
Memo: Gebruik van het Borndiep door zeehonden in relatie tot stroming

Een korte evaluatie op basis van beschikbare data

Auteur(s): Sophie Brasseur, Geert Aarts

Opdrachtgever: SeaCurrent Holding B.V.
T.a.v.: Maarten Berkhout
de Skeakels 13
9001 NM Grou

Publicatie datum: 01-11-2019

Deze Memo is het resultaat van een korte analyse van de bestande gegevens van gezenderde zeehonden in het borndiep

Wageningen Marine Research
Den Helder, november 2019

Wageningen Marine Research memo 1942583

Sophie Brasseur, Geert Aarts, 2019. Memo: Gebruik van het Borndiep door zeehonden in relatie tot stroming; Een korte evaluatie op basis van beschikbare data. Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research memo 1942583. 21 blz.

© 2019 Wageningen Marine Research

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

De Directie van Wageningen Marine Research 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-V15.1

Inhoud

1	Kennisvraag	4
1.1	Probleemstelling	4
1.2	Achtergrond	5
2	Methoden	8
2.1	Stappen	8
3	Resultaten	10
3.1	Zwemrichting, snelheid en stroming (vraag 1.)	10
3.2	Zwemrichting, snelheid en stroming én locatie (vraag 2.)	11
3.3	Zwemdiepte (vraag 3.)	13
4	Conclusie en discussie	16
4.1	Discussie	16
4.1.1	Zenderdata	16
4.1.2	Omgevingsdata	16
4.2	Conclusie	17
4.3	Aanbevelingen	17
	Literatuur	19
	Overzicht van beschikbare zenderdata voor het Borndiep	20

1 Kennisvraag

SeaQurrent is een onderwatervlieger aan het ontwikkelen, genaamd TidalKite. Het ontwerp van de TidalKite maakt deze geschikt voor elektriciteitsproductie uit stroming in de geulen tussen de Waddeneilanden. Een schaalmodel van de TidalKite wordt in 2018 en 2019 in de Waddenzee getest. Specifiek van interesse is het gebied in het Borndiep bij Ameland, waar toekomstige testen voorzien zijn. Hierbij wordt ook gekeken naar de ecologische effecten, in dit geval de mogelijke interacties met zeehonden die veelvuldig van het gebied gebruik maken.

Omdat nog niet duidelijk is in hoeverre er mogelijk overlap is tussen de vlieger en de bewegingen van de zeehonden en er relatief weinig bekend is over het (zwem)gedrag van zeehonden in relatie tot de stroming, is een korte analyse gedaan van de bestaande data.

Voorlopig zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

1. Zwemmen zeehonden vooral met de stroming mee of er tegenin?
2. Waar zwemmen ze in de stromingsgeul (midden of langs de platen) en hoe hangt dit af van de getij stroming?
3. Waar zwemmen ze in de waterkolom (aan het oppervlakte, of via de bodem)? en hoe hangt dit af van de stroming?

1.1 Probleemstelling

SeaQurrent is een onderwater vlieger aan het ontwikkelen, genaamd TidalKite. Deze wordt in 2018 en 2019 in de Waddenzee getest. Specifiek van interesse is het gebied in het Borndiep bij Ameland (Figuur 1). De hoge aantallen zeehonden in het gebied maakt dat het aan te nemen is dat zeehonden het testgebied bezoeken. Gezien de snelheid waarmee de vlieger door het water trekt is het niet uit te sluiten dat de dieren door de vlieger of de kabel geraakt worden. Zaak is om de meest recente kennis over het gebruik van het gebied door de zeehonden (data van 2007-2016 zie 0. Appendix) te beschrijven, analyseren en relateren aan de stroming, en zo mogelijk de kans op overlap tussen de zeehonden(gedrag) en de vlieger(activiteiten) beter in te kunnen schatten en eventuele mitigerende maatregelen voor te stellen.



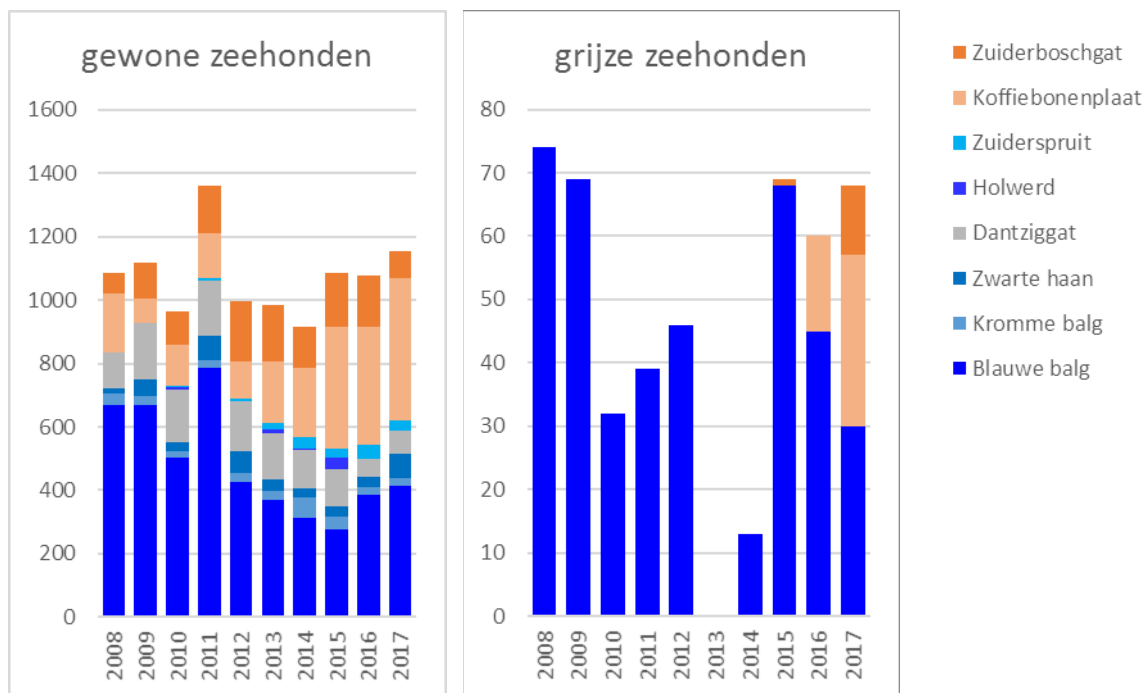
Figuur 1. Geplande testlocatie (<http://kaartapps.vandergraaf-it.nl/Navionics.html>)

1.2 Achtergrond

De onderwatervlieger converteert energie uit de getijdestroom. Zonder in groot detail te gaan, volgt een beschrijving van het apparaat voor zover dit relevant is voor het onderzoek. Er is voorzien twee TidalKites te gebruiken in het Borndiep, een schaalmodel en een TidalKite op volledige schaal. De vliegers bestaan uit 3 horizontale liggers (boven elkaar) als kader met daartussen 2 rijen vleugels. Het schaalmodel vormt een toestel van 4,0 bij 4,5 (hoogte) meter met 6 vleugels. De volledige unit zal ongeveer 7 meter (hoog) bij 12 meter worden. De vliegers worden met behulp van een kabel aan één punt (een bodemverankering) vastgehecht. Tijdens de getijdestroom zweeft de vlieger loodrecht op de stromingsrichting aan de strakgetrokken kabel. De snelheid van de vlieger wordt onder 6 m/s gehouden, 22km/u. Het totale systeem is ongeveer 90-100 m lang. Het gebied waarin de vlieger beweegt tijdens bedrijfsvoering is ongeveer 100 x 30m (gezien van boven). De vlieger zal de bovenste 2-3 meter van de waterkolom mijden, net als de onderste 1 meter, om verstoring van bodem(leven) en activiteit aan de oppervlakte te voorkomen. De diepte op de locatie is ongeveer 20 meter. De besturing waarbij de vlieger optimaal gebruik maakt van de stroming is volledig geautomatiseerd.

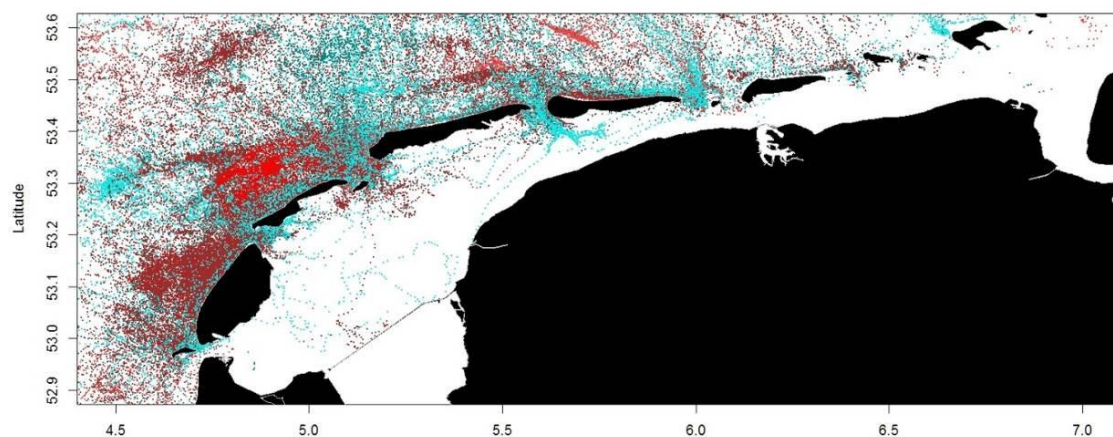
In het gebied komen vooral gewone zeehonden voor maar ook grijze zeehonden (Cremer *et al.* 2017). De ligplaatsen, waar de zeehonden worden gezien zijn verdeeld langs het stroomgebied van het Born Diep en het Zuiderboschgat (Figuur 2). Gezien de aantallen zeehonden (ongeveer 15% van de getelde gewone zeehonden populatie in Nederland van 7000 en ongeveer 1.5% van de getelde grijze nederlandse zeehondenpopulatie van 4000) die regelmatig vanuit de ligplaatsen naar bijvoorbeeld de Noordzee trekken is een bezoek aan het proefgebied zeer waarschijnlijk.



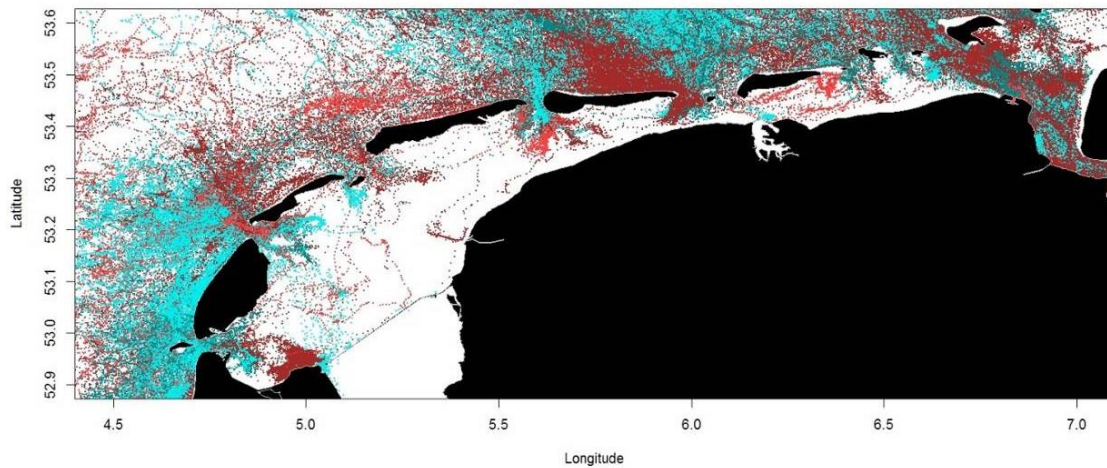


Figuur 2. Verspreiding van de ligplaatsen van zeehonden in het stroomgebied onder Ameland (boven). Verdeling van de aantallen geteld in de verschillende deelgebieden (onder). Aantallen in het blauw en grijs maken gebruik van het Borndiep om te foerageren. In oranje zijn de dieren die in het Zuiderboschgat geteld zijn. Merk echter op dat het gebruik van de ligplaatsen kan variëren en dieren vaak van plek wisselen.

WMR heeft in de loop van de jaren in het kader van verschillende projecten een groot aantal zeehonden gezenderd in verschillende gebieden in de Waddenzee en Delta (Figuur 3), echter niet speciaal voor dit doelgebied. De zenders zijn voorzien van een data logger die tijdens het duiken de diepte registreert en de GPS locatie van de dieren. Dit laatste wordt regelmatig (elke 10-15 min) gedaan als de zender zich bovenwater bevindt. Een aantal van deze gezenderde dieren hebben op enig moment het Borndiep bezocht¹.



¹ Zie bijlage: Overzicht van beschikbare zenderdata voor het Borndiep



Figuur 3. Overzicht van de beschikbaar zeehondendata. Boven grijze zeehonden beneden gewone zeehonden. Blauwe tinten geven vrouwtjes aan; rode mannetjes. Data van o.a.: (Kirkwood et al. 2015, Aarts et al. 2016, Brasseur & Kirkwood 2016)

Aan de hand van deze gegevens kan men een eerste inzicht krijgen in hoe de dieren het gebied gebruiken in relatie tot de bathymetrie en de stroming. De cruise zwemsnelheid van zeehonden ligt zo rond de 1.4 m/s, en ze kunnen zo'n 2 m/s halen over afstanden van enkele honderden meters. In het veld gemeten maximale sprint snelheid (b.v. bij het duiken naar de bodem) is max 3 m/s. (Aarts et al. 2015- unpublished). Waarschijnlijk kunnen ze daarom de vlieger noch de kabel ontwijken, als ze deze niet tijdig kunnen waarnemen.

2 Methoden

Data wordt geanalyseerd in statische programma R (R Development Core Team 2019). De basis gegevens bestaan uit:

- Zenderdata: in principe alle WUR GPS-zenderdata voor zeehonden die zich in het doel gebied bevonden, hieruit kunnen GPS locaties en individuele duiken worden gebruikt.
- Diepte kaarten (<http://www.emodnet-bathymetry.eu/> en Rijkswaterstaat)
- Data afkomstig van SeaCurrent over de gemodelleerde getijde en stroming in het doelgebied (Borndiep bij Ameland)²
-

Bronnen:

Waterhoogtes Rijkswaterstaat meetpunt NES <https://waterinfo.rws.nl/#!/nav/bulkdownload/huidige-selectie/> Merk op dat deze data gecorrigeerd is voor missende/dubbele meetwaarden

Stroomsnelheid Rijkswaterstaat model meetpunt WAD_031 <https://waterberichtgeving.rws.nl/water-en-weer/verwachtingen-water/waddenzee>

Tijdstippen hoog/laagwater (ter controle): <http://gezeiten-kalender.de:9099/calendar/year/2727.ics?y=2013&f=Webseite>
<https://waterberichtgeving.rws.nl/water-en-weer/metingen/waddenzee>

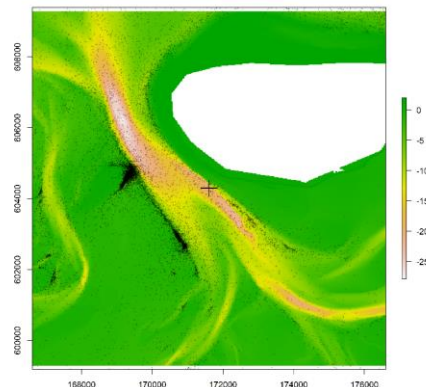
Diepte https://waterberichtgeving.rws.nl/include_files/dynamisch/geulen/waddenzee_geulen/borndiep/Westgat_Ameland/Kaarten/NNDW_2019-75270.pdf

2.1 Stappen

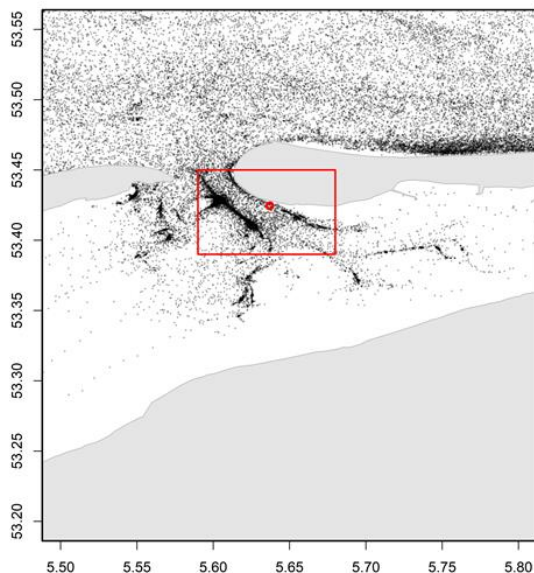
Hieronder worden de analyse stappen kort weergegeven

A. Inlezen en inspectie data

1. Alle data wordt omgezet in dezelfde coördinaten systeem (UTM 31N)
2. Alleen zeehondendata worden geselecteerd die in ieder geval eenmalig in het gebied voorkomen. Het te definiëren gebied ligt tussen 53.39° en 53.45° NB, en tussen 5.59° en 5.68° OL.
3. Zenderdata wordt samengevoegd in een dieptekaart (Figuur 4)

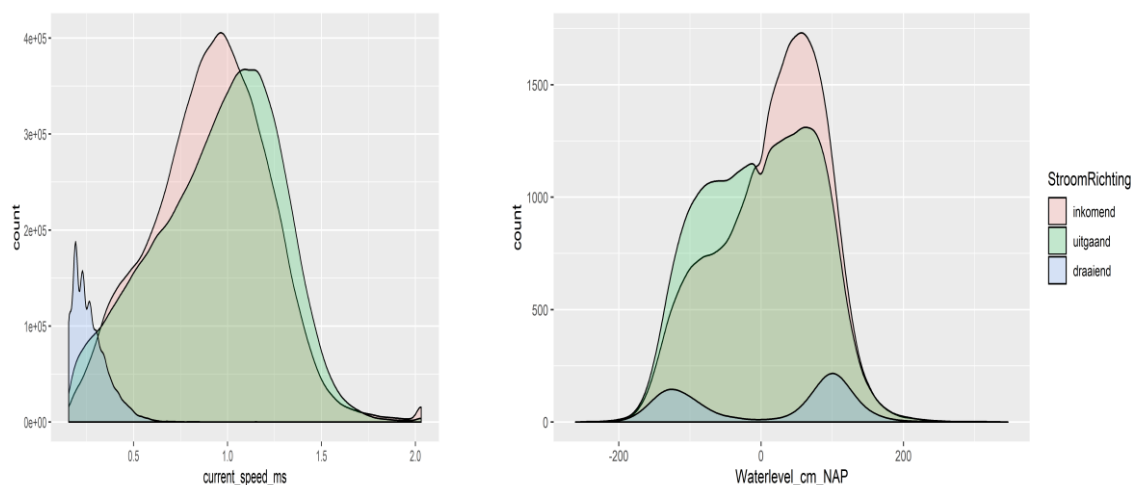


² Op basis van een analyse van een maancyclus van 10 minuten stroomsnelheden uit het rijkswaterstaatmodel heeft SeaCurrent inschattingen gemaakt voor de stroomsnelheid op basis van de in/uitstroom en het daaruit resulterende hoogteverschil. Afhankelijk van de waterhoogte leidt een bepaald verschil in waterstand (waardes genomen van bij Nes op Ameland) tot een in/uitstroom met een bepaalde snelheid. De resultaten van deze analyse leiden tot representatieve stroomsnelheden (afwijkiingsband is tot ongeveer +/- 20%).



Figuur 4. Selectie GPS locaties van zeehonden in het doelgebied

4. Inspectie van de stromingsdata aangeleverd door SeaCurrent: Hier wordt alleen onderscheid gemaakt tussen of inkomend (147°) of uitgaand (323°) tij of draaiend, met verschillende gemodelleerde stroomsnelheden. Figuur 5 geeft een frequentie verdeling van de beschikbare gegevens. Duidelijk is hieruit dat de gemiddelde stroomsnelheid zowel voor inkomend als uitgaand tij zo rond 1 m/s. Met uitgaand tij, ligt de gemiddelde stroomsnelheid net iets hoger. De maximale stroomsnelheid is zo'n 2 m/s.



Figuur 5. Verdeling van de stroomsnelheid en waterstand ten opzichte van de stroom richting gemodelleerd voor in het doelgebied

B. Analyse

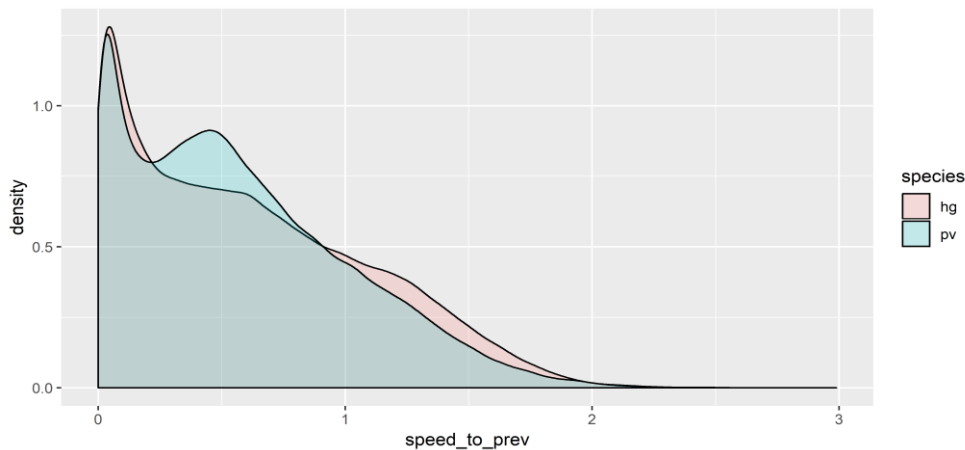
5. Bepaling van zwemsnelheden van zeehonden geschied op basis van GPS locaties, dit wordt vergeleken met stromingsdata (snelheid en richting).
6. Duikgegevens van de periodes dat de zeehonden binnen 1km van de voorgenomen plek van de TidalKite worden geselecteerd.
7. Om zeker te zijn dat die duiken bekeken worden die in het zoekgebied zijn, wordt alleen de duik direct vóór de gps-locatie geselecteerd. Locaties op land worden hier niet meegenomen.
8. Vervolgens wordt voor iedere duik berekend hoeveel tijd de zeehond besteed in de verschillende diepte 'klassen': aan het oppervlakte (ondieper dan 1.5m, tussen 1.5 en 5m, 5m-10m, 10-15m, en alles dieper dan 15 meter).

3 Resultaten

De resultaten vermeld in dit rapport betreffen een *korte* eerste analyse van de gegevens en zijn niet bedoeld als eindantwoord op de boven gestelde vragen, eerder om een beeld te geven van de mogelijke uitkomst.

3.1 Zwemrichting, snelheid en stroming (vraag 1.)

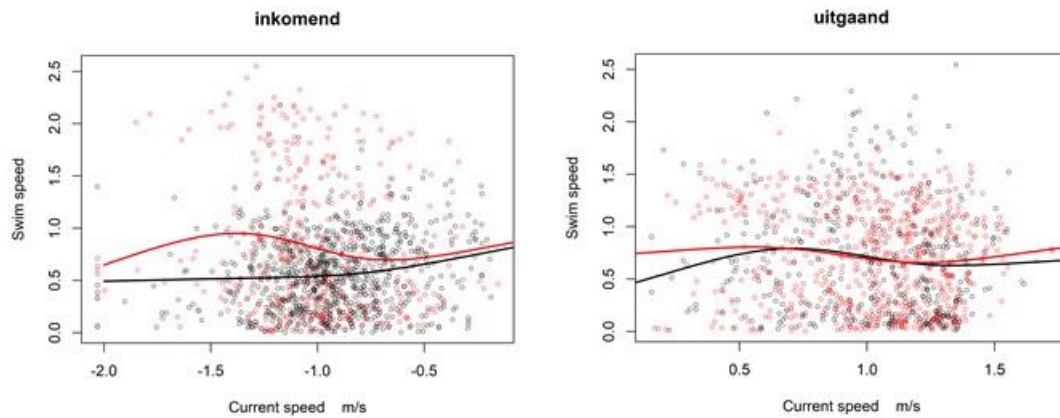
De horizontale snelheid van zeehonden wordt bepaald door de tijd en afstand tussen opvolgende GPS locaties van zenders op zeehonden aan elkaar te relateren³. De zeehonden, die binnen het gekozen onderzoeksgebied vielen, zwemmen tot ongeveer 2 m/s (7.2 km/u). Opvallend is dat hierin weinig verschil is tussen de grijze en gewone zeehonden (Figuur 6), al zwemmen grijze zeehonden die in het gebied gemeten werden, gemiddeld net iets harder (vooral tussen 1-2 m/s)



Figuur 6. Verdeling van de zwemsnelheid van de zeehonden (gewone zeehonden (pv); grijze zeehonden (hg)) gemeten in het doelgebied.

Figuur 7 laat zien met welke snelheid de dieren zich t.o.v. de bodem door het inkomend of uitgaand tij bewegen. De zeehonden zwemmen bij beide getijdestromingen zowel mee als tegen de geschatte stroomrichting. Vooral als ze met de stroming mee zwemmen lijken ze te profiteren van de stroming, waarbij ze dan wat vaker hogere snelheden (>1.5 m/s) kunnen halen.

³ De snelheid die zo bepaald wordt is een minimale snelheid, uitgaande van een rechte lijn tussen 2 positie waarnemingen van een individuele zeehond zoals uitgezonden door de zender. In werkelijkheid kan het zijn dat een zeehond geen rechte lijn gezwommen heeft en dus sneller gezwommen heeft.

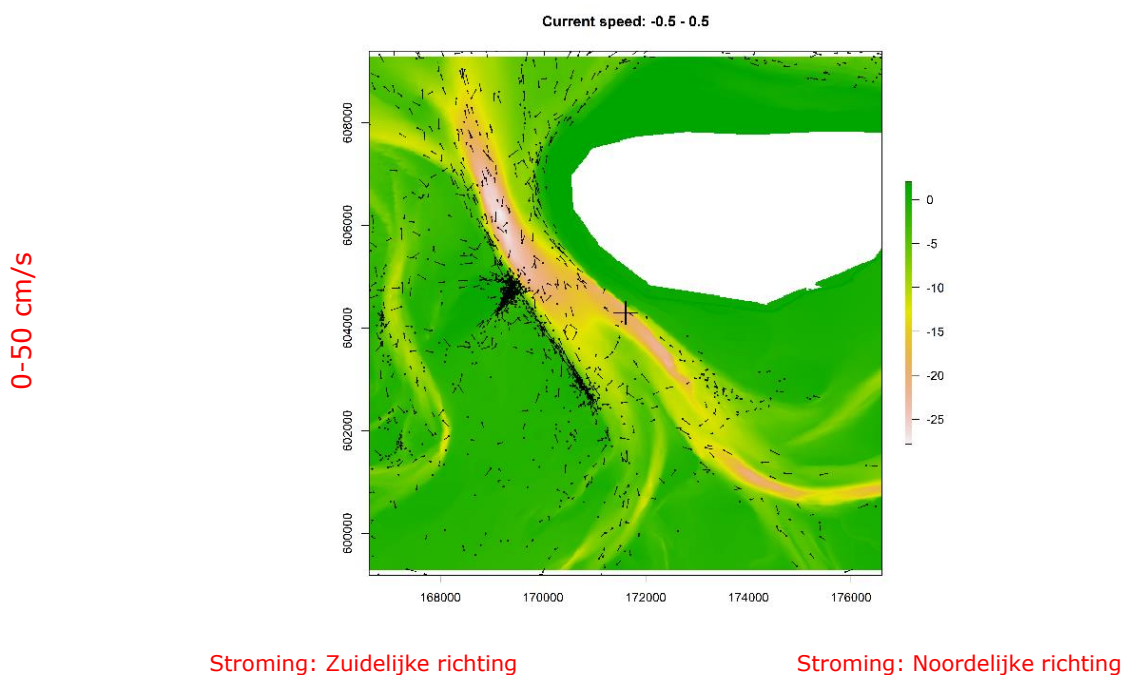


Figuur 7. Zwemsnelheid van de zeehonden ten opzichte van stroomsnelheden bij inkomend (147) en uitgaand (323) tij. Zeehonden die zuidwaarts zwemmen zijn in het rood aangegeven, noordwaarts in het zwart. Lijnen geven de gemiddelde snelheid bij de verschillende stromingen aan.

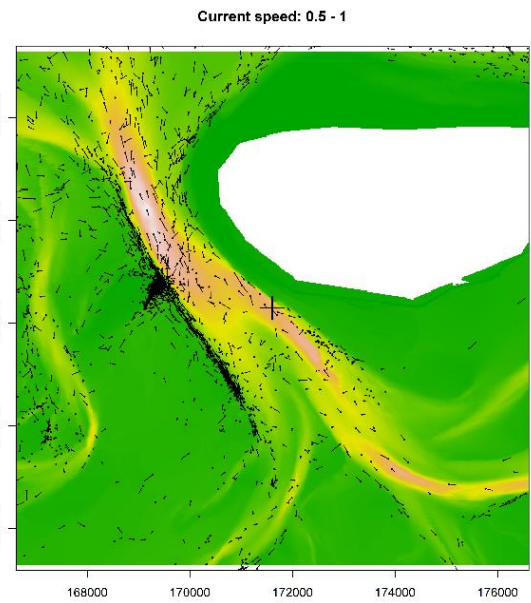
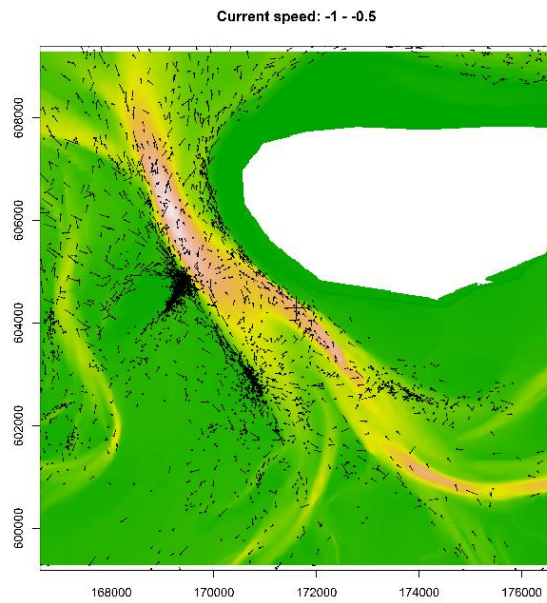
3.2 Zwemrichting, snelheid en stroming én locatie (vraag 2.)

Een ander beeld geeft het als dit ruimtelijk en in het getijde wordt weergegeven (Tabel 1). Hier zien we dat boven relatief diep water de dieren vooral met de stroom mee zwemmen terwijl ze, om tegen de stroom in te gaan, vaak de (ondiepere) geulranden opzoeken. Let wel, de verschillende stroomsnelheden komen niet even vaak voor: bijv. stroom snelheden van 1.0-1.5 m/s komen ~20 keer zo vaak voor als 1.5-2.1 m/s (zie ook Figuur 5). Het aantal waarnemingen van zeehonden dient in dit licht te worden gezien. Daarnaast is de grote ligplaats in het gebied, de Blauwe Balg, in de plaatjes goed zichtbaar tegenover de testlocatie, zeehonden verzamelen zich immers daar om op de kant te gaan.

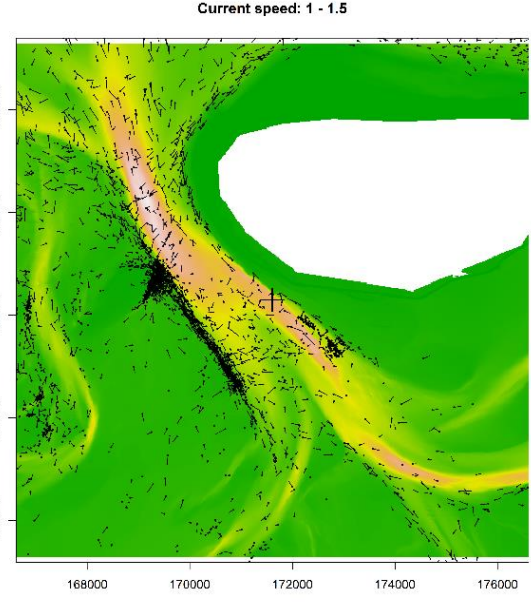
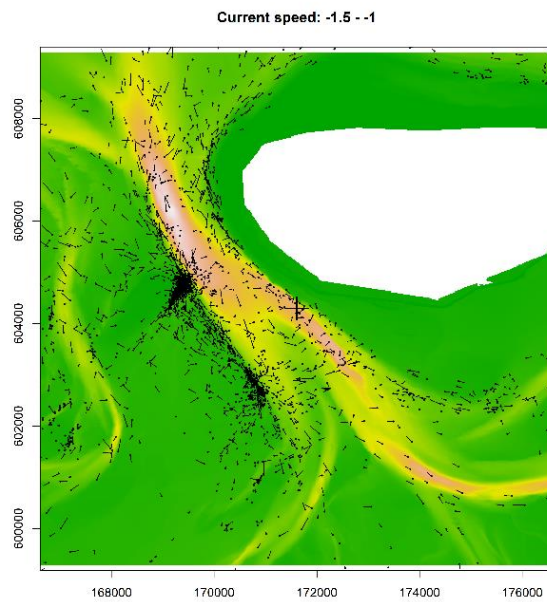
Tabel 1. Locatie en zwemrichting van de zeehonden bij gemodelleerde, inkomend (linker kolom) en uitgaand (rechter kolom) getijde. Bij elke GPS-locatie zijn de zeehonden voorgeteld als zwart puntje waarbij de "staartlengte" evenredig is met de snelheid van het dier. Met een kruis is de locatie van de TidalKite aangegeven.



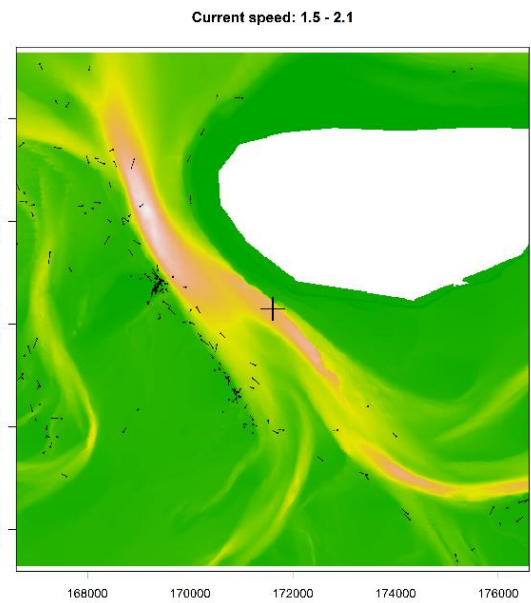
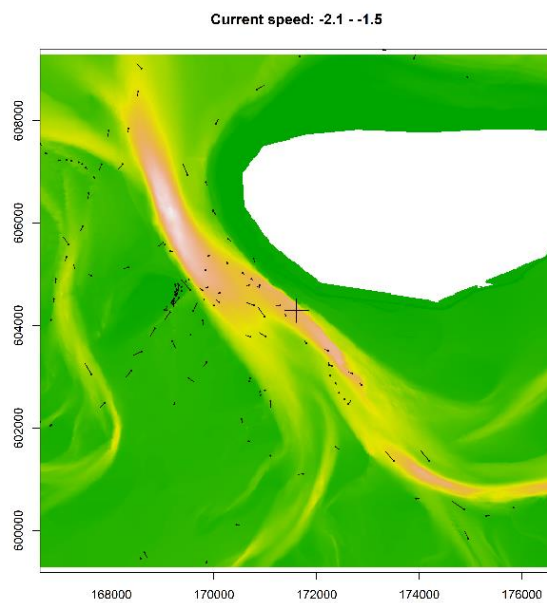
50-100 cm/s



100-150 cm/s



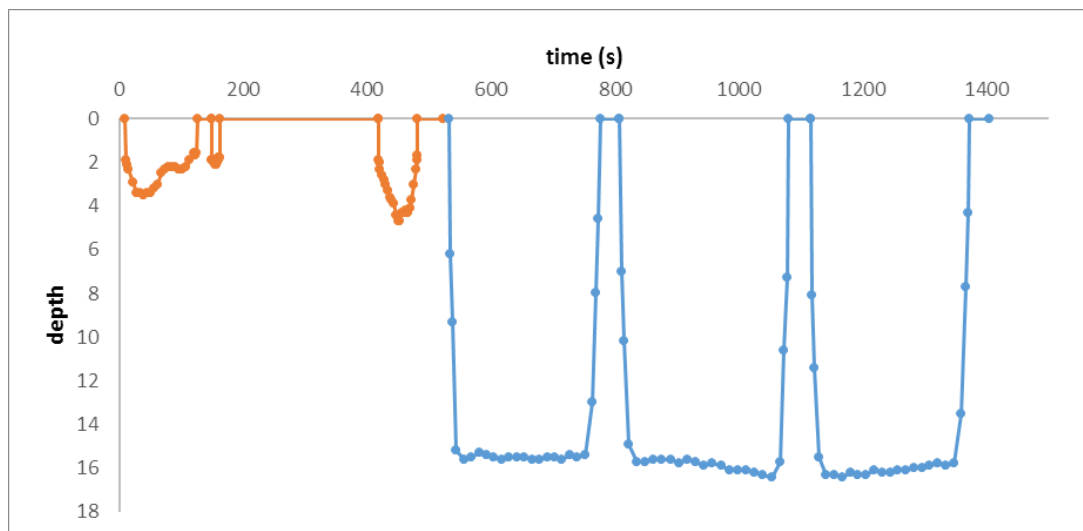
150-> cm/s



Samenvattend geeft dit het volgende beeld weer: de stroomsterkte en waterdiepte zijn mede bepalend voor de richting en snelheid van de dieren. Als ze tegen de stroming in bewegen, lijken ze vaak de randen van de geulen op te zoeken en trekken ze meer naar de diepere delen wanneer ze met de stroming mee gaan. De snelheid van de dieren is, zelfs met de stroom mee, zelden hoger dan 2 m/s.

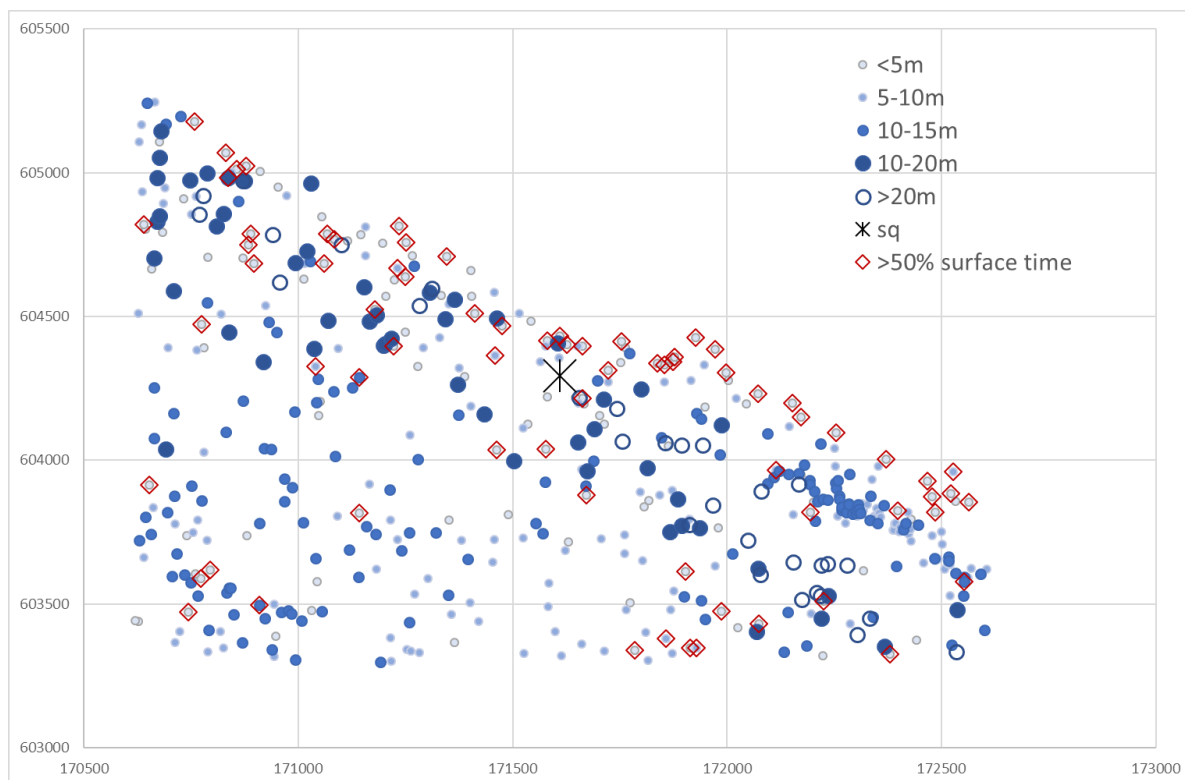
3.3 Zwemdiepte (vraag 3.)

Zwemrichting en snelheid blijkt afhankelijk te zijn van de individuele behoeften van het dier (bijvoorbeeld op weg naar de Noordzee, of naar een ligplaats of foeragerend) maar ook van de stroming en de locatie ten opzichte van de geul. De variatie in het gebruik van de diepte is hieraan gerelateerd. De zeehonden foerageren op de bodem, maar duiken ook vaak naar de bodem om te trekken van een plek naar de andere. Figuur 8 geeft een voorbeeld van 6 willekeurige duiken waarbij de duiken in het blauw kenmerkend zouden kunnen zijn voor foerageren (gericht naar de bodem). De oranje duiken (niet duidelijk foerageerduiken) zijn in dit geval ondieper maar onderscheiden zich ook omdat er minder tijd op de bodem wordt doorgebracht.



Figuur 8. Voorbeelden van duikprofielen van de gewone zeehond. In oranje ondiepe duiken, met weinig bodemtijd, in het blauw, veel bodemtijd.

Afhankelijk van het duikprofiel, wordt meer of minder tijd op verschillende dieptes doorgebracht. In de nabijheid van de TidalKite locatie, zien we dat de dieren meestal tot de bodem zwemmen (Figuur 9). Vooral langs de kant zien we dat dieren ook tijdens een aanzienlijk deel van de tijd veel aan de oppervlakte zitten. De duikdiepte komt goed overeen met de bathymetrie, hoewel er niet altijd naar de bodem gedoken wordt. Zoals verwacht kan worden wordt vooral in het ondiepe water veel tijd aan de oppervlakte doorgebracht.

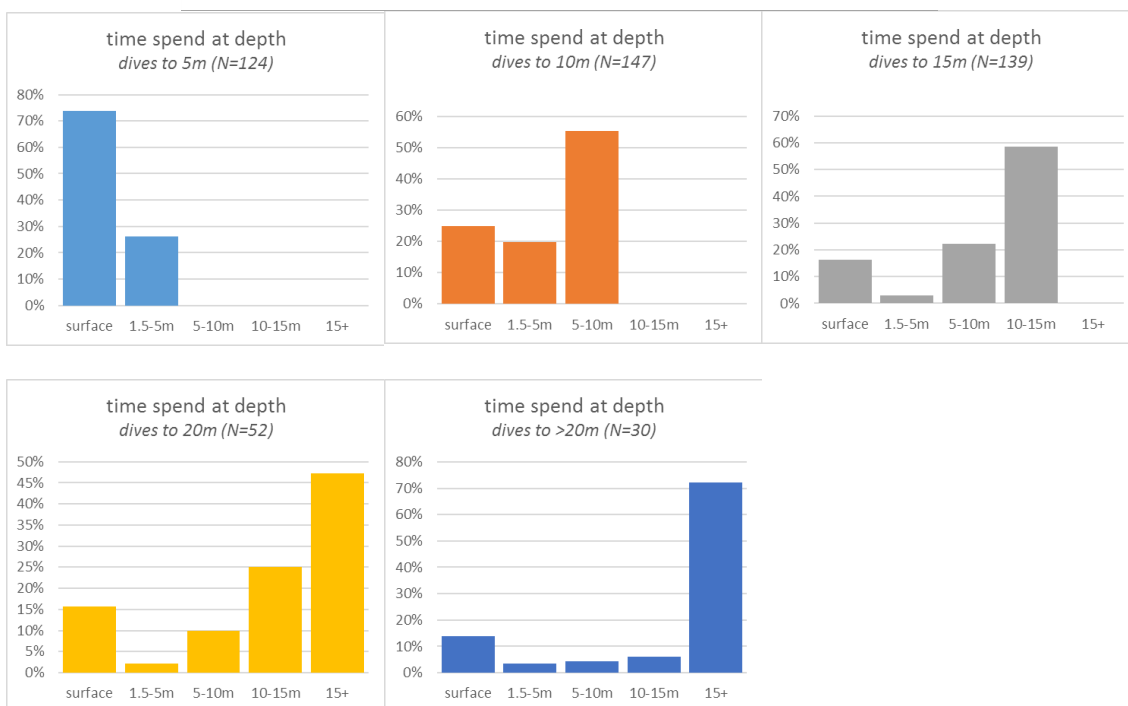
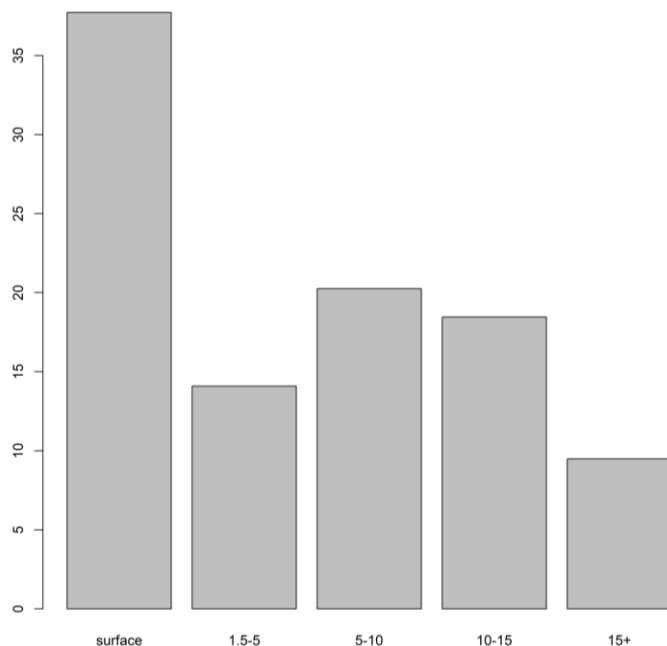


Figuur 9. Kaart van de verdeling van duikdieptes van de duiken geregistreerd in de buurt van de site van de TidalKite (aangegeven met asterisk "sq"). Duiken zijn verdeeld in diepte klasse. Duiken waarbij relatief veel tijd (>50%) aan de oppervlakte (tot 1,5m) wordt doorgebracht zijn bovendien aangegeven met een rode ruit.

Omgerekend naar percentage tijd op diepte, zien we dat voor alle duiken samen, dieren in dit gebied gemiddeld ~35% van hun tijd relatief ondiep zijn (tot 1,5 m), en enigszins afhankelijk van de totale duikdiepte, tussen 10% en 20% van de tijd op verschillende dieptes doorbrengen (Figuur 10).

Wanneer er echter onderscheid gemaakt wordt tussen duiken van verschillende diepten, zien we dat gemiddeld vooral bij ondiepe duiken, naar verhouding veel tijd wordt doorgebracht aan de oppervlakte. Vaak wordt bij diepere duiken >50% van de tijd op de maximale diepte doorgebracht.

gemiddelde verdeling van tijd op verschillende diepten (N= 492)



Figuur 10. Gemiddelde percentage tijd dat een zeehond op diepte doorbrengt (bovenste plaat). Bij de gekleurde platen eronder is ook uitgesplitst op basis van de maximale duikdieptes. In totaal werden er 492 duiken geselecteerd op basis van de locatie (waarnemingen binnen 1 km van de TidalKite)

4 Conclusie en discussie

4.1 Discussie

Deze korte studie geeft een eerste beeld van de wijze waarop zeehonden zich bewegen in het Borndiep ten opzichten van het getijde, waarbij vooral naar de TidalKite locatie wordt gekeken. Hiervoor is gebruik gemaakt van beschikbare zenderdata dat voor andere onderzoeken is verzameld en bestaande (soms gemodelleerde) diepte- en getijdegegevens.

4.1.1 Zenderdata

Er werd niet specifiek voor deze vraag gezenderd, en data is afkomstig van veelal toevallige aanwezigheid van dieren in dit gebied (zie appendix I). In totaal werden ruim 9000 locatie waarnemingen van zeehonden in het Borndiepg gebied geïdentificeerd: samen ~6 maanden, afkomstig van 55 individuen: 30 gewone zeehonden; 25 grijze zeehonden, gevolgd tussen 2007 en 2016. Gewone zeehonden werden vooral in de maanden april/mei en oktober/november in het gebied gezien, en grijze zeehonden vooral augustus-januari. Het gaat buiten de opdracht om seizoensvariatie te bepalen, maar gezien de fenologie van de dieren is het waarschijnlijk dat het gedrag varieert, m.n. de frequentie en duur van bezoek aan de gebieden in de Waddenzee. Dit zou de resultaten kunnen beïnvloeden.

De dieren die voor deze analyse gevolgd zijn, zijn wellicht niet representatief voor alle zeehonden in het Borndiep met name de dieren die de meer oostelijke ligplaatsen gebruiken, ontbreken. Dit is van belang aangezien deze dieren vooral van het Borndiep gebruik zullen maken op weg naar of terug van het foerageren op de Noordzee. Een specifieke zenderactie waarbij ook hier aandacht voor is zal een vollediger beeld geven van de situatie en mogelijke overlap.

4.1.2 Omgevingsdata

De getijdegegevens zijn gemodelleerd op basis van voorspelde gegevens. Werkelijke stroming kan hiervan afwijken, vooral daar waar bathymetrie de stroming beïnvloed. Diepte gegevens komen van metingen die 5 jaarlijks door RWS worden uitgevoerd; de Waddenzee en in het bijzonder de platen van de Waddenzee zijn aan verandering onderhevig als gevolg van stormen e.d. hiermee is in deze studie geen rekening gehouden.

De resultaten geven een eerste gevoel voor mogelijk gedrag van de zeehonden in relatie tot diepte en getijde. Er is geen rekening gehouden met context: zijn zeehonden aan het foerageren, trekken etc., terwijl juist dit bepalend zou kunnen zijn voor de waarnemingen die gedaan worden. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld dag-nacht ritme.

Zo is het ook moeilijk exact te bepalen hoe de zeehonden ten opzichte van het getijde zwemmen. De zwemsnelheid is bepaald ten opzicht van de GPS-coördinaten en dus t.o.v. de bodem niet de stroming. Mogelijk kan de effectieve zwemsnelheid in enkele gevallen ten opzicht van de waterstroming afwijken.

Door de keuze om een eerste blik op de data te werpen i.p.v. een verdiepend onderzoek te doen, is geen onderzoek gedaan in de mogelijke interactie tussen duikdiepte verdeling, waar ze zitten in de geul, en of ze met de stroming meegaan of tegen de stroom inzwemmen. De kaarten en figuren laten zien dat zulke interacties mogelijk zijn en het begrijpen ervan wellicht zou kunnen helpen wanneer er op het gedrag van de dieren geanticipeerd moet worden bij de planning van de TidalKite. Bestaande zenderdata (Figuur 3) kan gebruikt worden om deze interactie ook in andere gebieden te onderzoeken.

4.2 Conclusie

1. Zwemmen zeehonden vooral met de stroming mee of er tegenin?

Zeehonden zwemmen zowel tegen als met de stroom mee. Gemiddeld zwemmen zeehonden iets vaker tegen de stroom in (Figuur 7 en Tabel 1). Zeehonden maken gebruik van drooggevalen platen om op te rusten. Zowel het bereiken van de platen vanuit de Noordzee bij afgaand tij, als het verlaten van overspoelende platen bij opkomend tij vereist van de dieren dat ze tegen de stroming in zwemmen. Het is niet direct uit de data op te maken of de dieren dit actief mijden en juist de Waddenzee verlaten wanneer het afgaand tij is, en de Waddenzee in komen specifiek als het opkomend tij is om daarmee energie te besparen. Beide komen voor, bij het volgen van het getijde kan een hogere snelheid bereikt worden.

2. Waar zwemmen ze in de stromingsgeul (midden of langs de platen) en hoe hangt dit af van de getij stroming?

Er is veel variatie, maar gemiddeld lijkt het erop dat de zeehonden zo efficiënt mogelijk gebruik maken van de stroming. Dat betekent dat bij stroming tegen, ze vooral de randen opzoeken, waar de tegenstroming naar verwachting lager is. Hebben ze stroming mee, dan zitten ze vaak ook in de vaargeul. De werkelijke stroming zou op verschillende plekken gemeten moeten worden om dit te bevestigen.

3. Waar zwemmen ze in de waterkolom (aan het oppervlakte, of via de bodem)? en hoe hangt dit af van de stroming?

Ingezoomd op het gebied waar de TidalKite wordt geplaatst, zitten de zeehonden gemiddeld ~37% aan het oppervlakte, ondieper dan 1.5m. Wanneer echter er met meer detail naar wordt gekeken blijkt dat in dit specifieke gebied vooral bij ondiepe duiken (tot 5 m) de dieren relatief veel tijd aan de oppervlakte doorbrengen. Bij de meeste (maar niet alle!!) diepere duiken, besteden de zeehonden >50 % van hun tijd op diepte nabij de bodem.

4.3 Aanbevelingen

Deze memo geeft een eerste beeld van hoe zeehonden zich kunnen bewegen in het borndiepg gebied. Aan de hand van deze gegevens is het niet mogelijk uit te sluiten dat zeehonden zich zullen bevinden binnen (gevaarlijk) bereik van het TidalKite gebied. Met name de hoge aantallen zeehonden in het gebied speelt hierbij een belangrijke rol.

Aanvullend onderzoek waarbij ook gekeken wordt naar vergelijkbare gebieden, en waarbij ook meer inzicht is in het gedetailleerde stromingspatroon kan meer inzicht geven in hoe de dieren gebruikmaken van de omstandigheden om zich te verplaatsen. Hierbij kan ook gefocust worden op seizoensgedrag en duikgedrag, ook in relatie tot elkaar.

Eventueel zou meer gedetailleerde informatie over het gedrag van zeehonden op specifieke plekken kunnen worden verzameld door gebruik te maken van sonar, of aangepaste zenders waarmee in detail de bewegingen van het dier t.o.v. stroming, bodem en obstakels gevolgd kunnen worden (Hastie *et al.* 2019, Hastie *et al.* 2014).

Het is zenderen van zeehonden om conclusies over gedragseffecten van zeehonden in relatie tot de TidalKite te bepalen is lastig. Er is immers geen garantie dat individuen in dit gebied actief blijven en effectief zenderen is dus moeilijk.

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Literatuur

- Aarts, G., S. Brasseur, E. Winter and R. Kirkwood. 2015- unpublished. Persistent maximum swim speed of harbour porpoise, harbour seal and grey seal.
- Aarts, G., J. Cremer, R. Kirkwood, J. T. Van Der Wal, J. Matthiopoulos and S. Brasseur. 2016. Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. Wageningen Marine Research report pp.
- Brasseur, S. M. J. M. and R. J. Kirkwood. 2016. Seal monitoring and evaluation for the Gemini offshore windpark: T-construction - 2015 report. IMARES, C043/16. 52 pp.
- Cremer, J. S. M., S.M.J.M. Brasseur, A. Meijboom, J. Schop and J. P. Verdaat. 2017. Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WMR-rapport C095/17. 40 pp.
- Hastie, G. D., M. Bivins, A. Coram, J. Gordon, P. Jepp, J. Macaulay, C. Sparling and D. Gillespie. 2019. Three-dimensional movements of harbour seals in a tidally energetic channel: Application of a novel sonar tracking system. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29:564-575.
- Hastie, G. D., D. M. Gillespie, J. C. D. Gordon, J. D. J. Macaulay, B. J. McConnell and C. E. Sparling. 2014. Tracking Technologies for Quantifying Marine Mammal Interactions with Tidal Turbines: Pitfalls and Possibilities. Pages 127-139 *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions. Humanity and the Sea*. Springer Netherlands.
- Kirkwood, R. J., G. M. Aarts and S. M. J. M. Brasseur. 2015. Seal monitoring and evaluation for the Luchterduinen offshore wind farm: 2. T-construction - 2014 report. IMARES. 65 pp.
- R Development Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Appendix:

Overzicht van beschikbare zenderdata voor het Borndiep

Selectie van GPS locaties tussen 53.39° en 53.45° NB, en tussen 5.59° en 5.68° OL.

a. Afkomst van gezenderde zeehonden die in het borndiep werden waargenomen					
Soort	Aantal zeehonden in het zoekgebied	Vangstlocatie	Zender jaar	Totaal gezenderd	Gemiddelde tijd doorgebracht in zoekgebied (dagen)
Grijze zeehond	1	Blauwe Balg	2014	1	22.8
Grijze zeehond	7	Blauwe Balg	2015	9	6.47
Grijze zeehond	5	Blauwe Balg	2015	6	9.99
Grijze zeehond	7	Pinkegat	2013	10	3.01
Grijze zeehond	2	Texel	2007	8	17.75
Grijze zeehond	1	Texel	2014	10	2.13
Grijze zeehond	1	Texel	2015	6	1.36
Gewone zeehond	1	Delta	2014	10	1.76
Gewone zeehond	1	Eems	2009	21	0.11
Gewone zeehond	8	Eems	2009	24	4.63
Gewone zeehond	1	Eems	2010	24	2.75
Gewone zeehond	3	Eems	2010	24	1.54
Gewone zeehond	3	Eems	2011	24	1.96
Gewone zeehond	3	Eems	2011	24	2.84
Gewone zeehond	2	Pinkegat	2013	10	1.86
Gewone zeehond	1	Pinkegat	2014	10	7.16
Gewone zeehond	1	Texel	2007	6	15.88
Gewone zeehond	1	Texel	2013	10	17.9
Gewone zeehond	2	Texel	2014	13	5.93

b. Aantal waarnemingen in doelgebied per maand /jaar													
	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Totaal
Grijze zeehond	405	17		625	98	316	246	459	767	607	576	772	4888
2007					64	298	246	303	202	69			1182
2013									151	122	170	26	469
2014	27							59	52	94	84	1	317
2015	46			625	34	18		97	362	322	322	745	2571
2016	332	17											349
Gewone zeehond	102	34	67	441	1545	6	24		70	1208	578	158	4233
2007										683	28		711
2009			5							329	467	83	884
2010	54	34	15	47							21	72	243
2011	13		47	113					70	88	57	3	391
2012	35												35
2013				53	897					108	5		1063
2014				228	648	6	24						906
Totaal	507	51	67	1066	1643	322	270	459	837	1815	1154	930	9121

Wageningen Marine Research
T +31 (0)317 48 09 00
E imares@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitorsadress

- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Ambachtsweg 8A, 1785 AJ Den Helder
- Bevesierweg 4, Gebouw MML –
Schiereiland Fort Harssens,
1781 CA Den Helder
- Landsdiep 4, 1797 SZ 't Horntje, Texel



Wageningen Marine Research (Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies) is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

The Wageningen Marine Research vision

'To explore the potential of marine nature to improve the quality of life'

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen University & Research. Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of the DLO Foundation have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.