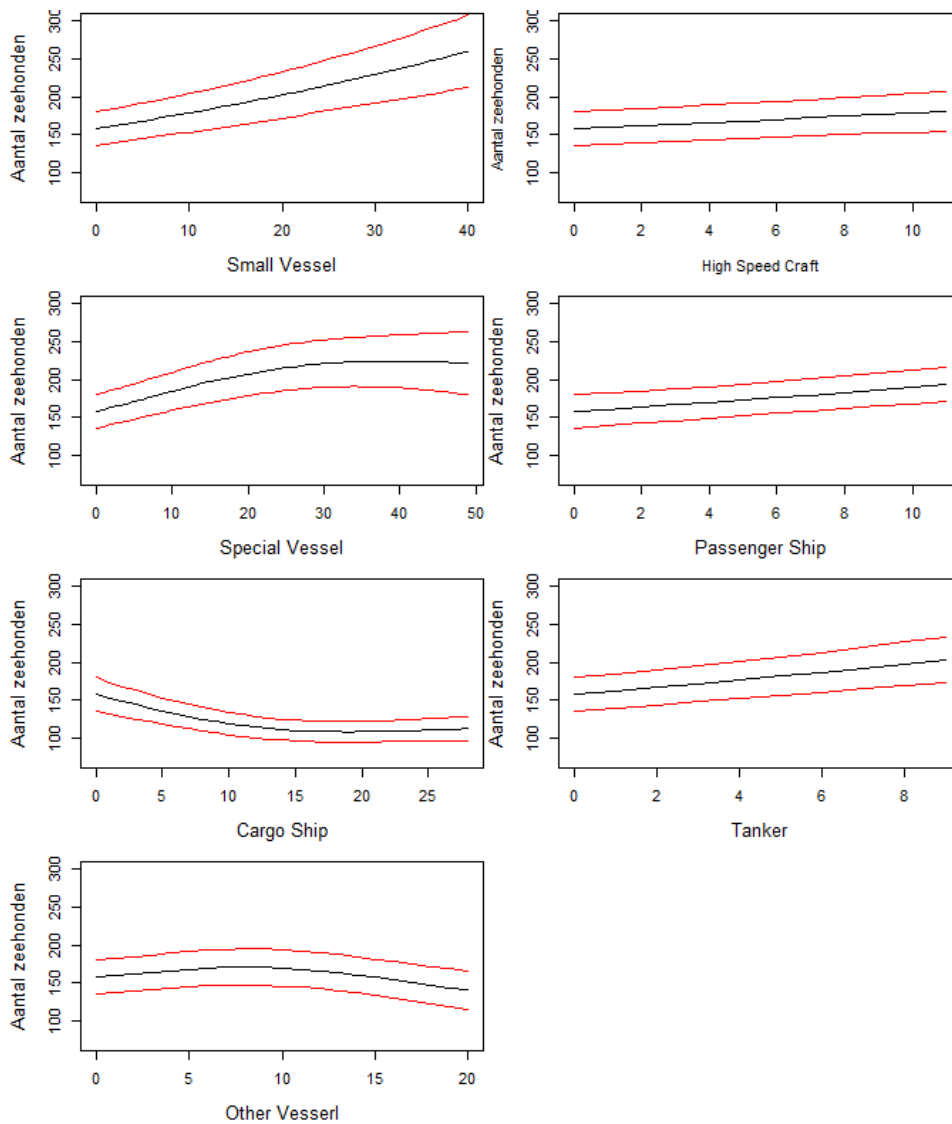
*Figuur 45. Aantal schepen per scheepstype per dag die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden, gebaseerd op data van het Automatic Identification System.*

Het grootste aandeel aan het totaal van alle schepen die de zandbank Hond en Paap passeerden, bestaat uit de kleine schepen (incl. vissersschepen) en de vracht- en passagiersschepen. Hoge-snelheidsschepen worden alleen in het zomerhalfjaar in aanzienlijke aantallen geregistreerd. Schepen van de overige typen bezochten het gebied in 2012 alleen in lagere aantallen. Het effect dat de onderscheiden typen schepen op de zeehonden op de zandbank Hond en Paap kunnen hebben, is in tabel 22 gepresenteerd.

*Tabel 22. Results of the GAM analysis of the Ship type on the number of seals hauled out on the sandbank Hond en Paap in 2012. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.025 (zeer significant, \*) en 0.05 (significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank meer of minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.*

<b>Co-variate</b>	<b>Df</b>	<b>p-waarde</b>	<b>Significantie</b>
Dag	2.992	<0.0001	***
Klein schip	2	<0.0001	***
Hoge-snelheidsschip	1.903	<0.0001	***
Speciaal schip	1	<0.0001	***
Passagiersschip	1.001	0.000275	***
Vrachtschip	1.952	<0.0001	***
Tanker	1	<0.0001	***
Andere schepen	1.900	0.001518	**

Het verband tussen alle typen schepen (behalve 'andere schepen') en het aantal zeehonden op de zandbank is zeer significant. De resultaten van deze GAM-analyse zijn in figuur 46 weergegeven.

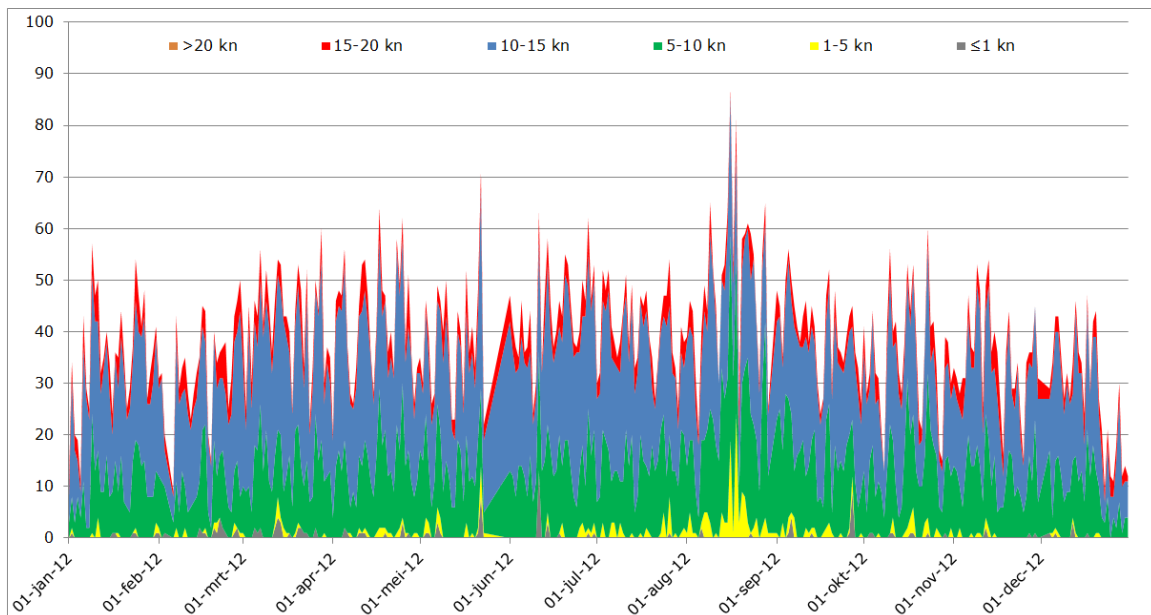


Figuur 46. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die het verband weergeven tussen de aantallen per dag van de onderscheiden typen schepen die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeren, en het aantal zeehonden op deze zandbank. De analyse is gebaseerd op de data van het Automatic Identification System. De zwarte lijn geeft het berekende verband tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid. Op de x-as is het aantal schepen per dag weergegeven.

De resultaten van de GAM-analyse laten zien dat er een relatief sterk lineair positief verband is tussen het aantal kleine schepen die de zandbank Hond en Paap passeren en het aantal zeehonden dat op de zandbank ligt. Een iets zwakker positief lineair verband wordt getoond voor hoge-snelheidsschepen, passagiersschepen en tankers. Speciale schepen (bv. baggerschepen) leiden eveneens tot een toename in het aantal zeehonden op de zandbank, wanneer echter meer dan 30 schepen per dag langskomen, leidt dit niet tot een verdere toename. Vrachtschepen daarentegen vertonen een negatief verband met het aantal zeehonden. Het verband tussen het aantal zeehonden en andere voorbijvarende schepen laat een bimodale curve zien, waarbij het aantal zeehonden toeneemt bij lage aantallen andere schepen en een afneemt wanneer meer van deze schepen passeren.

### 6.3.3 Snelheid van schepen

De snelheid waarmee de schepen in 2012 aan de zandbank Hond en Paap voorbijvaren, is in figuur 47 weergegeven.



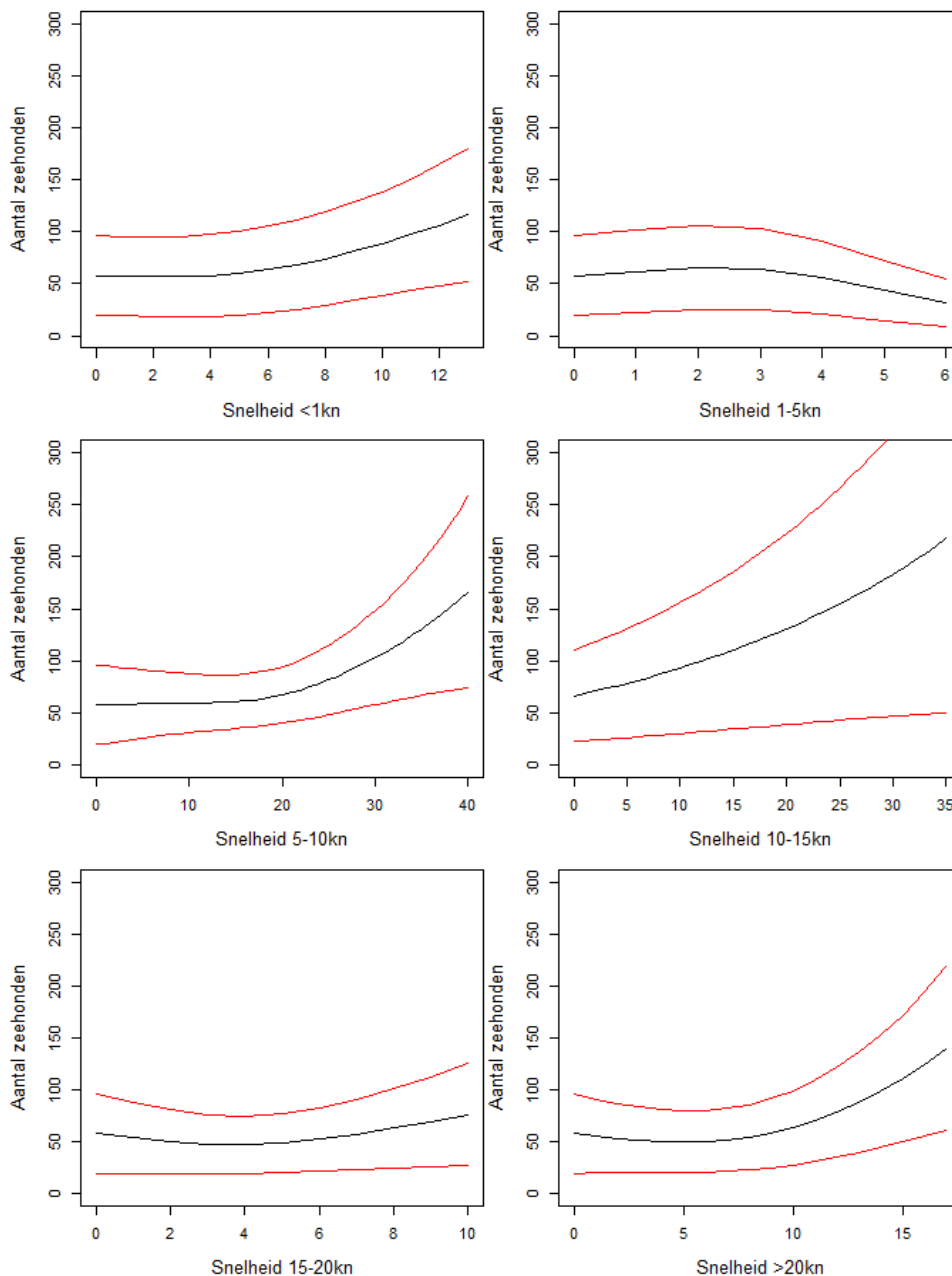
Figuur 47. Aantal schepen per snelheidsklasse die de zandbank Hond en Paap in 2012 per dag passeren, gebaseerd op data van het Automatic Identification System (het verschil tussen de som van de afzonderlijke aantallen en het totaal aantal schepen is het gevolg van ontbrekende informatie over de snelheid van sommige schepen); de klassen zijn willekeurig gekozen. De snelheid is uitgedrukt in knopen (nautical miles/uur)

De meeste schepen passeren de zandbank Hond en Paap met een lage (5-10 knopen) tot gematigde (10-15 knopen) snelheid. Schepen die de zandbank met een extreem lage of extreem hoge snelheid passeren, komen nauwelijks voor.

Tabel 23. Resultaten van de GAM-analyse van het effect van de snelheid van passerende schepen in 2012 op het aantal zeehonden dat op de zandbank Hond en Paap ligt. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de aanwezigheid van schepen van de betreffende snelheid. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

Co-variate	Df	p-waarde	Significantie
Dag	2.961	<0.0001	***
<1 kn	1.670	<0.0011	**
1-5 kn	1.959	<0.0001	***
5-10 kn	1.764	<0.0001	***
10-15 kn	1	<0.0001	***
15-20 kn	1.797	0.0258	*
>20 kn	1.890	<0.0001	***

Het verband tussen de snelheid van de schepen en het aantal zeehonden op de zandbank is zeer of hoog significant. Dat geldt voor alle snelheidsklassen behalve voor de klasse 15-20 knopen. De resultaten van de GAM-analyse, die het effect weergeven dat de verschillende snelheden van de schepen kunnen hebben op het aantal zeehonden dat op de zandbank ligt, is in figuur 48 gepresenteerd.

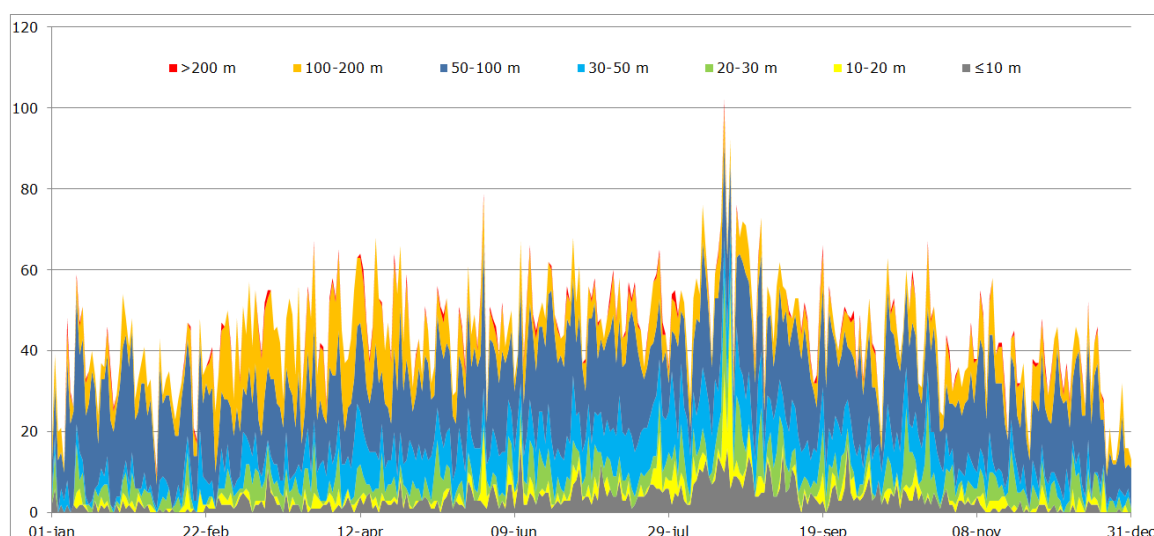


Figuur 48. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die het verband weergeven tussen de snelheid van de schepen die de zandbank Hond en Paap in het Eemsgebied in 2012 passeerden en het aantal zeehonden op de zandbank. De analyse is gebaseerd op data van het Automatic Identification System. De zwarte lijn geeft het berekende verband tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid. Op de x-as is het aantal schepen per dag weergegeven.

De GAM-analyse laat zien dat het aantal zeehonden over het algemeen een positief verband vertoont met de snelheid van een schip, maar geeft ook aan dat er verschillend sterke verbanden zijn voor de onderscheiden snelheidsklassen van de passerende schepen. Bij extreem lage snelheden vertoont het aantal zeehonden aanvankelijk geen verband. De aantallen zeehonden nemen pas toe bij grotere aantallen schepen met die snelheid. Bij lage snelheid (1-5 knopen) laat het verband een afname in het aantal zeehonden tot nul-niveau zien wanneer meer dan 17 schepen met deze snelheid langsvaren. Bij hogere snelheden tot 15 knopen is het verband van de snelheid van het schip met de aantallen zeehonden positief, terwijl schepen die met een nog hogere snelheid passeren, een groter aantal zeehonden op de zandbank tot resultaat hebben, echter alleen als het aantal schepen met die snelheid groot is.



### 6.3.4 Lengte van het schip



Figuur 49. Aantal schepen per lengteklasse per dag die de zandbank Hond en Paap in 2012 passeerden, gebaseerd op data van het Automatic Identification System.

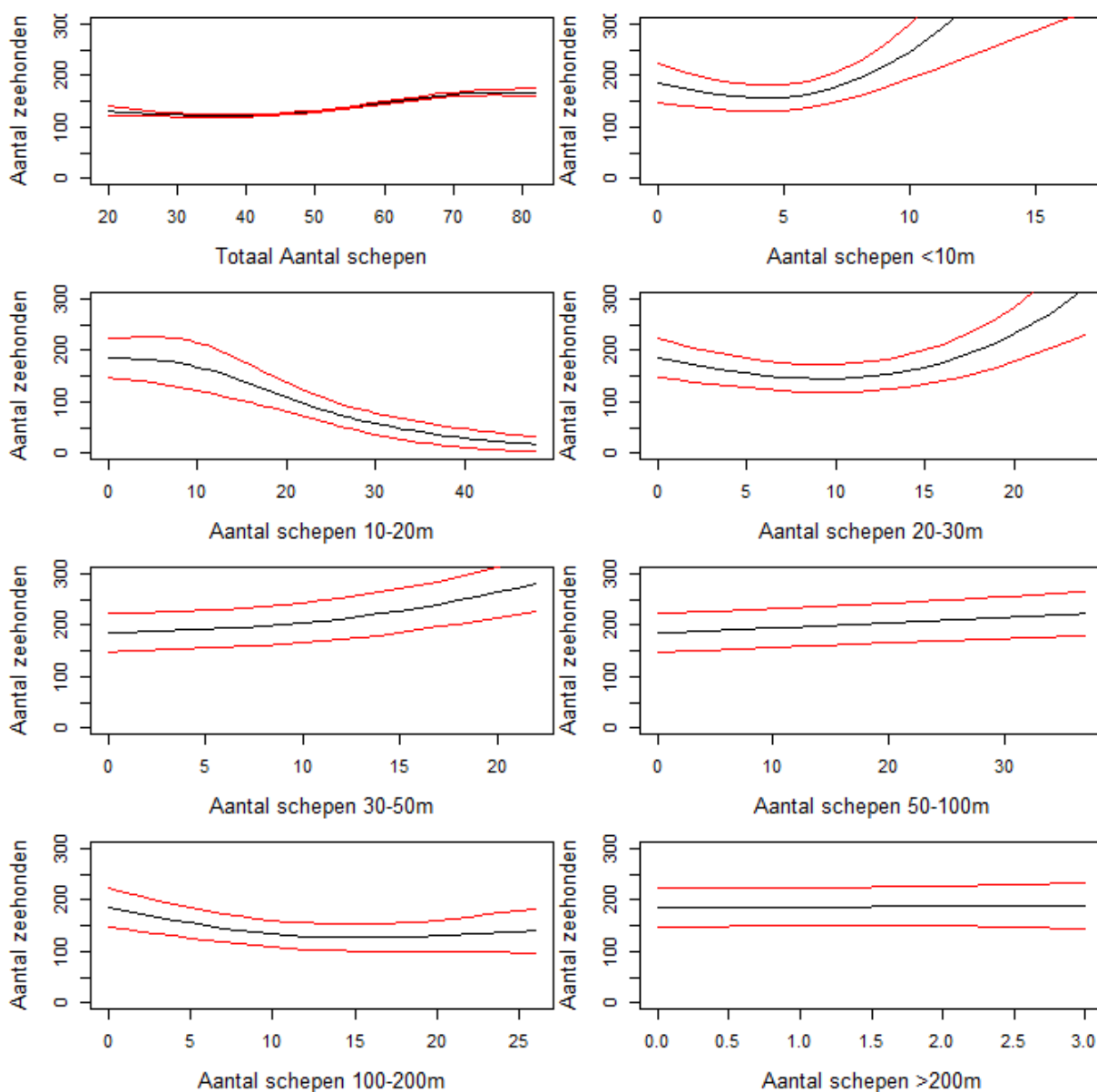
De meeste schepen die de zandbank Hond en Paap passeren hebben een lengte van 30 tot 100 m. Toch zijn de aantallen kleinere ( $\leq 10$  m in augustus) en grotere schepen (100-200 m in februari – april) in bepaalde periodes in 2012 eveneens aanzienlijk.

Zoals figuur 49 laat zien zijn in 2012 alle lengteklassen ter hoogte van de zandbank Hond en Paap aangetroffen. Het aandeel van elke lengteklasse aan het totaal varieert gedurende het jaar, maar het grootste deel van de schepen zijn kleine schepen ( $\leq 10$  m, 30-50 m, 50-100 m), en alleen in februari tot april zijn er ook schepen met een lengte van tussen de 100 en 200 m.

Tabel 24. Resultaten van de GAM-analyse van het effect van de lengte van passerende schepen in 2012 op het aantal zeehonden dat op de zandbank Hond en Paap ligt. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de aanwezigheid van schepen van de betreffende snelheid. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

Co-variate	Df	p-waarde	Significantie
Dag	2,994	<0.0001	***
<10 m	1.998	<0.0001	***
10-20 m	1.881	<0.0001	***
20-30 m	2	<0.0001	***
30-50 m	1.731	<0.0001	***
50-100 m	1	<0.00491	***
100-200 m	1.912	<0.0001	***
>200 m	1	0.77949	

Het verband tussen schepen van verschillende lengtes en het aantal zeehonden op de zandbank is zeer significant voor de lengteklassen tot 200 m. Voor nog grotere schepen is het aantal registraties relatief laag en is er geen significant verband met het aantal zeehonden. De resultaten van de GAM-analyse, die het effect weergeven dat schepen in de verschillende lengteklassen kunnen hebben op het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap is in figuur 50 gepresenteerd.



Figuur 50. Resultaten van het Generalized Additive Model (GAM) die het verband weergeven tussen de lengte van de schepen die de zandbank Hond en Paap in het Eemsgebied in 2012 passeerden en het aantal zeehonden op de zandbank. De analyse is gebaseerd op data van het Automatic Identification System. De zwarte lijn geeft het berekende verband tussen beide factoren weer, de rode lijnen de betrouwbaarheid.

De GAM-analyse laat zien dat schepen van de onderscheiden lengteklassen een verschillend sterk verband vertonen met de aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap. Zoals eerder aangegeven: er is in het algemeen een positief verband tussen het aantal schepen en de getelde zeehonden op de zandbank. Zeer kleine schepen (< 10 m) en iets minder kleine schepen (20-30 m) correleren positief met het aantal zeehonden op de zandbank wanneer per dag grotere aantallen van de betreffende lengteklasse passeren, terwijl ze een negatief verband vertonen bij kleinere aantallen. Licht positieve verbanden met zeehondenaantallen kunnen worden vastgesteld voor schepen met een lengte van tussen de 30-100 m. Kleine schepen (10-20 m) en grote schepen (100-200 m) laten echter in het algemeen een negatief verband met zeehondenaantallen zien. Zeer grote schepen tenslotte laten geen verband zien met het aantal zeehonden op de zandbank.

## 6.4 Discussie

Zeehonden kunnen om tal van redenen verstoord worden. (Renouf *et al.* 1981, Laursen 1982, Allen *et al.* 1984, Terhune 1985; Richardson *et al.* 1995; Moss 1992; Kroll 1993; Johnson 1977; Murphy and Hoover 1981; Calambokidis *et al.* 1991, Brasseur en Reijnders 1994). Scheepvaart is een van de vele bronnen die over het algemeen potentieel verstorend kunnen zijn en een nadelig effect op zeehonden kunnen hebben (Bonner 1982). Allen *et al.* (1984) rapporteerden dat gewone zeehonden op een ligplaats in Bolinas Lagoon, California, op 17% van alle observatiedagen door mensen verstoord werden. De meeste verstoringen waren afkomstig van niet-gemotoriseerde boten. Mensen, meestal bootbestuurders, waren ook in een andere studie naar gewone zeehonden de voornaamste bron van verstoring (Suryan en Harvey 1998). Andersen *et al.* (2011) stelden in hun studie vast dat gewone zeehonden op een ligplaats in Denemarken massaal te water gingen wanneer een boot de ligplaats tot op 510–830 m naderde. Gedurende de reproductieperiode waren de zeehonden echter minder snel geneigd de zandbank te verlaten en keerden na verstoringsnel terug. Jansen *et al.* (2010) toonde aan dat verstoring door cruiseschepen waarschijnlijker was bij een afstand van <500 m en de kans op een reactie met een factor 25 toenam bij een afstand van <100 m. Gedurende de bouw van een windmolenpark op zee in de wateren van het Verenigd Koninkrijk (Scroby Sands) vonden Skeate *et al.* (2012) bewijzen dat gewone zeehonden op een nabij gelegen ligplaats negatief beïnvloed werden door onder andere scheepsactiviteiten, die in de bouw-fase doorgaans vrij intensief zijn.

In studies in arctische wateren werden met behulp van energetische modellen aanwijzingen gevonden dat bij pups die >50% van hun tijd in ijskoud water doorbrengen, een verstoring van de energiebalans en thermische stress kunnen optreden. De energetische kosten van een verstoring zullen bij zeehonden in het Eemsgebied lager zijn. Al blijft de exacte omvang van de fysiologische kosten van verstoring onbekend, het is duidelijk dat een ernstige verstoring fysiologische gevolgen voor individuele dieren heeft.

Het voordeel van het gebruik van AIS-data, die (via GPS) informatie geven over de scheepsbewegingen op de Eems, is dat met deze data een betere analyse mogelijk is van het effect van schepen die de zandbank Hond en Paap passeren op de aantallen zeehonden op die zandbank. Naast de intensiteit van de scheepvaart in het algemeen, kan met behulp van de AIS-data het verband worden geanalyseerd tussen enkele biologisch betekenisvolle factoren zoals scheepstype (aangezien verschillende typen schepen verschillende visuele en akoestische prikkels in de lucht en onder water veroorzaken), de afmeting van schepen (hier: lengte) en de snelheid waarmee de schepen de zeehondenligplaats passeren op de aantallen zeehonden.

### *Scheepvaartintensiteit*

Het feit dat het aantal schepen dat de zandbank Hond en Paap passeert, een positief verband vertoont met het aantal zeehonden dat op deze zandbank ligt, zou kunnen worden toegeschreven aan een toename van het achtergrondgeluid als gevolg van de toegenomen scheepvaartintensiteit. Met seizoensverschillen in het aantal op de zandbank liggende zeehonden wordt al rekening gehouden door het opnemen van de dag als co-variant in de analyse. Het feit dat grote en kleine aantallen schepen geen invloed lijken te hebben op de aanwezigheid van de zeehonden (wel of niet op een zandbank gaan liggen/blijven) zou verband kunnen houden met het feit dat individuele zeehonden verschillend (on)gevoelig zijn voor verstoring (Suryan en Harvey 1998): terwijl er zeehonden zijn die de aanwezigheid van een (hier: passerend) schip tolereren zolang het er niet te veel zijn, zijn er ook meer gevoelige zeehonden die de zandbank successievelijk verlaten. De achtergebleven dieren kunnen dan zo verstoringsongevoelig zijn dat ze zelfs bij de grootste aantallen passerende schepen niet reageren. Een alternatieve verklaring zou kunnen zijn dat er eenvoudig niet meer genoeg zeehonden in het gebied zijn om de aantallen op de zandbank verder te verhogen.

### *Scheepstype*

De afstand tussen de schepen en de zandbanken, de snelheid van de schepen tijdens de passage en het onderwatergeluid zijn mogelijk de belangrijkste factoren. Daarom kan er alleen over gespeculeerd worden waarom verschillende typen schepen een verschillend effect op de aanwezigheid van de zeehonden op de zandbank Hond en Paap hebben. Van kleine schepen, hoge-snelheidsschepen, speciale schepen (bv baggerschepen) en tankers weet men dat ze met hun propellers sterke geluiden produceren en dat de geluiden verschillen afhankelijk van het optreden van cavitatie (een fysisch verschijnsel dat zich regelmatig voordoet bij schroeven die met hoge snelheid draaien en wanneer het schip zwaar beladen of slecht onderhouden is; cavitatie produceert onder water een sterk breedbandgeluid). Dit zou tot ontwijkend gedrag bij zeehonden kunnen leiden, dat wil zeggen tot grotere aantallen dieren op de zandbank. Het effect van passerende vrachtschepen zou verband kunnen houden met de visuele prikkel die van deze schepen uitgaat. In potentie kunnen zij een vluchtreactie bij zeehonden teweegbrengen. Dat is vooral het geval bij autotransportschepen die een extreem hoge opbouw hebben en van en naar Emden varen. De verwachting is dat boven een bepaald aantal passages van zulke schepen het aantal zeehonden dat reageert, zal stabiliseren omdat de gevoelige individuen het gebied/de zandbank dan al verlaten hebben. Met een nadere analyse van de AIS-data zouden deze verbanden meer in detail onderzocht kunnen worden.

#### *Snelheid van schepen*

De snelheid van een schip hangt doorgaans van het scheepstype af en de lading, de scheepsstatus en uiteraard de keuzes van de kapitein. Op de Eems, kan de vaarsnelheid echter aanzienlijk gereduceerd of versneld worden, afhankelijk van het getij en de daarmee gepaard gaande getijstromen. Met name bij zeer lage snelheden kan dit tot cavitatie leiden (zie hiervoor) omdat schepen dan op volle kracht moeten schakelen om tegen de stroom in te kunnen varen. De oorzaak-gevolg-keten tussen de snelheid van schepen en het aantal zeehonden op de zandbank is vrij onduidelijk. Hoewel het verband in zekere mate significant is voor alle snelheidsklassen, is er maar één rationele verklaring, namelijk dat het niveau van het onderwatergeluid toeneemt met het aantal schepen. Dit verwijst terug naar scheepvaartintensiteit en niet zozeer naar de snelheid van schepen. Het zou niet verrassend geweest zijn, wanneer er een afname in de aantallen zeehonden was vastgesteld bij zeer hoge of zeer lage snelheden. Maar in beide gevallen is het tegendeel waar te nemen, wat verklaard kan worden met het bewaren van voldoende afstand tussen schip en zandbank of met gewinning van de zeehonden aan de verschillende snelheden waarmee de schepen op ze afkwamen. Alleen lage snelheden (1-5 kn) kunnen in verband worden gebracht met de pleziervaart (tourisme) die dicht bij de ligplaatsen van zeehonden komt en een vluchtreactie (het te water gaan) van zeehonden tot gevolg kan hebben. (Zie hoofdstuk Cameraobservaties: verstoring).

#### *Lengte van schepen*

Hetzelfde probleem met het verklaren van de oorzaak-effect-keten doet zich voor bij het verband tussen het aantal zeehonden en de lengte van schepen. De lengte van schepen is of geen geschikte parameter of – zoals bij de snelheid van schepen – moet in verhouding tot de afstand van toenadering worden gebracht. Tot nu toe lijken alleen kleine schepen een negatief effect te hebben op het aantal zeehonden op de zandbank. De reden daarvoor zou – opnieuw – kunnen zijn dat het hierbij gaat om pleziervaart (zeehondenkijken) of visserijsschepen die te dicht bij de zandbank komen wanneer zij vissen.

Een volgende analyse van de AIS-data zal zich dus moeten richten op de afstand van de naderende schepen tot de ligplaats van de zeehonden omdat die een belangrijke rol lijkt te spelen. Suryan en Harvey (1998) vonden in hun studie dat 25% van de verstoringen werd veroorzaakt door schepen die < 100 m van de zeehonden verwijderd waren, 50% deed zich voor bij 100-200 m en 25% bij 200-300 m. Nadat de zeehonden ze hadden opgemerkt, konden 'powerboats' hen significant dichter benaderen ( $F=10.51$ ,  $P<0.001$ ) voordat de zeehonden gealarmeerd raakten of verstoord. Interessant genoeg vonden zij dat de afstanden bij aanvankelijke verstoring aanzienlijk groter waren dan bij volgende verstoringen. Dit duidt erop dat zeehonden die achterbleven of na de eerste verstoring op het strand terugkeerden, minder snel verstoord raakten, dat wil zeggen dat de dieren aan de prikkel gewend waren. In dit verband streven wij ook naar het analyseren van de scheepsstatus, bv. de situatie waarbij een schip binnen een afstand van een kilometer vóór de zandbank voor anker gaat. Een vergelijking van het aantal

zeehonden dat dan op de zandbank ligt met de verwachte aantallen (gebaseerd op de data van 2010-2012) zou inzicht kunnen verschaffen in een andere potentieel belangrijke verstoringsbron.

Bovendien zal een aanvullende analyse van de scheepvaartdata zich meer moeten richten op de AIS-data voor het gehele gebied rond de Eemshaven en de zandbank Hond en Paap. Daarmee is het dan mogelijk individuele schepen (bv. baggerschip) of concrete gevallen van verstoring (zie hoofdstuk 6) te onderzoeken. Daarnaast kunnen radar-data gebruikt worden die informatie verschaffen over kleinere schepen, om zo de analyse van de AIS-data compleet te maken. Deze databestanden zijn wel voorhanden maar konden binnen de beschikbare tijd niet gebruikt worden in de huidige analyse (de data kwamen pas vlak voor de afronding van de rapportage binnen).

Wat zeker ook onderzocht zou moeten worden is de relatie van de aantallen dieren op de zandbank met het getij, het tijdstip op de dag waarop laagwater valt, en niet in de laatste plaats met de lokale geluidsemissies.

## 6.5 Conclusies

De analyse van de AIS-data laat duidelijk zien dat er aanwijzingen zijn dat de gewone zeehonden op de Hond en de Paap reageren op scheepvaart, waarbij voor zover wij kunnen vaststellen scheepvaartintensiteit de belangrijkste parameter is. Het feit dat meer zeehonden de zandbank op gaan bij grotere aantallen passerende schepen kan het beste verklaard worden met een toename in onderwatergeluid. Deze eerste analyse van de AIS-data is nog te globaal om daarmee een causaal verband tussen de scheepvaartbewegingen en het waargenomen gedrag van de zeehonden aan te tonen. De correlatie van data is echter een eerste duidelijke indicatie dat een dergelijk verband bestaat. Andere additionele factoren kunnen hier uiteraard ook relevant zijn voor de verklaring van het waargenomen ligplaatsgedrag, het is echter nog te vroeg om de betekenis daarvan te beoordelen. Een groter databestand (inclusief de data voor 2013) en een gedetailleerdere analyse van meer parameters zal de zeggingskracht van de AIS-analyse kunnen verhogen.



## 7 Early Warning Systeem

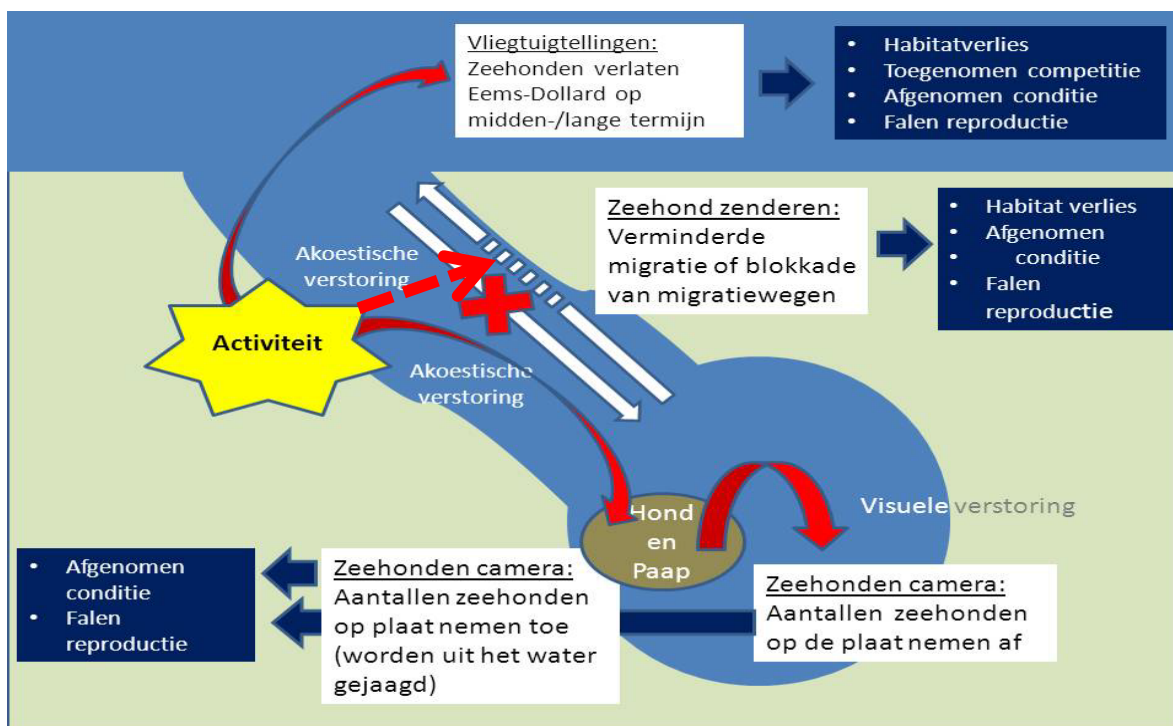
De Minister van het toenmalige Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft in de Beslissing op Bezwaar (BoB) d.d. 5-12-2008 speciale aandacht gevraagd voor een systeem van early warning:

*“In het monitorplan dient duidelijk te zijn aangegeven hoe op basis van de monitoring vroegtijdig alle relevante gedragswijzigingen of wijzigingen op populatieniveau van de gewone zeehond in het gehele Eems-Dollardgebied zullen worden gesignaleerd die mogelijk ingrijpen vergen. Rapportering hiervan dient direct aan het bevoegde gezag plaats te vinden en zal zo nodig gepaard moeten gaan met een analyse van de geconstateerde wijzigingen. Indien de uitkomsten van de monitoring daartoe aanleiding geven zal de wijze van uitvoering van de werkzaamheden daarop aangepast moeten worden. Het plan dient daarom tevens aan te geven welke maatregelen in dit geval zullen worden genomen om het optreden van negatieve effecten te voorkomen.”*

In het monitoringplan is het volgende aangegeven:

*“Een van de belangrijke functies van de monitoring is, naast een evaluatie, het zo nodig kunnen bijsturen van de werkzaamheden middels een early warning. Indien afwijkingen in gedrag plaatsvinden tijdens of binnen afzienbare tijd na bouwactiviteiten in de Eemshaven zou dit kunnen duiden op effecten van deze activiteiten op zeezoogdieren.”*

In figuur 51 is aangegeven welke verstoringen bij de gewone zeehond verwacht kunnen worden.



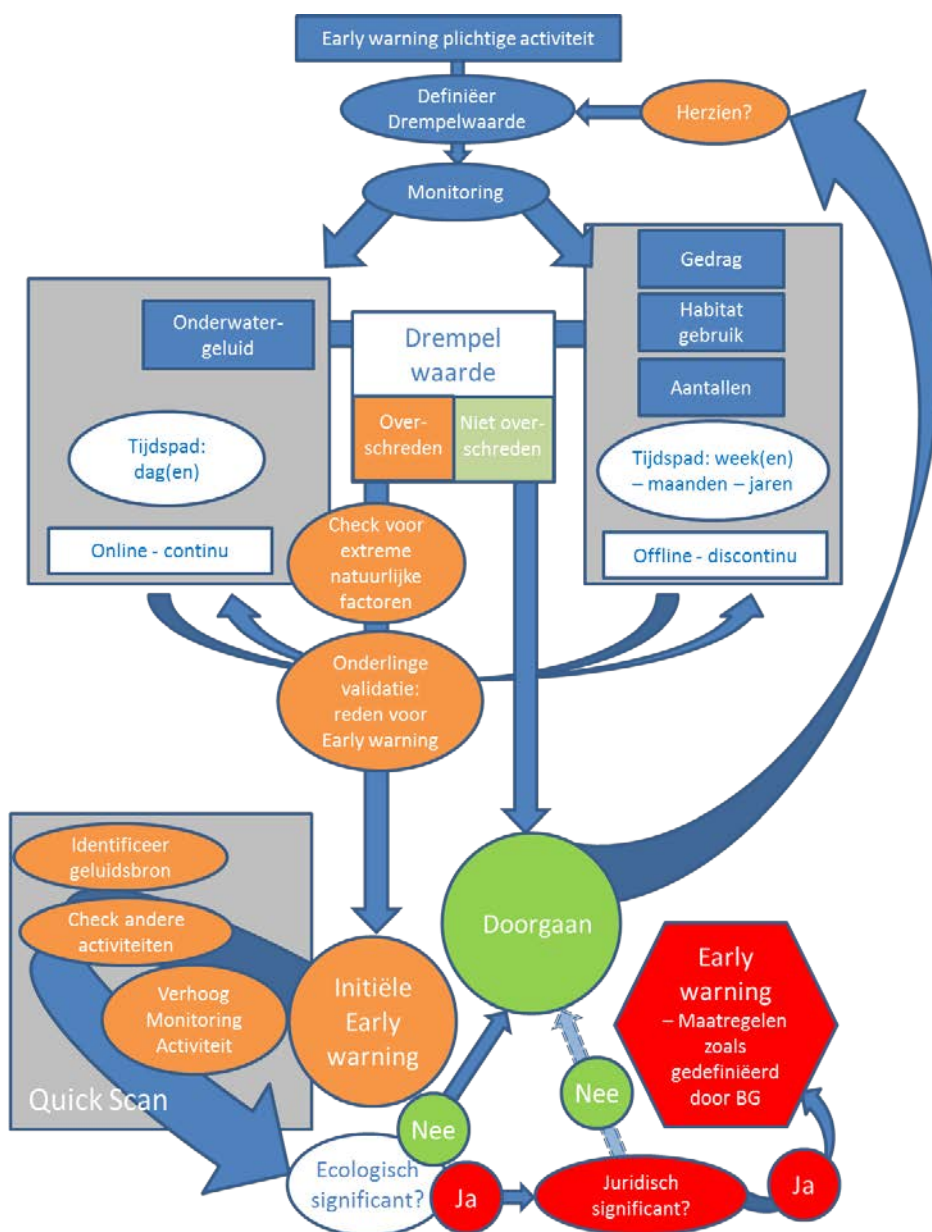
Figuur 51. Relaties tussen uit te voeren activiteit en mogelijke verstoringen van zeehonden. In wit kader: de monitoringtechnieken en op welke waarneming zij gericht zijn; in blauw kader: de mogelijke effecten op de zeehonden (populatie). Bij akoestische verstoring kan het zowel om geluid boven als onder water gaan. In 2012 zijn geen zeehonden gezenderd.

De zeehonden gebruiken de zandplaten in het gebied om er bij laagwater op te rusten, er hun pups te werpen en te zogen, en om te verhareen. Als ze op de platen liggen, zijn ze gevoelig voor geluid boven water, vibraties die zich door de ondergrond voortplanten en visuele verstoringen. De geulen worden door zeehonden gebruikt om er te foerageren en als trekroute van de zandplaten naar de foerageergebieden op open zee. In het water zijn ze met name gevoelig voor onderwatergeluiden. Verstoring kan er dan toe leiden dat ze juist de platen opgaan of dat ze het gebied gaan mijden. Verandering in gedrag

zowel op de plaat als op de trekroute kan op een mogelijk relevante gedragswijziging wijzen. Op langere termijn kan dit leiden tot een afnemende conditie, falende reproductie, habitatverlies en uiteindelijk het definitief verlaten van het hele Eems-Dollardgebied.

In de rapportages over 2010 en 2011 is uitgebreid beschreven wat de mogelijkheden, de invulling en de werkwijze van het Early Warning Systeem kunnen zijn. In 2012 is er door de opdrachtgever voor gekozen om de cameraobservaties van gewone zeehonden als onderdeel van het EWS wel voort te zetten maar geen zeehonden meer van zenders te voorzien en ook geen waarnemingen meer aan bruinvissen te doen. Ook werden de vliegtuigtellingen die voor midden-lange en lange termijn signalering van effecten kunnen worden gebruikt in 2012 voortgezet. In dit hoofdstuk worden de uitkomsten en een evaluatie beschreven.

In figuur 52 is aangegeven hoe bij toepassing van het Early Warning Systeem (EWS) met een (relevante) gedragsafwijking wordt omgegaan.



Figuur 52. Schematische weergave van de werking van het Early Warning Systeem.



Allereerst dient de oorzaak van een waargenomen gedragswijziging, gedefinieerd als de overschrijding van een vooraf vastgelegde drempelwaarde, te worden vastgesteld. Naast natuurlijke factoren zoals het weer, de beschikbaarheid van voedsel of droogligmogelijkheden is onderwatergeluid waarschijnlijk de belangrijkste (menselijke) factor die kan leiden tot veranderingen in gedrag, aanwezigheid en habitatgebruik van zeezoogdieren in het Eems-Dollardgebied. Zeehonden kunnen ook door visuele prikkels (bv. de aanblik van een naderend schip) of geluid boven water tot een reactie aangezet worden.

In het schema (figuur 52) zijn vervolgens acties en beslismomenten opgenomen. Na een initiële early warning gebaseerd op een drievoudige overschrijding van een drempelwaarde zonder dat hiervoor direct natuurlijke oorzaken aangewezen kunnen worden volgt een Quick Scan om na te gaan of er (cor)relaties met de bouwactiviteiten zijn. Na de vaststelling door de onderzoekers (i.e. expert judgement) of er sprake is van een ecologisch significant effect dient het Bevoegd Gezag vast te stellen of er sprake is van een juridisch significant effect zoals opgenomen in de vergunningsvoorschriften.

Voor de verdere reactie op het EWS is het voor de opdrachtgever en het Bevoegd Gezag belangrijk om te weten of de gedragswijziging al dan niet veroorzaakt wordt door activiteiten waarvoor de monitoring wordt uitgevoerd, de vergunningplichtige activiteiten. Ook andere activiteiten in en om het gebied kunnen immers akoestische of visuele verstoringen geven en effecten op het gedrag van zeehonden hebben. Voor een juiste interpretatie van oorzaken en gevolgen is het belangrijk om zoveel mogelijk inzicht te hebben in alle activiteiten die plaatsvinden en de daarmee gepaard gaande versturende factoren.

## 7.1 Early warning in 2012

### 7.1.1 Langjarige aantallen zeehonden uit vliegtuigtellingen

Zoals in de rapportages van 2010 en 2011 al werd aangegeven zijn vliegtuigtellingen zeer geschikt om de lange-termijn ontwikkeling van de zeehondenpopulatie te schetsen, maar niet om een snelle early warning te kunnen doen uitgaan. Wel kan het ontbreken of sterk afnemen van het aantal pups binnen een zoogperiode als een 'warning' worden beschouwd.

In 2012 is gevonden dat de totale aantallen gewone zeehonden in het studiegebied in juni hoger zijn dan in voorgaande jaren en in augustus iets lager. Het totaal aantal getelde pups in het gehele gebied nam van 2008 tot 2010 toe. In 2011 daalde het aantal tot 553, en in 2012 steeg het weer tot 617 (zie figuur 12 in hoofdstuk 4), hetzelfde niveau als in 2010. Het aantal pups op Hond en Paap, Sparregat en Ranzelgat is hoger dan in 2011 terwijl het aantal in de Dollard van 149 naar 133 gedaald is. Deze veranderingen zijn relatief klein en omdat er ook in voorgaande jaren gebouwd is geen aanleiding voor een warning.

### 7.1.2 Aantalsveranderingen op de plaat gemeten m.b.v. cameratellingen

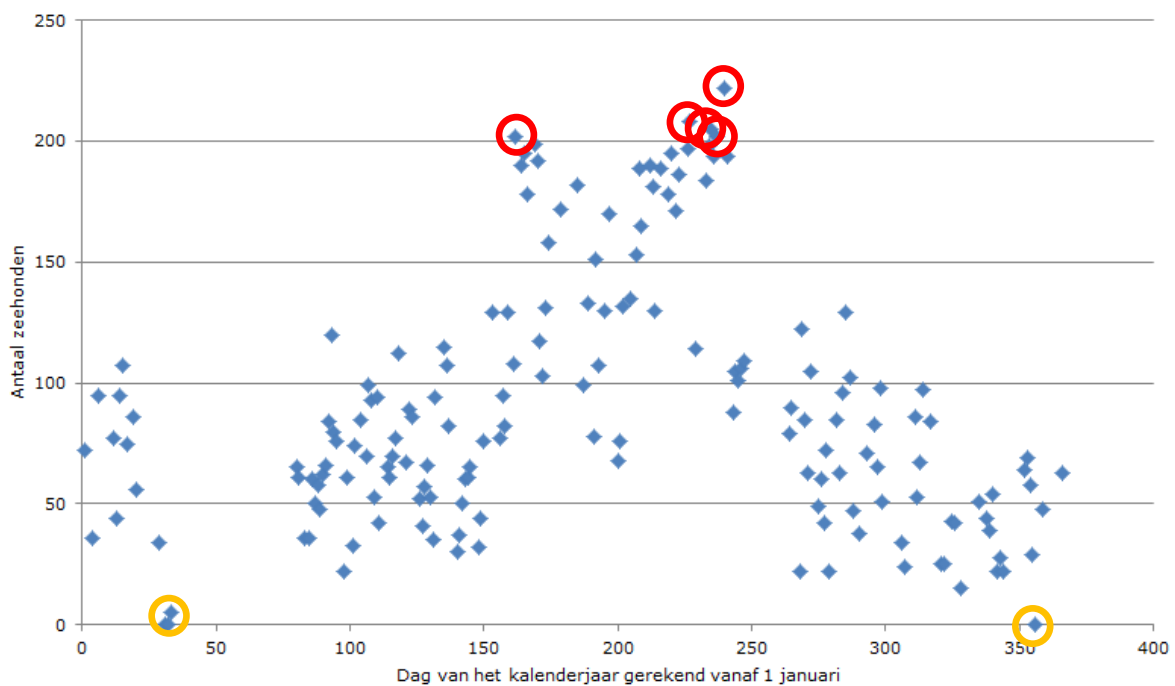
Het aantal rustende zeehonden op de zandbank Hond en Paap is een indicator in het Early Warning Systeem. Als er in het oog springende aantalsveranderingen worden waargenomen kan dit binnen een aantal dagen voor het afgeven van een early warning worden gebruikt. Zowel een toename als een afname kan wijzen op een verstoring. Zeehonden kunnen het water uit vluchten en op de plaat gaan liggen als gevolg van akoestische verstoring onderwater, of ze kunnen de plaat verlaten als gevolg van een visuele verstoring (bv. naderend schip), een akoestische verstoring boven water of vanaf land of vibraties die zich door de ondergrond voortplanten.

In het rapport van 2011 is uitgebreid aandacht besteed aan de te hanteren criteria en drempelwaarden voor dit onderdeel van het Early Warning Systeem. Deze criteria met bijbehorende voorgestelde drempelwaarde zijn toen als volgt aangegeven: Het getelde aantal zeehonden op de plaat is lager of hoger

dan anderhalf maal de standaarddeviatie van de in voorgaande jaren getelde aantallen zeehonden (criterium 1), en deze afwijking doet zich voor gedurende drie achtereenvolgende tellingen (criterium 2). De anderhalf maal de standaarddeviatie is arbitrair en gebaseerd op de gegevens van 2011 en dusdanig gekozen dat ook een (beperkt) aantal tellingen onder dit criterium vallen. Beide criteria zijn in 2011 gekwantificeerd op basis van expert judgement.

De aantallen zeehonden worden  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater tijdens de daglichtperiode gevolgd met behulp van een videocamera. In hoofdstuk 5 (Zeehonden-cameraobservaties) staan de resultaten voor 2012. Uitgaande van de camera tellingen voor de 20 sectoren op de zandbank Hond en Paap in 2010 en 2011 werd het verwachte aantal zeehonden voor elke dag van het jaar berekend, inclusief een boven en onder limiet [gebaseerd op 1,5 keer de standaarddeviatie (zie Lucke *et al.*, 2012)]. De resultaten van de online tellingen, waarbij gemiddeld 3 keer per week via de op afstand bedienbare camera werd geteld, werden vergeleken met de berekende verwachtingswaarden. Elke telling die boven of onder de berekende limieten lag werd als een potentiële aanleiding voor een early warning behandeld.

Figuur 53 geeft de waargenomen aantallen zeehonden op de Hond en Paap in 2012 en de data die aanleiding waren voor een verdere analyse.



Figuur 53. Aantal getelde zeehonden op de zandbank Hond en Paap op  $1,5 \pm 0,5$  uur na laagwater (blokjes) in 2012. De rode cirkels laten de dagen zien met uitzonderlijk hoge aantallen zeehonden waarbij de drempelwaarde is overschreden. De oranje cirkels zijn zeer lage waarden maar geen onderschrijding van de drempelwaarde. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.

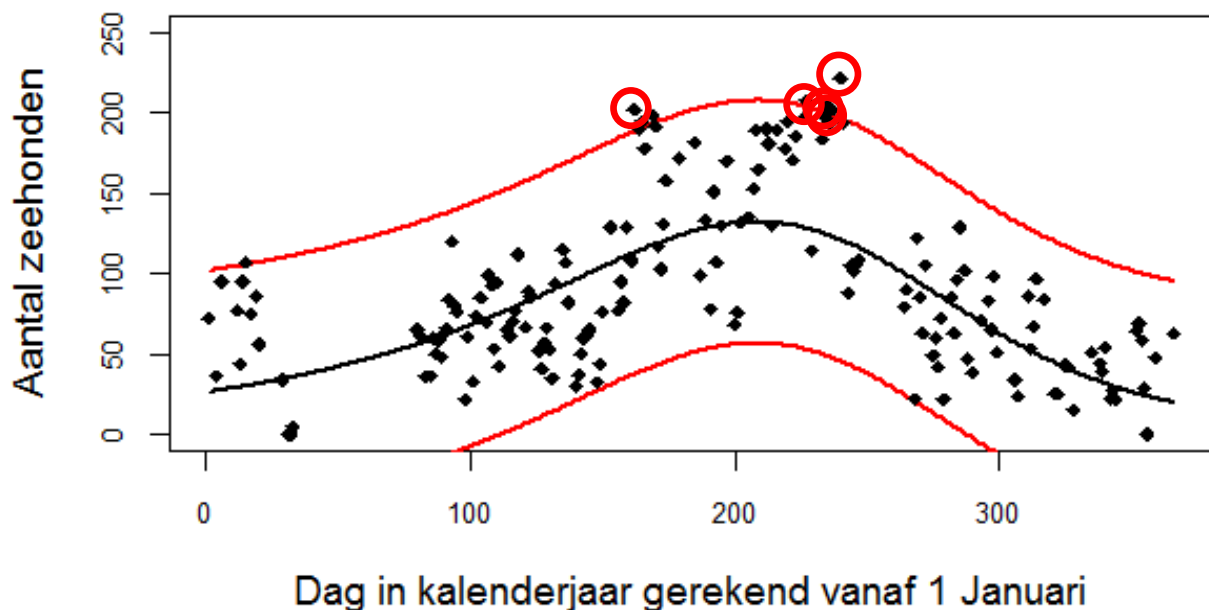
In 2012 is de drempelwaarde 5 keer overschreden:

- 13 juni: 195 (expected 191)
- 14-aug: 208 (204)
- 22-aug: 205 (200)
- 24-aug: 202 (199)
- 27-aug: 222 (197)

Omdat op de opvolgende teldata op 14 juni, 16, 23 en 28 augustus (op 25 en 26 augustus is niet geteld) de aantallen wel binnen de drempelwaarden lagen werd niet aan het tweede criterium voldaan en is derhalve geen early warning traject ingezet.

Begin februari werden uitzonderlijk lage aantallen drie maal achter elkaar geteld. De drempelwaarde die hier theoretisch onder nul ligt werd niet onderschreden maar toch werd aandacht aan deze waarden gegeven. De lage aantallen bleken samen te hangen met extreem lage temperaturen en ijsgang. De dag na deze tellingen moest de camerapaal er uit wegens ijsgang. Dit was ook de aanleiding tot het gat in de data tussen dag 34–79. Eind december werden ook een keer geen zeehonden geteld hetgeen samenhangt met een zeer lage temperatuur. Er was geen relatie met menselijke activiteiten in het Eems-Dollardgebied. Omdat de natuurlijke factor voldoende verklaring bood voor de waargenomen lage aantallen was er geen reden om een early warning af te geven.

Vervolgens is geanalyseerd in hoeverre de 2012 gegevens werkelijk afwijken van de in 2011 gestelde grenzen. Figuur 54 geeft dit aan.

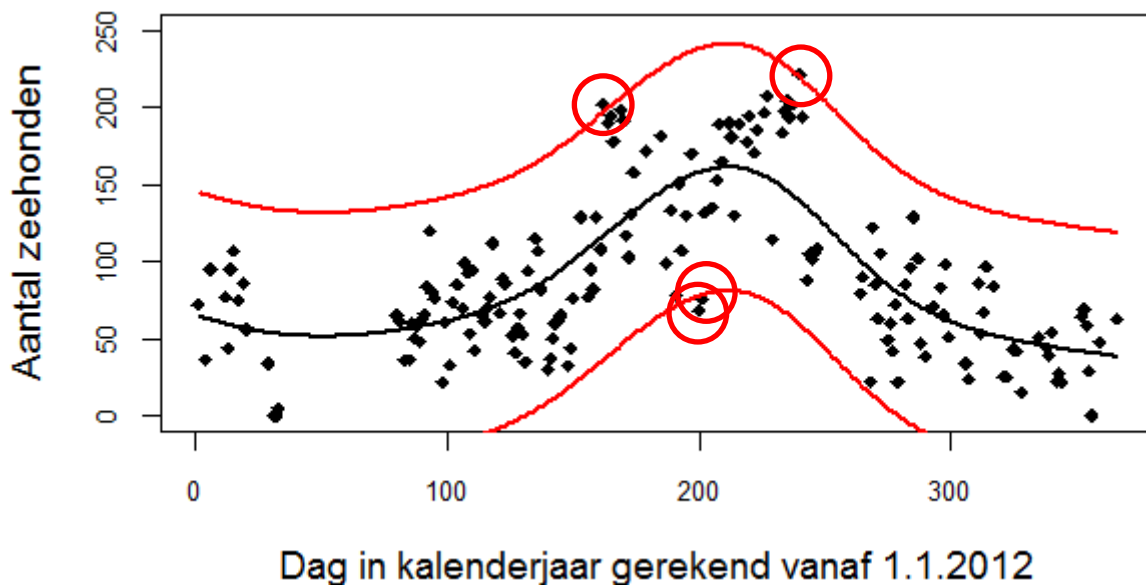


Figuur 54. Aantallen zeehonden op de Hond en Paap zoals geteld met de camera in 2012. De rode lijnen geven de drempelwaarden aan (meer dan anderhalf maal de standaarddeviatie uit 2011). De rode cirkels geven data die boven de drempelwaarden liggen.

Uit figuur 54 blijkt dat ook achteraf de genoemde overschrijdingen in juni en augustus worden gevonden. Hieruit blijkt dat uitgaande van de drempelwaarden die in 2011 zijn vastgesteld in 2012 op de juiste momenten een eerste aanzet voor een Early Warning Systeem is gegeven. De lage data begin februari en eind december zijn met de huidige drempelwaarden geen onderschrijding en leiden in dit systeem formeel niet tot een nadere analyse.

Om de methode te verfijnen wordt, zoals in Lucke *et al.* (2012) aangegeven, jaarlijks een nieuwe drempelwaarde berekend door de data van dat jaar bij de berekening te betrekken. Gebruik makend van de verzamelde data van 2010, 2011 en 2012 is een nieuw gemiddelde met bijbehorende standaard afwijkingen berekend<sup>12</sup>. In figuur 55 zijn deze nieuwe drempelwaarden (1,5 keer de standaardafwijking) aangegeven waarbij ter vergelijking de 2012 data aan de figuur zijn toegevoegd.

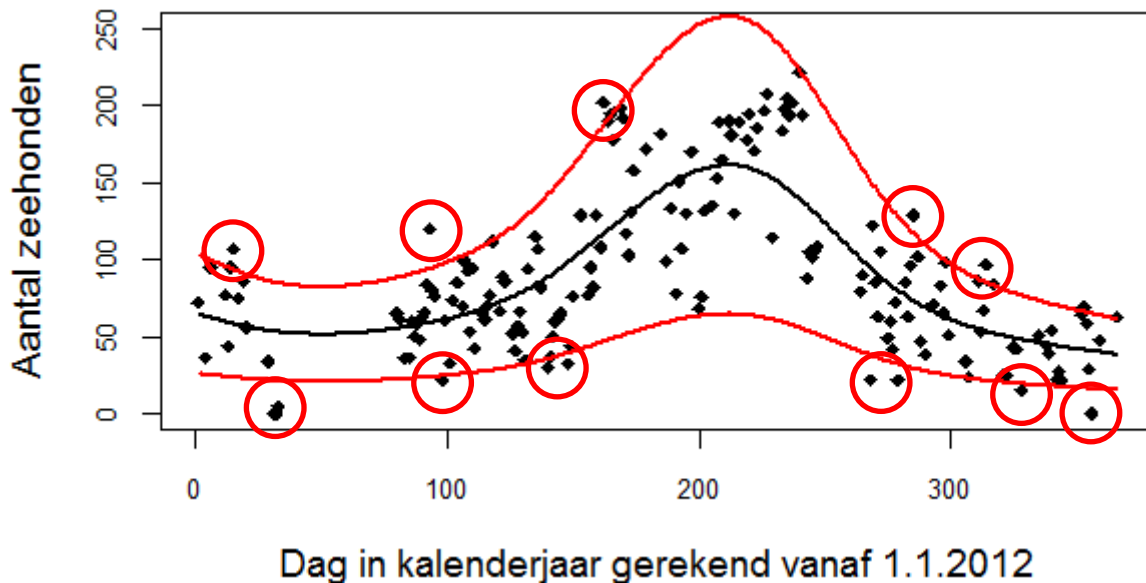
<sup>12</sup> Als we op deze manier zo door zouden gaan, zouden in een groeiende populatie de lagere aantallen uit het verleden de gemiddelde data omlaag blijven drukken. Dit is niet gewenst, en daarom stellen wij voor om altijd de gemiddelden uit de laatste drie gemeten jaren te nemen.



*Figuur 55. Aantallen zeehonden op de Hond en Paap zoals geteld met de camera in 2012. De lijn geeft de gemiddelde gemodelleerde (GAM) aantallen, gebaseerd op de data van 2010, 2011 en 2012, weer. De rode cirkels geven uitschieters weer die meer dan anderhalf maal de Standaarddeviatie (de rode lijnen) afwijken.*

Uit figuur 55 blijkt dat met deze nieuw berekende waarden zich in de zomer vier keer een overschrijding van de drempelwaarden zou hebben voorgedaan. Twee keer werden meer zeehonden dan verwacht waargenomen en twee keer waren er minder. Omdat nergens aan het criterium van drie keer achter elkaar wordt voldaan zouden er ook met deze nieuw berekende drempelwaarden geen redenen zijn geweest om een initiële early warning af te geven.

Echter het nu gehanteerde systeem om drempelwaarden vast te stellen lijkt buiten de zomermaanden niet te voldoen. Dit komt met name omdat met de gehanteerde methode van 1,5 maal de standaardafwijking een groot deel van het jaar lage aantallen (geen of zeer weinig zeehonden op de plaat) niet als overschrijding van de drempelwaarden zullen gelden. Ook houdt de methode geen rekening met de grotere variatie in aantallen zeehonden in de zomer ten opzichte van de winter. Om dit te ondervangen is een nieuwe berekeningsmethode uitgetoetst waarbij niet 1,5 maal de standaarddeviatie maar meer dan 60% afwijking van het berekende gemiddelde als drempelwaarde is uitgetoetst. In figuur 56 zijn deze nieuw voorgestelde drempelwaarden aangegeven met opnieuw de 2012 getallen ter illustratie.



*Figuur 56. Aantallen zeehonden op de Hond en Paap zoals geteld met de camera in 2012. De lijn geeft de gemiddelde gemodelleerde (GAM) aantallen weer. De rode cirkels geven uitschieters weer die meer afwijken dan 60% van het berekende gemiddelde.*

Met deze nieuwe berekeningsmethode vallen in 2012 nu 15 meetpunten buiten de drempelwaarde voor criterium 1. Vijf boven de bovengrens en 10 onder de ondergrens. Alleen begin februari gaat het om drie overschrijdingen achter elkaar. Als was uitgegaan van deze nieuw voorgestelde drempelwaarden zou toen terecht gekeken zijn of er een early warning nodig was.

Het is duidelijk dat de nieuwe berekeningsmethode gevoeliger is voor uitschieters dan de oude methode. Voorgesteld wordt om deze methode vanaf nu te hanteren. Ook hierbij is de 60% niet berekend maar proefondervindelijk vastgesteld. Dit is dus een arbitraire waarde, die afhankelijk van nieuwe gegevens bijgesteld kan worden. Uit bovenstaande blijkt dat het systeem met de camera en van te voren vastgestelde drempelwaarden werkt. De vraag is dan hoe gevoelig men het systeem wil hebben. Uit de cameragegevens van 2010 tot 2012 en de jaarlijkse vliegtuigelgegevens blijkt dat er geen langetermijneffecten op de zeehonden zijn vastgesteld.

## 7.2 Tot slot

Op dit moment is een EWS in werking dat aan kan geven of er een grote verandering is in het ligplaatsgedrag van zeehonden op de Hond en de Paap.

Uit het door GSP, RWE en NUON opgedragen onderzoek is gebleken dat de regelmatige tellingen van aanwezige gewone zeehonden en pups een goed beeld geven van de lange termijn ontwikkeling van de zeehondenpopulatie. De aantalsontwikkelingen vormen een lange-termijn waarschuwingssysteem voor ongewenste ontwikkelingen in de zeehondenpopulatie die strijdig (kunnen) zijn met de instandhoudingsdoelen.

De camera opstelling gekoppeld aan regelmatige tellingen die worden vergeleken met vastgestelde drempelwaarden geeft een bruikbaar signaal voor een early warning die een relatief snelle reactie door het Bevoegd Gezag mogelijk maakt. Door alle informatie van andere bouwgerelateerde en externe factoren hierin te betrekken en door online-akoestisch onderzoek in het EWS op te nemen kan het risico om een vals alarm af te geven, worden geminimaliseerd.

Aanbevolen wordt om bij de verwachte toename van activiteiten in het Eemsgebied, inclusief activiteiten in het Duitse deel, dit type onderzoek als de bouwactiviteiten in de Eemshaven afgerond zijn, voort te zetten. Dit zou ook in een regulier monitoringprogramma voor het Eems-Dollardgebied kunnen worden opgenomen.

## 8 Referenties

- Allen SG, Ainley DG en Page GW (1980). Haul-out patterns of harbor seals in Bolinas Lagoon, California. Report to U.S. Marine Mammal Commission, Contract Number MM8AC012.
- Allen SG, Ainley DG en Page GW (1984). The effect of disturbance on harbor seal haul out patterns at Bolinas Lagoon, California. Fish. Bull. 82(3): 493–500.
- Bonner WN (1982). Seals and Man, a Study of Interactions. University of Washington Press, Seattle and London.
- Boulva J en McLaren IA (1979). Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina*, in eastern Canada. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, no. 200, 24pp.
- Brasseur SMJM (2007). Zeezoogdieren in de Eems, cumulatieve effecten van de activiteiten rond de ontwikkeling van de Eemshaven. Wageningen IMARES, IJmuiden.
- Brasseur SMJM en Reijnders PJH (1994). Invloed van diverse verstoringbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN-rapport 113, 62 pp.
- Brasseur S, Polanen Petel T van, Scheidat M, Meesters E, Verdaat H, Cremer J en Dijkman E (2009). Zeezoogdieren in de Eems. Evaluatie van de Vliegtuigtellingen van zeezoogdieren tussen oktober 2007 en september 2008. IMARES-rapport, 23 p.
- Brasseur S, van Polanen-Petel T, Geelhoed S, Aarts G en Meesters E (2010a). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouw-activiteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2009. Jaarrapportage/IMARES Rapport C086/10. Wageningen IMARES.
- Brasseur S, Aarts G, Bravo Rebolledo E, Cremer J, Fey-Hofstede F, Geelhoed S, Lindeboom H, Lucke K, Machiels M, Meesters E, Scholl M, Teal L en Witte R (2011). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2010. Rapport C102a/11. Wageningen IMARES.
- Brasseur SMJM, Borchardt T, Czeck R, Jensen LF, Galatius A, Ramdohr S, Siebert U en Teilman J (2012). Trilateral Seal Expert Group (TSEG). Aerial surveys of grey seals in the Wadden Sea in 2011-2012: Increase in Wadden Sea grey seals continued in 2012. Common Wadden Sea Secretariate (CWSS). <http://www.waddensea-secretariat.org/news/news/Seals/Annual-reports/seals2012.html>.
- Brasseur SMJM, Cremer JSM, Dijkman EM en Verdaat JP (2013). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee 2012. WOT werkdokument in prep.
- Calambokidis J, Steiger GH, Evans JR en Jeffries SJ (1991). Censuses and disturbance of harbor seals at Woodard Bay and recommendations for protection. Final report to Washington Dep. Nat. Resources, Olympia, WA, 45 p.
- Drescher HE (1979). Present status of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in the German Bight (North Sea). Meeresforschung, 27: 27–34.
- Galatius A, Brasseur SMJM, Reijnders PJH, Borchardt T, Siebert U, Stede M, Ramdohr S, Jensen LF en Teilman J (2012). Trilateral Seal Expert Group (TSEG). Aerial Surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2012. Substantial increases in moult counts. Common Wadden Sea Secretariate (CWSS). [http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files/downloads/trilateral\\_seal\\_counts\\_report\\_2012.pdf](http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files/downloads/trilateral_seal_counts_report_2012.pdf).
- Härkönen T en Harding KC (2001). Spatial structure of harbour seal populations and the implications thereof. Canadian Journal of Zoology 79: 2115-2127.
- Jansen JJ, Boveng PL, Dahle SP en Bengston JL (2010). Reaction of Harbor seals to cruise ships. J. Wild. Manage. 74: 1186–1194.

- Johnson BW (1977). The effects of human disturbance on a population of harbor seals. In Environmental assessment of the Alaskan continental shelf, p. 422–432. Annual. Rep. Princ. Invest., vol. 1. U.S. Dep. Commer., NOAA/OCSEAP, 708 p. [NTIS PB-280934/1.]
- Kastelein RA, Van der Heul S, Terhune JM, Verboom WC en Triesscheijn RJV (2006a). Deterring effects of 8-45 kHz tone pulses on harbour seals (*Phoca vitulina*) in a large pool. Mar. Env. Res. 62: 356-373.
- Kastelein RA, Van der Heul S, Terhune JM, Rob JV, Jennings, NV en Triesscheijn RJV (2006b). The influence of underwater data transmission sounds on the displacement behaviour of captive harbour seals (*Phoca vitulina*). Mar. Env. Res. 61: 19-39.
- Kastelein RA, Gransier R, Hoek L, Macleod A en Terhune JM (2012). Hearing threshold shifts and recovery in harbor seals (*Phoca vitulina*) after octave-band noise exposure at 4 kHz. J. Acoust. Soc. Am. 132(4):2745-2761.
- Kroll AM (1993). Haul out patterns and behavior of harbor seals, *Phoca vitulina*, during the breeding season at Protection Island, Washington. M.S. thesis, Univ. Washington, Seattle, WA, 142 p.
- Kucey L (2005). Human disturbance and the hauling out behavior of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) (Master's thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada).
- Laursen K (1982). Recreational activities and wildlife aspects in the Danish Wadden Sea. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 275: 63–83.
- Lewis JP (1987). An evaluation of a census-related disturbance of Steller sea lions. Master's thesis, University of Alaska, Fairbanks.
- Lucke K, Bravo Rebolledo E, Cremer J, Fey-Hofstede F, Lindeboom H, Scholl M en Teal L (2012). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2011. IMARES rapport C082/12.
- Lucke K (2013) Pilotproject voor het gebruik van onderwater-geluidloggers voor het monitoren van omgevingsfactoren. IMARES report C152.12 voor Groningen Seaports (GSP), NUON en RWE/Essent, 45 pp.
- Meesters HWG, Reijnders PJH, Brasseur SMJM, Tougaard S, Stede M, Siebert U en Härkönen T (2007). An effective survey design for harbour seals in the Wadden Sea: tuning Trilateral Seal Agreement and EU-Habitat Directive requirement. Trilateral Working Group.
- Moss J (1992). Environmental and biological factors that influence harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) haul out behavior in Washington and their consequences for the design of population surveys. M.S. thesis, Univ. Washington, Seattle, WA, 122 p.
- Murphy EC en Hoover AA(1981). Research study of the reactions of wildlife to boating activity along Kenai Fjords coastline. Final report for contract No. CX-9000-8-0 15 1, U.S. National Park Service, Anchorage, AK .
- Reijnders PJH (1981). Management and conservation of the harbour seal, *Phoca vitulina*, population in the international wadden sea area. Biol. Cons. 19(3): 213-221.
- Reijnders P, Abt K, Brasseur S, Tougaard S, Siebert U en Vareschi E (2003). Sense and sensibility in evaluating aerial counts of harbour seals in the Wadden Sea. Wadden Sea Newsletter (1): 9-12.
- Reijnders PJH (1986). Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. Nature 324(6096): 456-457.
- Reijnders PJH (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 PJH, Brasseur SMJM en Brinkman AG (2000). Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapport 078, 56 pp.



- Renouf D, Gaborko L, Galway G en Finlayson R (1981). The effect of disturbance on the daily movements of harbour seals and grey seals between the sea and their hauling grounds at Miquelon. *Appl. Anim. Ethol.* 7: 373-379.
- Richardson WJ, Greene CR, Malme CI en Thomson DH (1995). *Marine Mammals and Noise*. San Diego: Academic Press.
- Ries EH, 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
- Ries E.H. (1999). Population biology and activity patterns of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Wadden Sea. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Schneider DC en Payne PM (1983). Factors affecting haul-out of harbor seals at a site in southeastern Massachusetts. *J. Mammal.* 64: 518-520.
- Simpkins MA (2003). Stability in the proportion of harbour seals hauled out under locally ideal conditions. *Mar. Mamm. Sci.*, 19(4): 794-805.
- Skeate ER, Perrow MR en Gilroy JJ (2012). Likely effects of construction of Scroby Sands offshore wind farm on a mixed population of harbour *Phoca vitulina* and grey *Halichoerus grypus* seals. *Mar. Poll. Bull.* 64: 872-881.
- Stewart BS (1984). Diurnal hauling patterns of harbor seals at San Miguel Island, California. *J. Wildlife Manag.* 48: 1459-1461
- Suryan RM and Harvey JT (1998) Variability in reactions of Pacific harbor seals, *Phoca vitulina richardsi*, to disturbance. *Fish. Bull.* 97: 332-339.
- Terhune JM (1985). Scanning behavior of harbor seals on haul-out sites. *J. Mamm.* 62(2):392-395.
- Thompson D, Lonergan M en Duck C (2005) Population dynamics of harbour seals *Phoca vitulina* in England: Monitoring growth and catastrophic declines. *J. Appl. Ecol.* 42: 638-648.
- Vermaas EA (2012). Noise emission during packing blow cleaning on gas piping at the NUON Magnum construction site. Report I.2012.0491.00.R001, Mitsubishi Corporation, 11 p.
- Wymenga E, Altenburg W et al. (2009). Monitoringplan voor energiecentrales in het Eemshavengebied. A&W-rapport 1206. Altenburg & Wymenga, Veenwouden/Hattem.



## Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat-nummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.



# Verantwoording

Rapportnummer : C079/13a  
Projectnummer : 43061221.01

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: Dr. Ir. H.V. Winter  
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 1 september 2013



Akkoord: Drs. J. Asjes  
Hoofd Afdeling Ecosystemen

Handtekening:

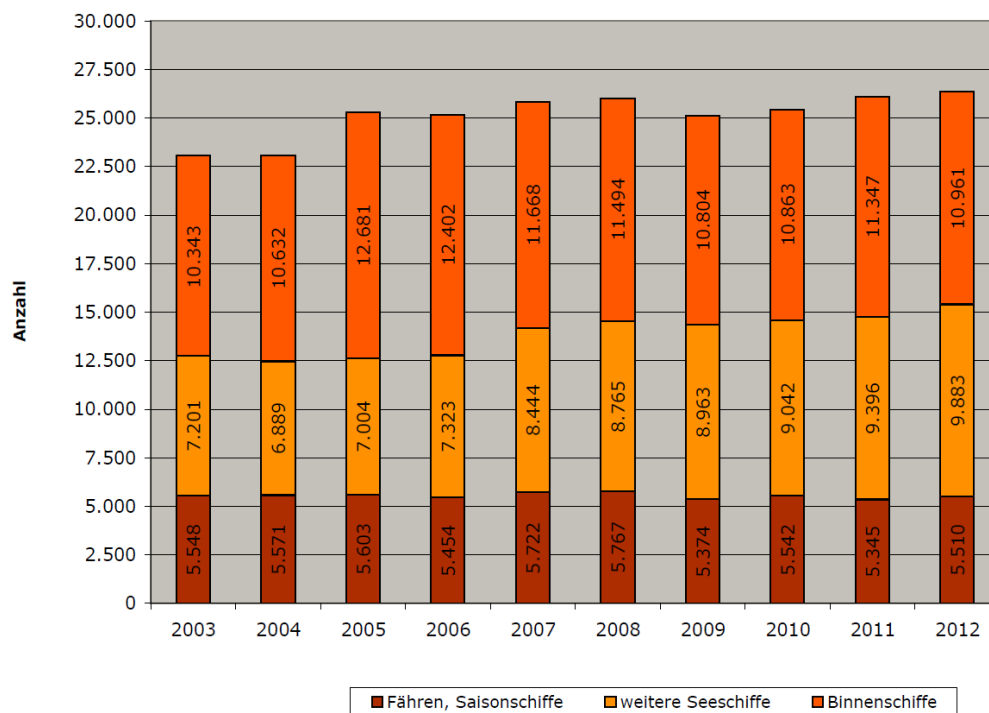
Datum: 1 september 2013



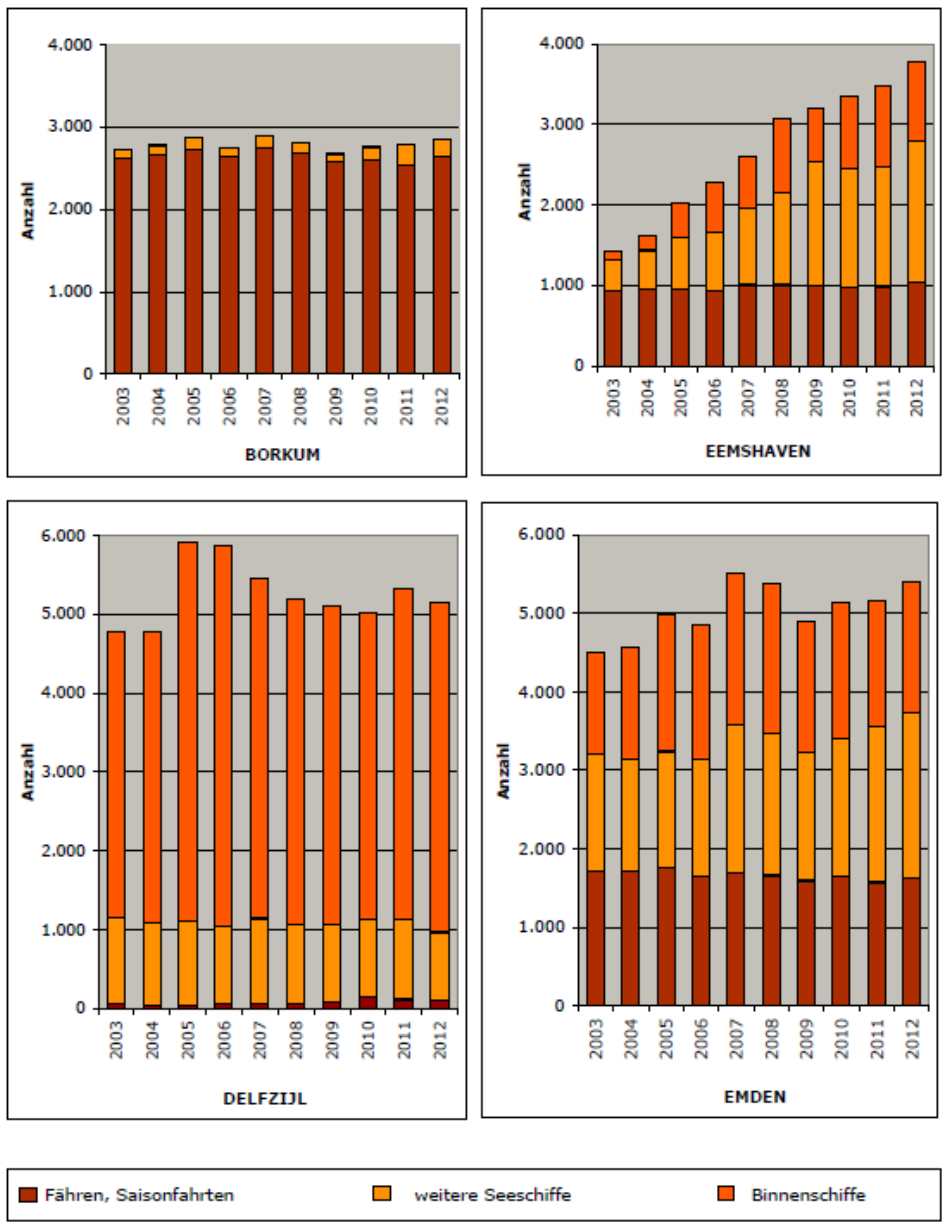


## Annex 1: Data Emskommission voor 2012

Uit het verslag van de Emskommission, die voorziet in een overzicht van de scheepvaart in het Eemsgebied, blijkt dat er vanuit Emden bijna 5500 scheepsbewegingen zijn geweest, voor Delfzijl is dat ongeveer 5100 en vanuit de Eemshaven bijna 4000 (Figuur A1-1 en A1-2). Bij deze aantallen gaat het om de beroepsvaart (binnenvaartschepen, zeegaande schepen en veerboten).



Figuur A1-1. Aantal scheepsbewegingen op de Eems in 2003-2012. (data bron: Emskommission, 55. Sitzung)

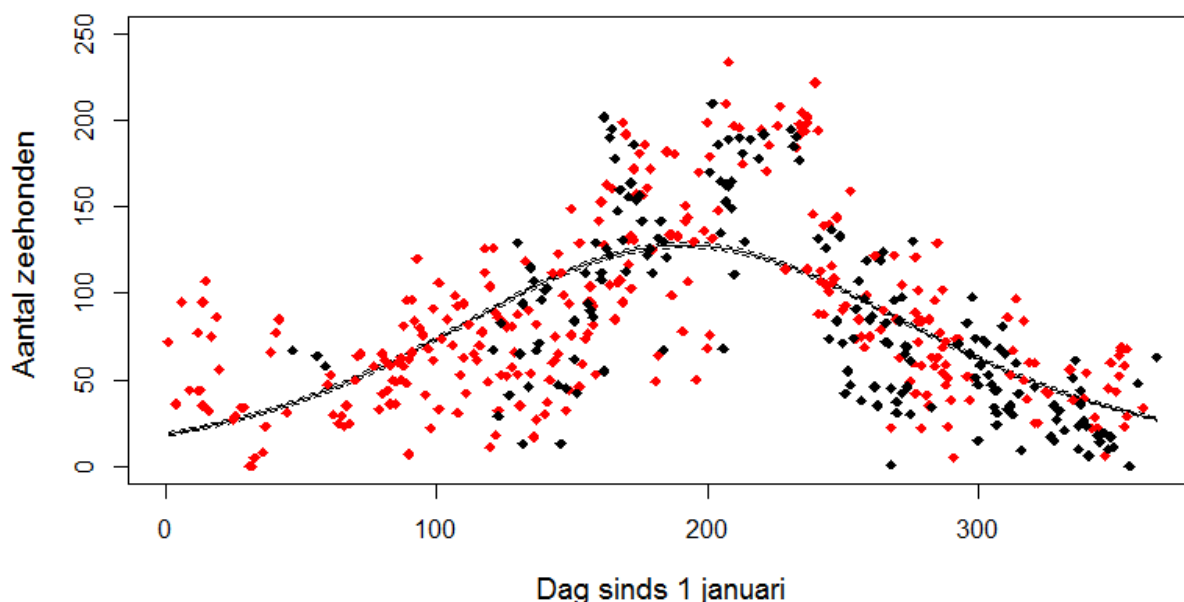


Figuur A1-2. Aantal scheepsbewegingen in de havens van de Eems in 2003-2012. (data bron: Emskommission, 55. Sitzung)

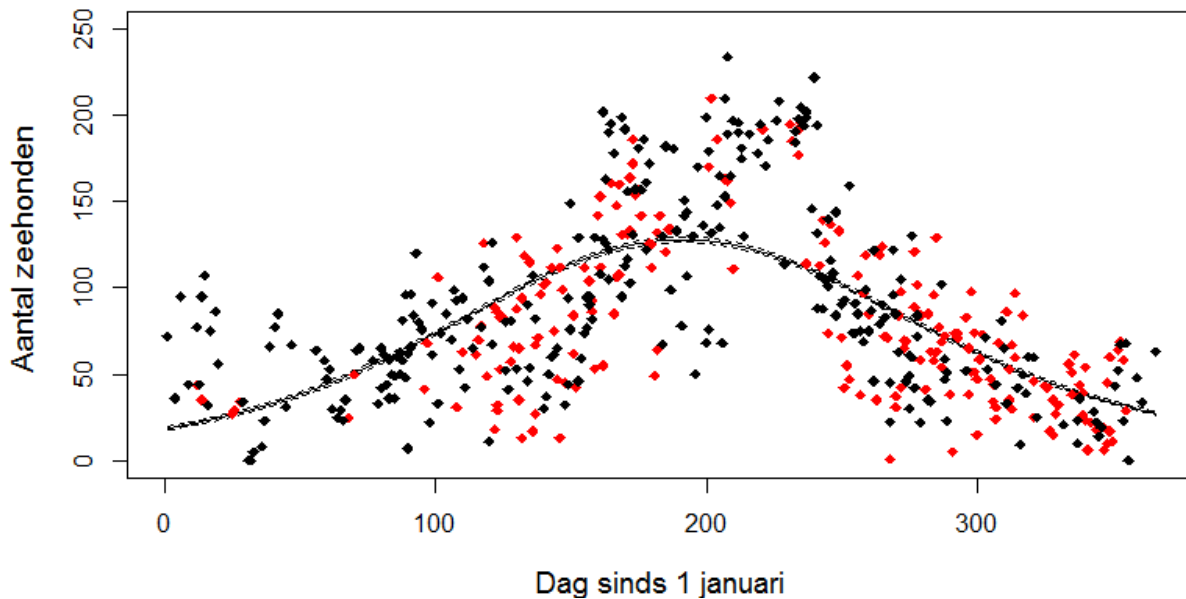


## Annex 2: Gedetailleerde analyse van de cameradata in relatie tot individuele bouwactiviteiten

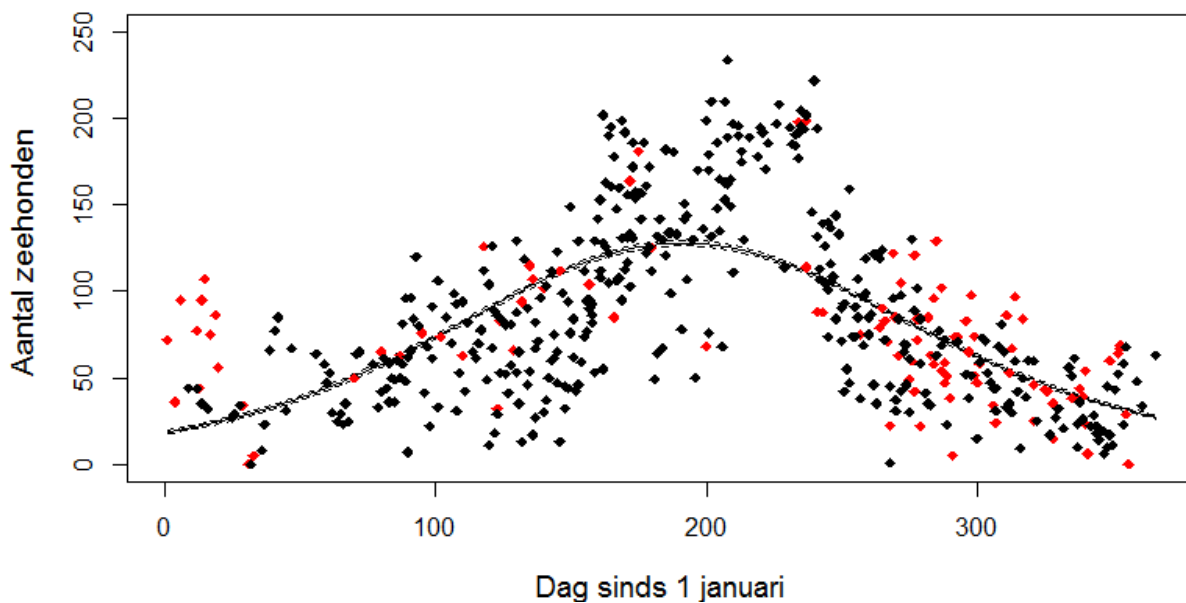
De effecten van de verschillende activiteiten op het aantal zeehonden op de ligplaats zijn in meer detail weergegeven in Figuren A2-1 tot en met A2-8. De tellingen zijn over het gemodelleerde seizoenspatroon geplot en laten de situatie met en zonder bouwactiviteiten zien. Wanneer een activiteit geen effect heeft op het aantal zeehonden op de ligplaats dan wordt verwacht dat de variatie rond de gemodelleerde seizoensstrend dezelfde is voor beide datasets (dagen met en zonder de betreffende activiteit). Wanneer een activiteit een effect heeft dan wordt verwacht dat er boven en onder de lijn meer datapunten zijn van dagen waarop de activiteit plaatsvond (rode punten) seizoenspatroon-lijn: boven de lijn wanneer een activiteit gepaard gaat met meer zeehonden op de ligplaatsen onder de lijn wanneer de activiteit leidt tot lagere aantallen zeehonden op de zandbank. Voor de voorspellingslijn van het model zijn de data van 2010 tot en met 2012 wederom samengevoegd om een grotere steekproef te krijgen (zoals voor de natuurlijke variabelen).



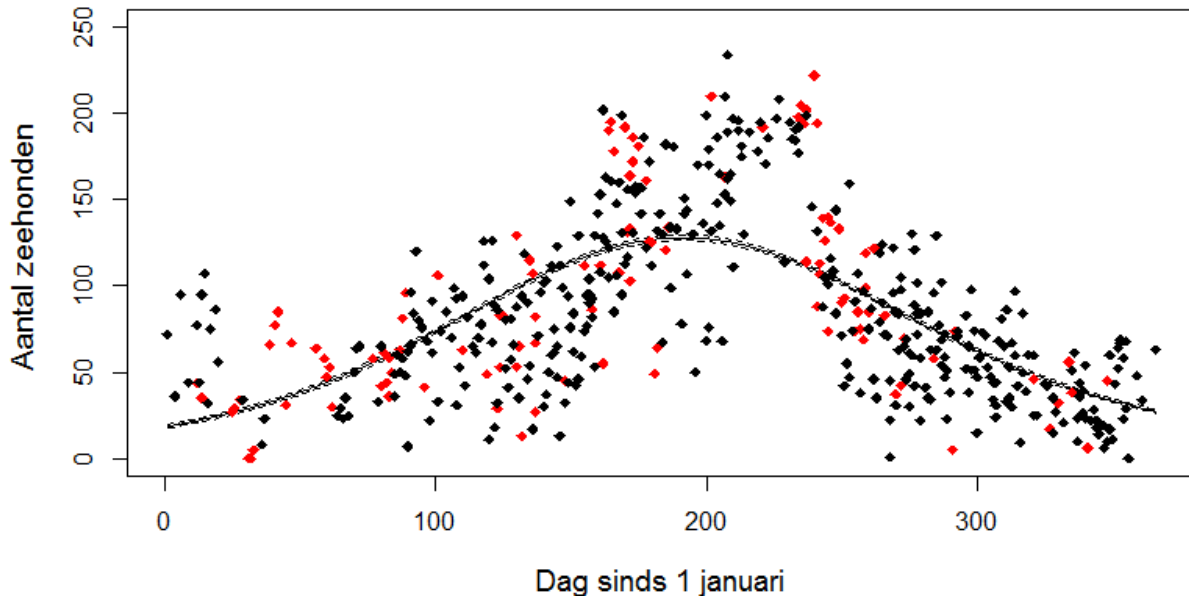
*Figuur A2-1. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door baggeren, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



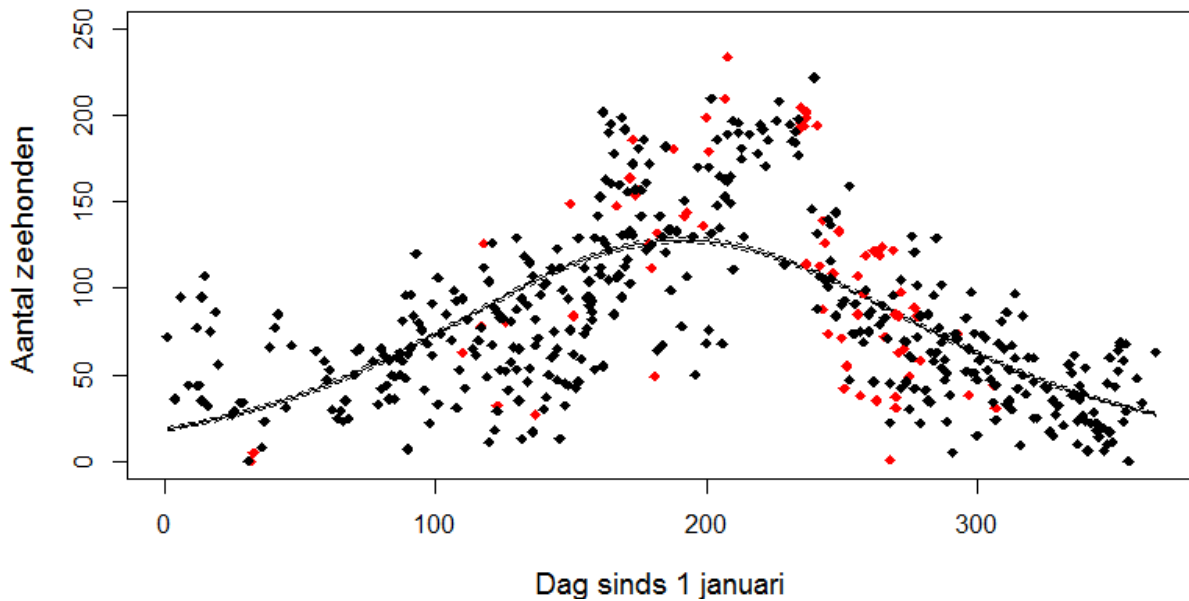
*Figuur A2-2. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door heien, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



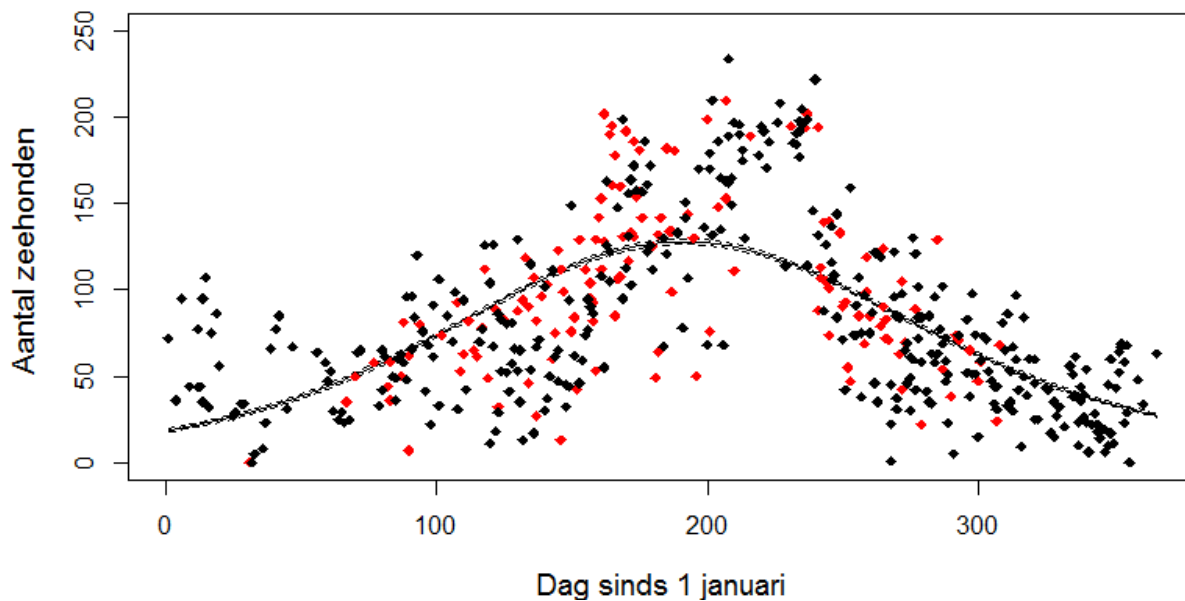
*Figuur A2-3. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door peils, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



*Figuur A2-4. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door damwanden trillen, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



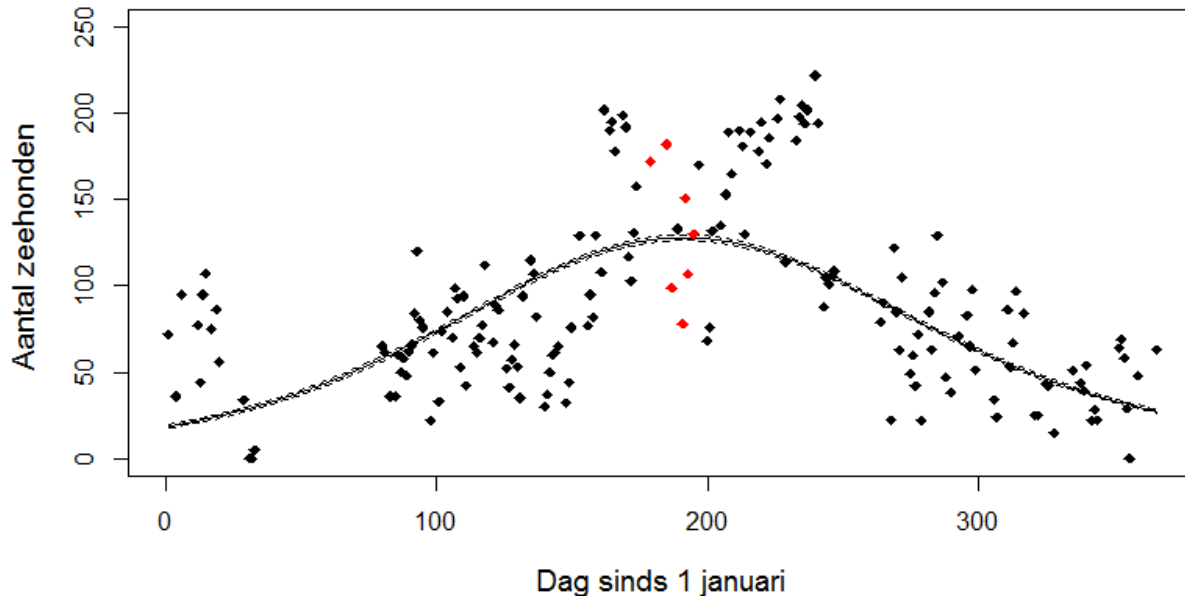
*Figuur A2-5. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door Trilblokbuispalen, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



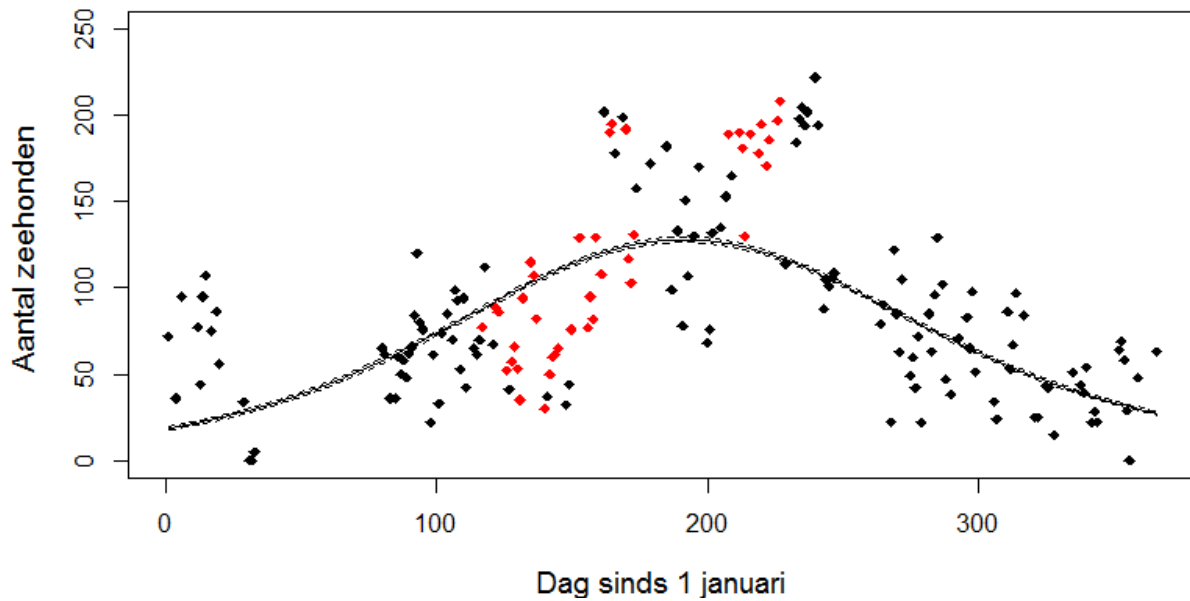
*Figuur A2-6. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door RIB's, gebaseerd op de data van 2010 tot en met 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober*

#### **Nieuwe Activiteiten in 2012**

Hieronder volgen de resultaten voor de bouwactiviteiten die in 2012 voor het eerst zijn uitgevoerd.



*Figuur A2-7. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door SchroevenPalen RWE, gebaseerd op de data van 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



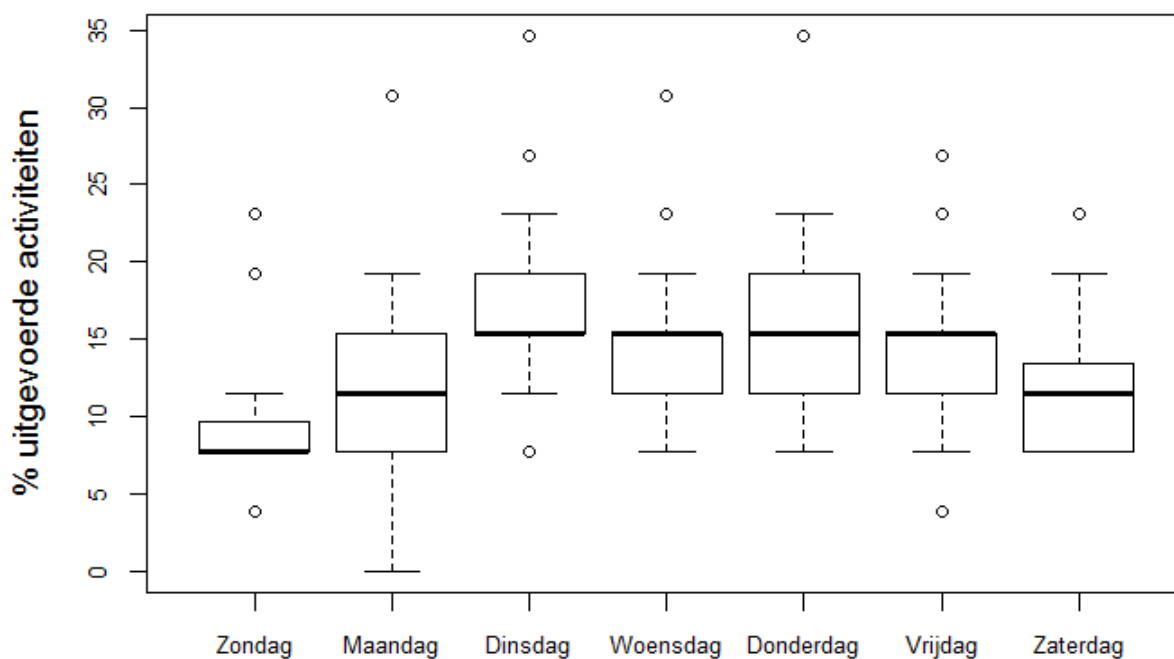
*Figuur A2-8. De relatie tussen het aantal zeehonden op de zandbank Hond en Paap en de relatieve verstoring door Steam blow NUON, gebaseerd op de data van 2012. De lijn geeft het gemiddelde verloop in het voorspelde aantal zeehonden weer met daaromheen (gestippelde lijn) de standaardfout. De punten geven het aantal zeehonden weer voor iedere dag. Rode stippen zijn dagen dat de activiteit plaatsvond en zwarte stippen zijn de dagen dat die activiteit niet plaatsvond. Dag 100 = 9 april; dag 200 = 18 juli; dag 300 = 26 oktober.*



## Annex 3: Verschillen in gevoeligheid voor bouwactiviteiten in de tijd

Het volgende gedeelte bevat de resultaten van twee soorten analyses die werden uitgevoerd om te testen of de gevoeligheid van de zeehonden in de loop van de tijd is veranderd. Dat wil zeggen: Reageren de zeehonden in 2012 in vergelijking met voorgaande jaren anders in bepaalde tijden van het jaar of op bepaalde dagen van de week?

In 2010/2011 was er een verschil in de intensiteit van de bouwactiviteiten tussen doordeweekse dagen en de weekenddagen. De mate waarin de dagelijkse bouwgerelateerde activiteiten (alle activiteiten in 2012) plaatsvinden varieert tussen week- en weekenddagen (zie figuur A3-1). Voor de resultaten per activiteit afzonderlijk zie de figuren A3-2 tot en met A3-6.



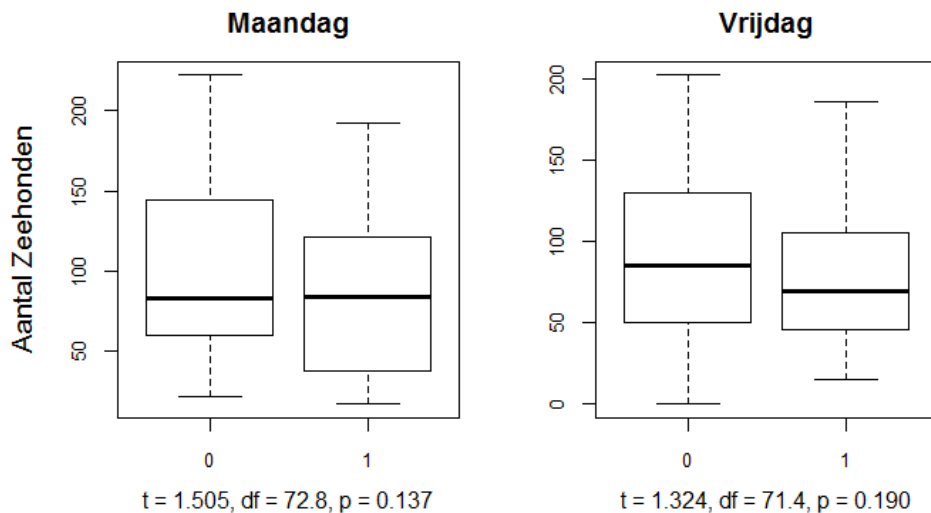
*Figuur A3-1. Boxplot toont het effect van de dag in de week (wekdagen en weekenddagen) op de mate waarin de verschillende activiteiten worden uitgevoerd. Elke box is een grafische weergave van een groep van numerieke gegevens via hun kwartielen (bovenste en onderste rand van de box). De vette zwarte lijn geeft de mediaan van de dataset. De lijnen die zich verticaal uitstrekken vanaf de vakken (snorharen) geven de variabiliteit buiten het bovenste en onderste kwartiel; uitschieters worden uitgezet als afzonderlijke punten.*

In tegenstelling tot de twee voorgaande jaren vonden de meeste bouwactiviteiten van dinsdag tot vrijdag (in 2010/2011: maandag tot donderdag) plaats. Er waren in 2012 ook meer bouwactiviteiten op zaterdag in vergelijking tot voorgaande jaren, terwijl er op zondag slechts een klein percentage aan dagen was waarop bouwactiviteiten plaatsvonden.

Dezelfde test voor de data uit 2010/2011 gaf geen significant verschil weer voor de aantallen zeehonden op de zandplaat (Een significant verschil is toen wel aangetroffen bij zandtransport, maar deze activiteit vond niet plaats in 2012).

Maar de ANOVA-test, die voor deze vergelijking is gebruikt, houdt geen rekening met alle andere bekende factoren, die mogelijk samenhangen met het effect van een bepaalde activiteit. Daarom moeten deze

resultaten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd wanneer de GAM-resultaten niet ook in de beschouwing worden betrokken. Vergeleken zijn alle maandagen waarop de onderzochte activiteit heeft plaatsgevonden, met de maandagen waarop dit niet het geval was. Hetzelfde is gedaan voor de vrijdagen. Vervolgens zijn de resultaten voor maandag en vrijdag voor de betreffende activiteit gepresenteerd<sup>13</sup>. De p-waarde geeft de significantie van de activiteit in het verklaren van het zeehondenaantal aan. Bij een p-waarde van respectievelijk 0.05 (significant, \*) en 0.025 (zeer significant, \*\*) of lager gebruiken de dieren de zandbank minder dan zonder de activiteit. Bij een p-waarde van 0.001 (\*\*\*) of lager is sprake van hoge significantie.

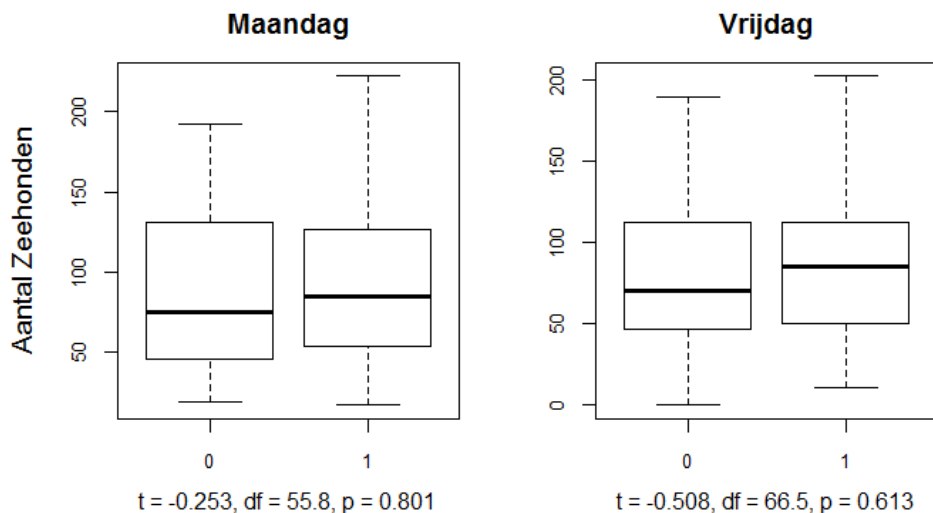


Figuur A3-2. Vergelijking van de verdeling van de geregistreeerde aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 op dagen met en zonder heien ten opzichte van de dag van de week. (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  = t-testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder heien is noch op maandag noch op vrijdag significant. Er is ook geen significant verschil gevonden tussen maandag en vrijdag in de reactie op deze activiteit (ANOVA,  $df=1, F = 0.047, p= 0.8282$ ).

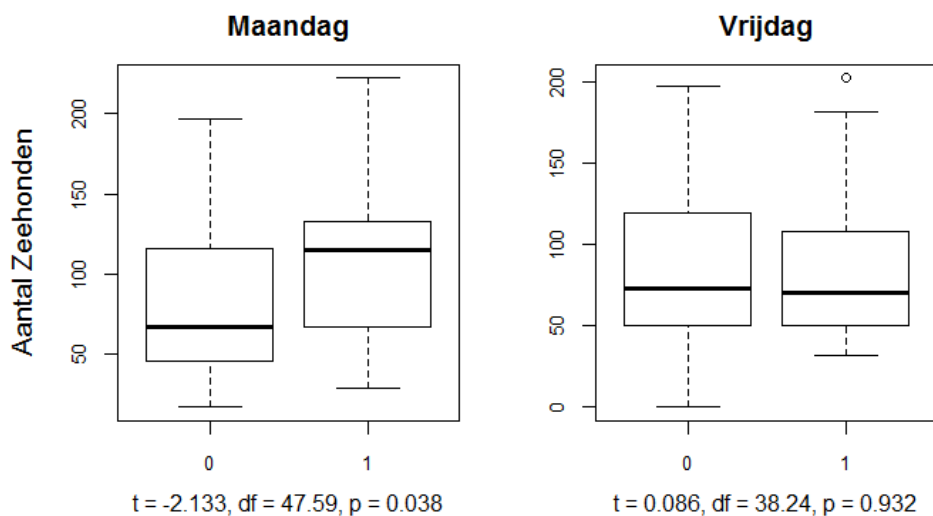
<sup>13</sup> Uit deze analyse zijn geen conclusies te trekken over de significantie van de correlatie van de bouwactiviteiten en de aantallen zeehonden op de zandbank; deze test is uitsluitend gericht op de vergelijking tussen de dagen met en zonder een bepaalde activiteit, hier zijn maandag en vrijdag gekozen. Het is geen test waarbij maandag met vrijdag wordt vergeleken.





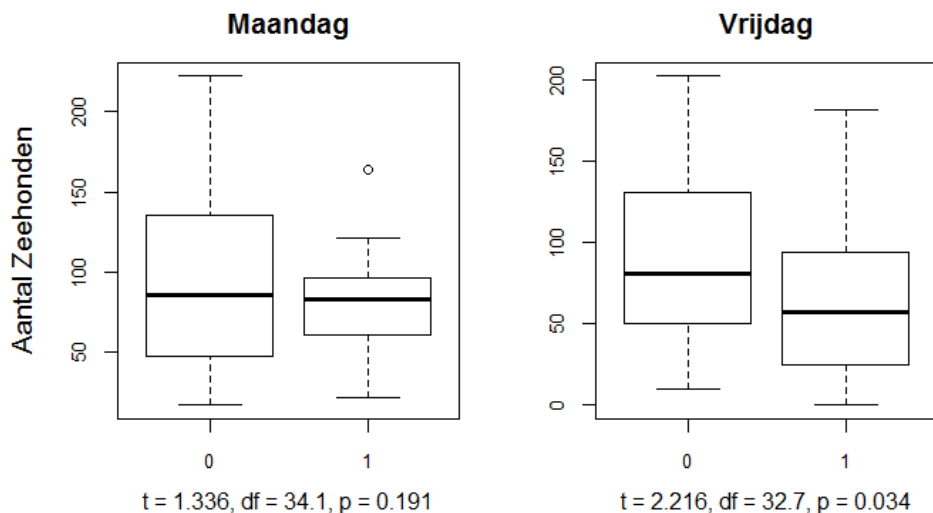
Figuur A3-3. Vergelijking van de verdeling van de geregistreeerde aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 op dagen met en zonder baggerwerkzaamheden ten opzichte van de dag van de week (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  = t-testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder baggerwerkzaamheden is noch op maandag noch op vrijdag significant. Er is ook geen significant verschil gevonden tussen maandag en vrijdag in de reactie op deze activiteit (ANOVA,  $df=1$ ,  $F = 0.004$ ,  $p = 0.949$ ).



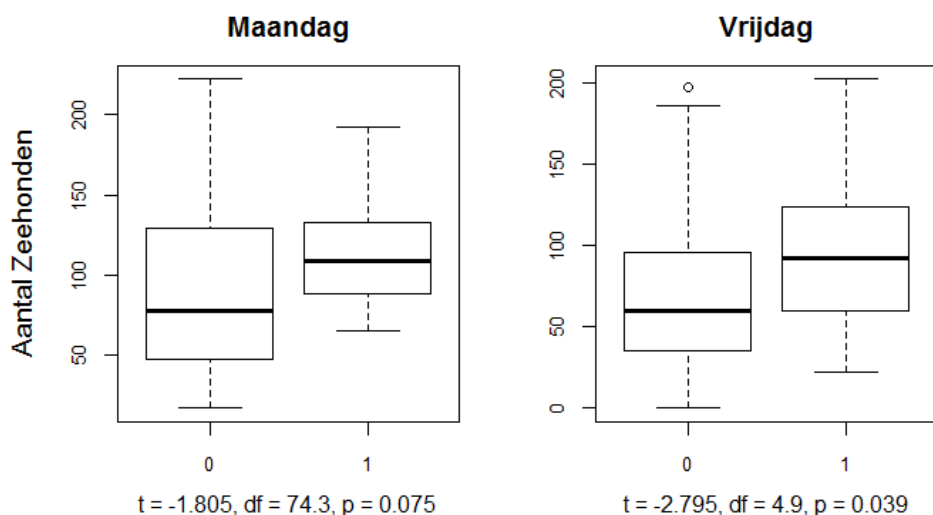
Figuur A3-4. Vergelijking van de verdeling van de geregistreeerde aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 op dagen met en zonder damwanden trillen ten opzichte van de dag van de week (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  = t-testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder damwanden trillen is op maandag significant, maar niet op vrijdag. Hoewel de gegevens wijzen op een verandering in gevoeligheid van de zeehonden op een dergelijke verstoring op maandag in vergelijking tot vrijdag, is er geen significant verschil gevonden tussen maandag en vrijdag (ANOVA,  $df=1$ ,  $F = 2.380$ ,  $p = 0.125$ ).



Figuur A3-5. Vergelijking van de verdeling van de geregistreeerde aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 op dagen met en zonder peilen ten opzichte van de dag van de week (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  = t-testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder peilen is op vrijdag significant, maar op maandag niet. Dit duidt op een verandering in de gevoeligheid van de zeehonden voor deze activiteit wanneer die wordt uitgevoerd aan het einde van een week. Echter, er is geen significant verschil gevonden tussen maandag en vrijdag (ANOVA,  $df=1$ ,  $F = 0.342$ ,  $p = 0.5598$ ).



Figuur A3-6. Vergelijking van de verdeling van de geregistreeerde aantallen zeehonden op de zandbank Hond en Paap in 2012 op dagen met en zonder RIB's ten opzichte van de dag van de week (0 = geen activiteit, 1 = activiteit,  $t$  = t-testresultaat,  $df$  = vrijheidsgraden,  $p$  = significantie).

Het verschil tussen dagen met en zonder RIB's is op maandag niet significant, maar op vrijdag wel, dit duidt op een verandering in de gevoeligheid van de zeehonden voor deze activiteit wanneer uitgevoerd aan het einde van een week. Er is geen significant verschil gevonden tussen maandag en vrijdag (ANOVA,  $df=1$ ,  $F = 0.037$ ,  $p = 0.847$ ).