



**Vlaanderen**  
is wetenschap



# Foeragegedrag van scholeksters op de Westerschelde

Joost Vanoverbeke, Geert Spanoghe, Nico De Regge, Gunther Van Ryckegem

INSTITUUT  
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

**Auteurs:**

Joost Vanoverbeke, Geert Spanoghe, Nico De Regge, Gunther Van Ryckegem  
*Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*

**Reviewers:**

Bruno Ens (SOVON), Henk-Jan van der Kolk (NIOO), Luca van Duren (Deltares), Dick de Jong  
(gepensioneerd - ecologisch adviseur Rijkswaterstaat)

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

**Vestiging:**

Herman Teirlinckgebouw  
INBO Brussel  
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel  
[www.inbo.be](http://www.inbo.be)

**e-mail:**

[Gunther.vanryckegem@inbo.be](mailto:Gunther.vanryckegem@inbo.be)

**Wijze van citeren:**

Vanoverbeke J., Spanoghe G., De Regge N. & Van Ryckegem G.,(2020) Foerageergedrag van scholeksters op de Westerschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (23). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.  
DOI: [doi.org/10.21436/inbor.18345084](https://doi.org/10.21436/inbor.18345084)

**D/2020/3241/159**

**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (23)**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Foto cover:**

Vildaphoto - Yves Adams. Foeragerende scholekster.

**Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:**

Pilootproject uitgevoerd in opdracht van Deltares gekaderd binnen de Agenda voor de Toekomst 1 (looptijd 2014- 2018) (Vlaams Nederlandse Scheldec commissie - VNSC)  
Dit document geeft alleen de mening van de auteur weer. EASME is niet verantwoordelijk voor het al dan niet verkeerd gebruik van de weergegeven informatie.

FOERAGEERGEDRAG VAN SCHOLEKSTERS OP DE  
WESTERSCHELDE

**Joost Vanoverbeke, Geert Spanoghe, Nico De Regge, Gunther Van Ryckegem**

[doi.org/10.21436/inbor.18345084](https://doi.org/10.21436/inbor.18345084)

Pilootproject uitgevoerd in opdracht van Deltares gekaderd binnen de Agenda voor de Toekomst 1 (looptijd 2014- 2018) (Vlaams Nederlandse Scheldec Commissie - VNSC)



## Dankwoord/Voorwoord

Het tot stand komen van dit project was enkel mogelijk door de medewerking van Deltares als meedenker en opdrachtgever binnen het kader van de VNSC. Via hen werden ook de contacten gelegd met de andere partners, Sovon en NIOZ, die ervaring hadden met dergelijk onderzoek.

Bruno Ens en Kees Oosterbeek van Sovon leerden ons het gebruik van Uvabits en het effectief zenderen van de scholeksters aan. Henk-Jan Van der Kolk van het NIOO leerde ons de configuratie van de Uvabits-zenders aan. Hij maakte ons ook wegwijs in de analyse van de verworven data, in het bijzonder met de vertaalslag naar de te onderscheiden gedragscategorieën van de vogels. Lifewatch Belgium zorgde voor extra Uvabits-zenders, het benodigde uitlees-materiaal en een snel contact met de ontwikkelaar van de zenders en bijhorende software/data-verwerking, de Universiteit Amsterdam.

Bij het vangen, kleurringen en zenderen van de scholeksters werd ook medewerking verkregen van de aan het KBIN verbonden Ringgroep Durme waar INBO al jaren mee samenwerkt in het Linkerscheldeoevergebied. In de jaren voor dit project leerden de vele kleurring-aflezings van 'Vlaamse' scholeksters ons dat de vogels in de Westerschelde verblijven buiten het broedseizoen.

Voor het uitlezen van de data werden heel veel contacten gelegd en medewerking verkregen op en rond de Westerschelde: de havenmeester van Paal, Fred Schenk en collega's van het Zeeuwse landschap, het Havencentrum te Lillo, de Golf van Puyenbroeck Provinciaal Domein te Wachtebeke, KTN te Gent, Ronny, de conciërge van het polderhuis te Ouden Doel, de bewakers-ploeg van de Kerncentrale te Doel... . Bedankt voor de toegang en de medewerking.

Dank aan Bruno Ens, Henk-Jan van der Kolk, Luca van Duren en Dick de Jong voor de geleverde commentaar op een eerdere versie van de rapportage.



## Samenvatting

Deltares gaf binnen het kader van de VNSC aan het INBO en SOVON de opdracht het gebruik van de slikken van de Westerschelde door foeragerende scholeksters te onderzoeken.

Tijdens het broedseizoen van 2018 werden in het noorden van Oost-Vlaanderen 13 scholeksters voorzien van Uvabits-zenders (<http://www.uva-bits.nl/>). Tijdens de daarop volgende twee jaar werd getracht de data uit te lezen met vaste en mobiele uitlees-installaties. Slechts van vijf vogels kon voldoende data verzameld worden binnen de Schelde delta voor verdere analyse. Twee vogels werden dood gemeld, 3 konden ondanks verregaande inspanningen niet uitgelezen worden en van 3 vogels waren er geen vervolgwarnemingen, ook niet op of rond de broedplaats het volgende broedseizoen.

Van de vijf uitgelezen scholeksters in het interessegebied werd bruikbare data verzameld uit de Westerschelde (3), Oosterschelde (1) en de grens Westerschelde - Beneden-Zeeschelde (1). Eén van de vogels van de Westerschelde vloog door naar de Franse kust waar data werd verzameld bij de Somme- en de Seinemonding. Alle data zijn afkomstig van de zomerperiode. De uitgelezen data werden ingedeeld in gedragscategorieën op basis van accelerometer gegevens. Voor elke Scholekster werd een actieradius bepaald. Daarbinnen werd zijn aanwezigheid en zijn gedrag gelinkt aan de verschillende (litorale) ecotopen.

De scholeksters blijken voor twee derde tot drie kwart van hun tijd te rusten (onbeweeglijk waakgedrag, slapen of poetsen). Dit voornamelijk in de periode rond hoogwater op de hoogwatervluchtplaats (HVP) (supralitoraal, hard substraat of binnendijs). Het valt echter op dat ook in de uren rond laagwater nog vrij veel gerust wordt. Toch blijkt uit de data wel duidelijk het volgen van de getijcyclus, zowel overdag als 's nachts, met enkel foerageergedrag in de periode rond laag water. Tijdens het foerageren wordt het patroon bevestigd dat het hoogdynamisch litoraal wordt gemeden ten voordele van laagdynamisch litoraal in de Westerschelde (bij de vogel in de Oosterschelde was er geen hoogdynamisch litoraal aanwezig binnen de actieradius). Van de totale tijd besteed in het litoraal (dus niet in de HVP's) wordt in de Westerschelde gemiddeld 76% besteed in het laagdynamisch middenlitoraal terwijl dit gemiddeld slechts 48% van de litorale oppervlakte uitmaakt. Twee vogels met een beduidend aandeel aan laagdynamisch laaglitoraal ecotoop binnen hun actieradius, maken hier rond laagwater ook gebruik van. Enkel bij de meest oostelijke vogel in de Schelde lijkt het hoogdynamisch litoraal niet gemeden te worden rond laag water.

De scholeksters foerageren zowel 's nachts als overdag.- In de beperkte dataset zijn er wel een aantal verschillen tussen de vogels. Enerzijds blijkt de meest oostelijke vogel meer te foerageren overdag dan 's nachts, wat niet het geval is voor de meer westelijke vogels. Dit zou gelinkt kunnen zijn aan het dieet dat oostelijk mogelijks meer uit wormen bestaat bij gebrek aan schelpdieren. Wormen worden vooral op het zicht gevonden en dus eerder overdag. Anderzijds blijken er ook verschillen in het habitatgebruik tussen dag en nacht: twee scholeksters blijken 's nachts meer te foerageren op platen in de Westerschelde versus het slik aan de oever. Dit zou erop kunnen wijzen dat de vogels zich 's nachts veiliger voelen, tijdens het individueel foerageren, op de platen. Een andere vogel rust overdag regelmatig in binnendijkse gebieden, maar nooit 's nachts. De verklaring in het verschil in habitatgebruik tussen dag en nacht zou het mijden van grondpredatoren kunnen zijn. Wat bij foerageren leidt tot het meer gebruiken van de platen en wat bij het overtijden leidt tot het nachtelijk gebruik van een HVP in de oeverzone maar niet binnendijs. Ook een hoger percentage aan verplaatsingen over grote afstand bij de meer oostelijke vogels in de Westerschelde zou een indicatie kunnen zijn voor meer verstoring. Gezien de beperkte omvang van de dataset (aantal vogels) dienen de bevindingen omtrent verstoring echter met de nodige omzichtigheid te worden beoordeeld.

## English abstract

The Dutch association Deltares commissioned a study at INBO (B), Sovon (NI) and NIOO (NI) on the behaviour of Oystercatchers in the Westerschelde.

During the breeding season 2018 en 2019, 13 Pied Oystercatchers were equipped with Uvabits-transmitters in the region of East-Flanders (B) close to the Westerschelde (<http://www.uva-bits.nl/>). Five of these birds provided data for the Westerschelde (3), the border between Westerschelde - Beneden-Zeeschelde (1) and Oosterschelde (1). One bird only provided data from France, 3 birds were 'lost' and from 3 others the data could not be collected although considerable efforts were undertaken. All collected data fell between April and September. For each bird an action-radius was calculated and different types of behaviour could be detected based on differences in accelerometer values, the way it was previously done for birds on the Waddenzee by NIOO. Behaviour could then be compared between birds and related to known ecotopes in the defined action-radius.

The most common behaviour was resting: about two thirds to three quarters of the time. As expected, resting occurred mostly around high tide but it also occurred around low tide more than expected. All birds foraged around low tide (-3 to +3 hours), day and night. A clear preference for the Low dynamic mid litoral ecotope emerged during foraging for all but one bird (which showed no clear preference for low dynamic habitat). Two birds with Low dynamic low litoral area within their action-radius also showed a preference for this ecotope.

Day/night was not the driving factor for foraging-times. It resulted however in some minor behavioural differences. The most eastern bird, with available behavioural data, spent more time foraging in daylight in the Westerschelde than birds with their action-radius more west. As the expected diet in the east consists more of worms, in the absence of *bivalvia*, the higher foraging activity during daylight could be explained by the hunting by eyesight. In addition, the data revealed a difference in use of habitats between day and night: first, 2 birds preferred foraging on isolated mudflats in the river above mudflats along the shoreline during the night. This suggests the birds experience the isolated mudflats as safer during night time. Second, inland areas were more used at daytime than at night time. We think this might be explained by the presence of predators, like Red Fox, in the area. Foraging at night is safer 'in the river' while resting at high tide at night is safe enough along the shoreline but not inland. Also, the higher percentage of long-distance movements of the birds more east in the Schelde could be interpreted as an indication for a higher incidence of disturbance. Given the limited number of birds with available data, however, conclusions, especially with respect to disturbance, need to be regarded with caution.

## Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord .....	2
Samenvatting .....	3
English abstract .....	4
Lijst van figuren .....	7
Lijst van tabellen .....	8
1 Inleiding.....	9
1.1 Steltlopers in de Westerschelde .....	9
1.2 De scholekster: motivatie voor de keuze als studieobject.....	10
1.3 Doelstellingen.....	11
2 Materiaal en Methode .....	12
2.1 UvA-BiTS zenders .....	12
2.1.1 Aanbrengen van de zenders.....	12
2.1.2 Uitlezen van gegevens.....	12
2.1.3 Bepalen van gedrag.....	13
2.2 Dataselectie en verwijderen van outliers.....	14
2.3 Habitatkarakteristieken.....	15
2.3.1 Ecotopen .....	15
2.3.2 Actieradius.....	16
2.3.3 Tijdata.....	17
2.3.4 Efemeriden .....	17
2.3.5 Plaat of oever .....	17
2.4 Analyse .....	18
2.4.1 Tijdsbudgetten .....	18
2.4.2 Afgelegde afstand.....	18
2.4.3 Verkennende resultaten.....	19
3 Resultaten .....	20
3.1 Algemeen .....	20
3.2 Welke ecotopen worden het meest gefrequenteerd door de scholeksters, en is dit afhankelijk van het type gedrag? .....	21
3.3 Is er een effect van de getijcyclus op het gedrag en habitatgebruik van scholeksters? .....	26
3.4 Zijn er verschillen tussen dag en nacht in het gedrag en habitatgebruik van scholeksters?.....	27
3.5 Zijn er aanwijzingen voor verschillen in verplaatsingen met grote afgelegde afstand tussen scholeksters? .....	30



4	Discussie .....	33
5	Aanbevelingen.....	35
6	Referenties .....	39
7	Bijlage .....	41





## Lijst van figuren

Figuur 1-1: scholeksters en bonte strandlopers bij hoogwater op de HVP te 's Gravenpolder op 17 februari 2019.	10
Figuur 2-1: Het wijfje W*EAHX met zender 5670 werd op het nest gevangen en gezenderd op 25/05 op een droog spoorwegterrein langs de Hoogschoolweg in de Waaslandhaven. Hier liep ze op 31/05 met 2 pulli (een derde ei kwam niet uit) al 500 meter in de richting van een nat weidevogelgebied. Zij bleef tot minstens 31 maart 2019 op de Oosterschelde maar werd daarna éénmalig (17/05/2019) met partner gezien in de buurt van haar broedlocatie van 2018.	12
Figuur 2-2: Hoogwatervluchtplaatsen van steltlopers langsheen de Westerschelde (Meininger, 2001) gecontroleerd op aanwezige gezenderde scholeksters in de periode juli 2018 - februari 2019.	13
Figuur 3-1: Weergave van de ecotopen in Westerschelde en Oosterschelde en van de datapunten per scholekster. De semi-doorschijnende zones geven de activiteitszone voor elke scholekster weer.	20
Figuur 3-2: Proportie van de tijd gespendeerd per gedrag. (Merk op dat het aandeel vliegen niet noemenswaardig verhoogt indien de selectie op GPS gemeten snelheid wordt versoepeld; zie paragraaf 2.2)	21
Figuur 3-3: Relatieve tijdsbesteding per ecotoop voor elke scholekster.	23
Figuur 3-4: Relatieve aandeel van de verschillende litorale ecotopen in Oosterschelde en Westerschelde als geheel.	23
Figuur 3-5: Vergelijking tussen de relatieve tijdsbesteding per ecotoop en de voorhanden zijnde oppervlaktes binnen het actiegebied. Vergelijking enkel voor litorale ecotopen.	24
Figuur 3-6: Vergelijking tussen de relatieve tijdsbesteding per ecotoop en de voorhanden zijnde oppervlaktes binnen het actiegebied. Vergelijking enkel voor litorale ecotopen en voor de periode van 1 uur vóór tot 1 uur na laagwater.	24
Figuur 3-7: Relatieve tijdsbesteding binnen de verschillende ecotopen voor foerageren en rusten.	25
Figuur 3-8: Relatieve tijdsbesteding gedurende de getijcyclus voor foerageren en rusten.	26
Figuur 3-9: Relatieve tijdsbesteding binnen de verschillende ecotopen gedurende de getijcyclus.	27
Figuur 3-10: Relatieve tijdsbesteding per gedrag in functie van dag - nacht.	28
Figuur 3-11: Relatieve tijdsbesteding binnen de verschillende ecotopen in functie van dag - nacht.	29
Figuur 3-12: Relatieve tijdsbesteding op oever/dijk of plaat in functie van dag - nacht.	30
Figuur 3-13: Histogram van de afgelegde afstand per 5 à 10 minuten.	31
Figuur 3-14: Procentueel aandeel van grote verplaatsingen per getijcyclus gedurende de periode van 3 uur vóór tot 3 uur na laag water. De box geeft telkens het eerste kwartiel, de mediaan en het derde kwartiel weer. De vierkantjes (en getallen) geven het gemiddelde.	31
Figuur 3-15: Procentueel aandeel van grote verplaatsingen per getijcyclus berekend over de volledige getijcyclus. De box geeft telkens het eerste kwartiel, de mediaan en het derde kwartiel weer. De vierkantjes (en getallen) geven het gemiddelde.	32
Figuur 7-1: Overzicht van scholeksters (zenders) met data voor meer dan 5 dagen.	41
Figuur 7-2: Dichtheden van kokkels (aantal per m <sup>2</sup> ) in het litoraal in het voorjaar van 2018 (van Asch et al., 2018). <b>A</b> : Oosterschelde; <b>B</b> : Westerschelde.	42



## Lijst van tabellen

Tabel 2-1: Overzicht van de scholeksters waarvoor voldoende data werden verzameld binnen de Westerschelde of Oosterschelde. ID: benaming van de scholekster binnen dit rapport. * Periode met relevante gegevens binnen het interessegebied (Westerschelde & Oosterschelde). ** Maximaal toegelaten tijdsduur tussen twee opeenvolgende metingen voor het berekenen van tijdsbudgetten (zie 2.4.1)	15
Tabel 2-2: Gehanteerde vereenvoudiging van de ecotoop klassificatie.	16
Tabel 2-3: Gebruikte tijposten voor het berekenen van de tijd ten opzichte van laagwater.	17

# 1 INLEIDING

## 1.1 STELTLOPERS IN DE WESTERSCHELDE

De Westerschelde is van groot belang voor steltlopers en eenden. Zij werd als Speciale Beschermingszone aangeduid voor soorten zoals scholekster, wulp, drieteenstrandloper, bonte strandloper en tureluur. Een andere belangrijke soort is de bergeend waarvan ook grote rui-concentraties voorkomen<sup>1</sup>.

Slikken en schorren, zowel langs de oever als op platen zijn veruit de belangrijkste habitats die als rust en foerageerplaats de draagkracht van het systeem voor steltlopers bepalen. Kennis over het concrete gebruik van habitats in de Westerschelde door watervogels is dus essentieel voor een groot aantal doeleinden:

1. Voor het beheer van de natuurfunctie van de Westerschelde; b.v. welke gebieden zijn het belangrijkste voor deze vogels en verdienen dus de hoogste beschermingsgraad.
2. Voor de effect-inschatting van ingrepen en maatregelen die de slikken en platen direct of indirect beïnvloeden.
3. Bij de zoektocht naar eventuele ingrepen en maatregelen die de verbetering beogen van de ornithologische kwaliteit van bepaalde gebieden of van het estuarium als geheel.
4. Voor het in kaart brengen van verstoringsbronnen of verstoringsgevoelige locaties.

Er is echter onvoldoende data beschikbaar over de verspreiding van watervogels over de diverse litorale ecotopen in de Westerschelde. Deze informatie is nochtans cruciaal om habitatkenmerken te linken aan gebruik door vogels. Het uitvoeren van tellingen over de volledige getijcyclus is echter moeilijk uit te voeren en relatief duur in de Westerschelde. Daarbij komt dat de verspreiding van de steltlopers voortdurend verandert in de loop van het getij en er dus een aantal tellingen verspreid over een getijcyclus nodig zijn om een goed beeld te krijgen van het gebruik van de slikken. In dergelijke grote getijdengebieden worden daarom overwegend 'Hoogwatertellingen' uitgevoerd, op de zogenaamde HoogwaterVluchtPlaatsen (HVP's) waar de vogels bij hoog water samen komen en rusten. Dit soort tellingen is logistiek veel eenvoudiger en een stuk goedkoper maar geeft dus enkel informatie over de totale aantallen.

Bijkomende data over het gebruik van litorale habitats zijn dus nodig om de functie van de Westerschelde als watervogelgebied beter te begrijpen. Het huidige pilootproject betreft een eerste verkenning van de mogelijkheden van GPS-tracking data om te leren welke ecotopen het meest door steltlopers bezocht worden in de Westerschelde en bij uitbreiding ook de Oosterschelde. Het heeft als doel te onderzoeken welke habitatkenmerken van belang zijn voor een betekenisvol foerageergebied. De GPS-data kan potentieel ook informatie opleveren over mogelijke verstoringsbronnen. Deze informatie kan dan onderbouwen welke gebieden dienen behouden of verbeterd te worden. Dit project focust op de scholekster als indicatorsoort voor steltlopers in de Westerschelde.

---

1

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k122&opic=doelstelling>

## 1.2 DE SCHOLEKSTER: MOTIVATIE VOOR DE KEUZE ALS STUDIEOBJECT

De scholekster is één van de voornaamste doelsoorten in de Westerschelde. Het laatste decennium werd vastgesteld dat de aantallen van benthivore steltlopers, waaronder ook scholeksters, achteruit gaan in de Westerschelde (Arts *et al.*, 2018). Voor deze soorten geldt dan ook een belangrijke opgave in het begrijpen, behouden en eventueel verbeteren van hun foerageergebieden. Dit betekent dat er een goede kennis moet zijn over de specifieke kenmerken die de slikken en platen van de Westerschelde moeten hebben om te fungeren als optimaal foerageergebied. Hoewel de scholekster één van de best bestudeerde soorten is in de Westerschelde, zijn er toch nog belangrijke hiaten in de kennis omtrent habitatgebruik doorheen de getijdencyclus. Voorliggend onderzoek legt de focus op het gebruik van GPS dataloggers om de bewegingen en gedrag van de vogels te volgen.

De soort broedt onder andere in de Zeeuwse polders en in het Antwerps havengebied; de Westerschelde is vooral belangrijk als rui- en overlevingsgebied buiten het broedseizoen. Uit kleurringonderzoek (o.a. INBO ringonderzoek) weten we dat de meeste individuen die in de Antwerpse haven broeden langsheen de Westerschelde vertoeven buiten het broedseizoen. Dit gaat om een periode van minstens 7 maanden, grofweg van begin juli t.e.m. eind februari.



Figuur 1-1: scholeksters en bonte strandlopers bij hoogwater op de HVP te 's Gravenpolder op 17 februari 2019.

Uit kleurringonderzoek blijkt ook de hoge plaatstrouw van adulte vogels aan hun overwinterings- en broedgebied (Ens *et al.*, 1996, Oosterbeek *et al.* 2006, eigen data INBO). Op het nest is deze soort relatief gemakkelijk te vangen en te zenderen. Bij hoogtij gebruiken de scholeksters langs de Westerschelde enkele grote hoogwatervluchtplaatsen wat het (theoretisch) vrij eenvoudig maakt om met een mobiel afleesstation de gegevens meermaals

////////////////////////////////////

uit te lezen. Er is dus op deze manier een goede kans op het verzamelen van de gestockeerde gps informatie.

In 2016 startte SOVON het onderzoeksproject CHIRP (Cumulative Human Impact on biRd Populations) ([www.Sovon.nl/nl/chirp](http://www.Sovon.nl/nl/chirp); [www.chirpscholekster.nl](http://www.chirpscholekster.nl)). Dit onderzoeksproject focust op effecten van verstoring op de populatie ontwikkeling van de scholekster en maakt gebruik van geavanceerde GPS zenders (<http://www.uva-bits.nl/>), o.a. met een accelerometer die gedragsactiviteit kan registreren (b.v. foerageren, lopen, rusten, poetsen, vliegen; zie Shamoun-Baranes *et al.*, 2012). Ook in dit project worden dergelijke zenders ingezet.

Voorliggende kennisvragen in de Westerschelde en de onderzoeksvragen geformuleerd in CHIRP sluiten bij elkaar aan. In CHIRP ligt de nadruk op het meten van effecten van menselijke activiteiten op tijdbudget en overleving in de winter en de koppeling met broedsucces in de zomer om uiteindelijk de cumulatieve effecten op de populatie ontwikkeling te kunnen voorspellen. De vraagstelling in de Westerschelde focust vooral op het habitatgebruik buiten het broedseizoen. Welke gebieden, gekenmerkt door welke kenmerken, zijn het meest relevant.

### 1.3 DOELSTELLINGEN

Dit project is een pilootstudie waarbij we op basis van een beperkt aantal gezenderde vogels een inzicht wensen te verkrijgen van de potentie om aan de hand van de verkregen gegevens te achterhalen welke karakteristieken belangrijk zijn in de keuze van de foerageergebieden door scholeksters in de Westerschelde en bij uitbreiding de Oosterschelde. De verspreiding moet hierbij begrepen worden uit het verloop van het getij, de droogvalduur, de dynamiek en de wisselwerking tussen het voedsellandschap en het verstoringlandschap.

Meer specifiek:

- Welke ecotopen worden het meest gefrekwenteerd door de scholeksters? Meer bepaald, welke rol spelen voedselrijke (laagdynamische) tegenover voedselarme (hoogdynamische) ecotopen in het gebruik van intergetijdengebieden door de scholeksters?
- Wat is het effect van verstoring op het ruimtegebruik van de scholekster? Worden gebieden met een grotere kans op verstoring gemeden? Wanneer verstoring sterk verschilt tussen dag en nacht, dan zal het ruimtegebruik ook sterk verschillen tussen dag en nacht. Dit onderzoek takt aan bij ander lopend onderzoek waarbij een verstoringgevoeligheidskaart wordt ontwikkeld voor de Westerschelde (Wageningen Marine Research; Walles & Ysebaert, 2019).

Met de bekomen resultaten zal nieuwe informatie beschikbaar komen over specifieke habitatkeuzes. Deze kennis moet helpen – samen met het opstartend onderzoek rond de verstoringgevoeligheidskaart en het laagwatertellingenproject (Agenda voor de Toekomst, VNSC) – om concreet advies te formuleren voor de toekomst van de Westerschelde-natuur (inrichting, beheer, vergunningenbeleid, handhaving). Hierbij moet gestreefd worden naar uiteindelijk advies dat effectief is in herstel en behoud van functionele draagkracht van het intergetijden-systeem van de Westerschelde.



## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 UVA-BITS ZENDERS

#### 2.1.1 Aanbrengen van de zenders

Tussen 24 mei en 22 juni 2018 werden tussen de Gentse Kanaalzone en de Waaslandhaven 12 broedende scholeksters voorzien van een kleurring en een UvA-BiTS zender (Figuur 2-1). De eerste twee dagen van zenderen gebeurde onder begeleiding van ervaringsdeskundige Kees Oosterbeek, werkzaam bij SOVON. Daarna werden de zenders aangebracht door INBO in samenwerking met de aan het KBIN verbonden Ringwerkgroep Durme. In juni 2019 werd nog een dertiende vogel gezenderd.

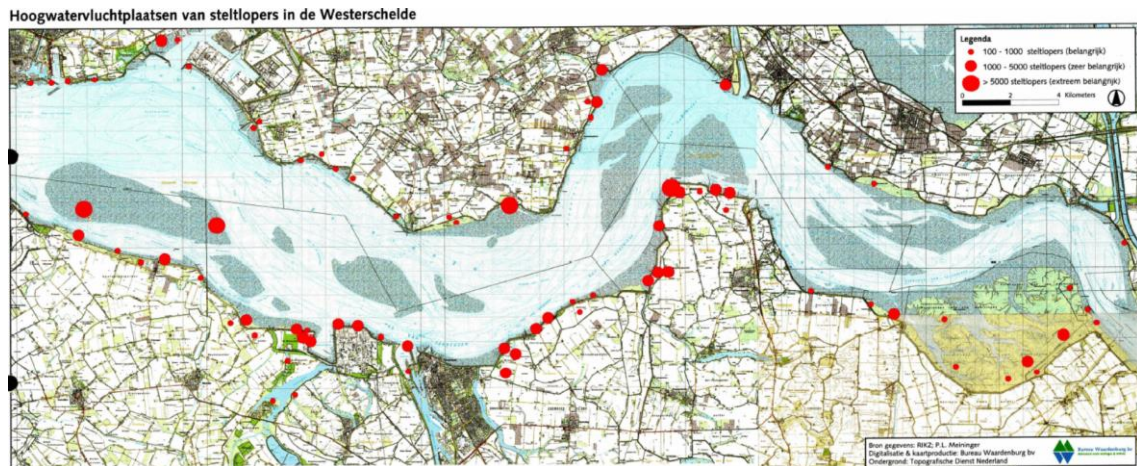


Figuur 2-1: Het wijfje W\*EAHX met zender 5670 werd op het nest gevangen en gezenderd op 25/05 op een droog spoorwegterrein langs de Hoogschoorweg in de Waaslandhaven. Hier liep ze op 31/05 met 2 pulli (een derde ei kwam niet uit) al 500 meter in de richting van een nat weidevogelgebied. Zij bleef tot minstens 31 maart 2019 op de Oosterschelde maar werd daarna éénmalig (17/05/2019) met partner gezien in de buurt van haar broedlocatie van 2018.

#### 2.1.2 Uitlezen van gegevens

Vanaf eind juli 2018 werd getracht gezenderde vogels uit te lezen op de Westerschelde. Dit zowel met mobiele stations als met permanente stations nabij een HVP ten westen van Paal, bij Baalhoek (aan de rand van het Verdrongen land van Saeftinghe), een opstelling op de Hooge Platen en ook te Doel. Met de mobiele stations werden de hoogwatervluchtplaatsen (Figuur 2-2) in de periode september tot februari verscheidene malen bezocht om gezenderde

vogels uit te lezen. Dit leverde nauwelijks data op. Wegens de aard van de zender en uitleesapparatuur bleek dat enkel met langdurig aanwezig blijvende opstellingen de data voldoende uitleesbaar waren. Twee vogels konden pas uitgelezen worden toen ze alweer in hun broedgebied op het nest zaten (april 2019). Ook hier was een langdurige opstelling nodig voor uitlezing. Zij, twee wijfjes, broedden wel succesvol na hun terugkomst met zender. Twee vogels werden dood gevonden door derden met recuperatie van de zenders die dan ook uitgelezen konden worden: één met enkel data uit Frankrijk, de andere met data uit de Oosterschelde.



Figuur 2-2: Hoogwatervluchtplaatsen van steltlopers langsheen de Westerschelde (Meininger, 2001) gecontroleerd op aanwezige gezenderde scholeksters in de periode juli 2018 - februari 2019.

### 2.1.3 Bepalen van gedrag

Naast GPS bepaling van locatie en snelheid werden ook bewegingsgegevens verzameld aan de hand van accelerometers. Deze accelerometers registreren beweging (versnelling) in drie dimensies en uit deze gegevens is het vervolgens mogelijk om het gedrag van de scholeksters op een gegeven tijdstip af te leiden (Shamoun-Baranes *et al.*, 2012). Het bepalen van gedrag gebeurde in samenwerking met Henk-Jan van der Kolk (NIOO), waarbij kalibratie van de gedragscategorieën gebeurde op basis van scholeksters in het estuarium van de Waddenzee. Volgende gedragingen werden hierbij onderscheiden: ‘foerageren’, ‘lopen’, ‘inactief’, ‘poetsen’ en ‘vliegen’. Aangezien ‘lopen’ buiten het broedseizoen hoofdzakelijk deel uitmaakt van het foerageergedrag, wordt ‘lopen’ in het verdere verloop samengevoegd onder de noemer ‘foerageren’. Ook ‘inactief’ (dit kan slapen of waakgedrag omvatten) en ‘poetsen’ werden samengenomen als ‘rusten’. Aangezien ‘vliegen’ slechts sporadisch voorkomt en geen deel uitmaakt van de interessesfeer van het huidige onderzoek, werd dit ook niet verder meegenomen. ‘Vliegen’ zou een indicatie van verstoring kunnen zijn maar dit is niet eenduidig af te leiden uit een opname van 1 seconde om de vijf à tien minuten. Mogelijks kan het wel gehaald worden uit een vergelijking van afgelegde afstand tegenover de tijdspanne tijdens een voorspelbaar gedrag. Een eerste aanzet tot dergelijke werkwijze wordt hier meegegeven.

## 2.2 DATASELECTIE EN VERWIJDEREN VAN OUTLIERS

Het interessegebied voor de huidige studie omvat de litorale en rustgebieden van de Westerschelde en de Oosterschelde. In totaal werden er gegevens uitgelezen voor 7 van de 13 gezenderde vogels. Deze gegevens vallen bijna uitsluitend binnen de periode april - oktober. Voor de wintermaanden november - maart zijn (quasi) geen gegevens voorhanden. Tijdens deze maanden blijkt er te weinig zonlicht voor een voldoende zenderspanning om meerdere opeenvolgende metingen te doen. Eén vogel (5742) werd dood teruggevonden in de Oosterschelde. De zender werd binnengebracht bij SOVON. Er is geen zekerheid omtrent plaats en datum van de vondst, laat staan de doodsoorzaak. De uitgelezen data bezit enkel punten op de Oosterschelde.

Voor 6 scholeksters werden gegevens uitgelezen voor meer dan 5 dagen. Hiervan zijn er 5 vogels waarvoor er voldoende gegevens zijn binnen het interessegebied en buiten het broedseizoen. Deze vijf scholekster worden in het verdere verloop van het rapport benoemd als 'SCH\_1' tot en met 'SCH\_5'. De zenders gelinkt aan deze vijf vogels zijn weergegeven in Tabel 2-1. De frequentie van data uitlezing voor deze vogels is als volgt:

- Voor SCH\_1 werden GPS en accelerometer gegevens weggeschreven om de 5 minuten tussen 5:00:00 uur en 19:00:00 uur en om de 10 minuten tussen 19:00:00 uur en 5:00:00 uur.
- Voor SCH\_2 werden tussen 19:00:00 uur en 5:00:00 uur slechts om de 30 minuten GPS gegevens verzameld en werden tijdens dezelfde periode geen accelerometer gegevens verzameld.
- Voor SCH\_3 werden om het uur GPS en accelerometer gegevens verzameld over de volledige 24 uren periode.
- Voor SCH\_4 werden over de volledige 24 uren periode GPS gegevens verzameld om de 5 minuten, maar werden geen accelerometer gegevens verzameld.
- Voor SCH\_5 werden tussen 7:00:00 uur en 19:00:00 uur GPS en accelerometer gegevens verzameld om de 5 minuten, en om de 10 minuten tussen 19:00:00 uur en 7:00:00 uur.

Om uitschieters in de data te vermijden werden enkel datapunten geselecteerd die voldeden aan de volgende criteria:

- Snelheid  $\leq 10$  m/s (= 36 km/u)
  - Dit is redelijk conservatief, maar de focus in deze studie ligt op foerageren en rusten waarbij de snelheden laag zijn. Merk op dat het aandeel punten gecatalogiseerd als 'vliegen' niet noemenswaardig verschilt wanneer deze limiet wordt opgetrokken naar bijvoorbeeld 20 m/s (= 72 km/u).
- Accuraatheid van de snelheidsbepaling  $\leq 5$  m/s
- Accuraatheid van de horizontale positiebepaling  $\leq 25$  m
- Accuraatheid van de verticale positiebepaling  $\leq 50$  m
- Hoogte  $> -100$  m en  $< 500$  m
  - Hoogtebepalingen op basis van de GPS zijn niet erg accuraat en kunnen dus redelijk ruim genomen worden om niet onnodig punten te verwijderen.



ID	Zender	Regio	Periode *	Gedrag	Max. Frequentie **
SCH_1	5645	Westerschelde	23/06-11/07/2018	Ja	10 minuten
SCH_2	5651	Westerschelde	12/07-25/07/2018	Enkel overdag	30 minuten
SCH_3	5742	Oosterschelde	25/06-20/08/2018	Ja	1 uur
SCH_4	5743	Westerschelde	01/07-27/08/2018	Neen	10 minuten
SCH_5	5745	Westerschelde	27/06-17/07/2019	Ja	10 minuten

Tabel 2-1: Overzicht van de scholeksters waarvoor voldoende data werden verzameld binnen de Westerschelde of Oosterschelde. ID: benaming van de scholekster binnen dit rapport.  
 \* Periode met relevante gegevens binnen het interessegebied (Westerschelde & Oosterschelde).  
 \*\* Maximaal toegelaten tijdsduur tussen twee opeenvolgende metingen voor het berekenen van tijdsbudgetten (zie 2.4.1)

## 2.3 HABITATKARAKTERISTIEKEN

### 2.3.1 Ecotopen

Ecotopenkaarten voor de Westerschelde (2018) en Oosterschelde (2016) werden vereenvoudigd (Tabel 2-2). Hierin werden de volgende ecotopen onderscheiden: sublitoraal, hoogdynamisch litoraal, laagdynamisch laaglitoraal, laagdynamisch middenlitoraal, laagdynamisch hooglitoraal, pionierzone, schor, supralitoraal, hard substraat. Locaties die buiten de ecotopenkaart vallen werden gecatalogiseerd als binnendijks. Op basis van de GPS locatie werd vervolgens aan ieder datapunt voor de scholeksters een ecotoop toegekend. Daarnaast werd voor iedere vogel een activiteitszone (actieradius) afgebakend (deelgebied binnen Wester- of Oosterschelde waarin voor iedere vogel datapunten werden gelogd) en werd het percentage van elk ecotoop binnen die zone berekend. Op die manier kan er een afweging gemaakt worden of het gebruik van de ecotopen door scholeksters afwijkt van de beschikbaarheid van de ecotopen binnen de activiteitszone. Met andere woorden, vertonen de scholeksters patronen van habitatselectie, waarbij bepaalde ecotopen preferentieel worden bezocht. Bij deze vergelijking werd enkel rekening gehouden met de litorale gebieden.



<b>ecotoop</b>	<b>vereenvoudigd</b>
Hoogdynamisch sublitoraal	Sublitoraal
Laagdynamisch sublitoraal	
Hoogdynamisch litoraal	Hoogdynamisch litoraal
Laagdynamisch laaglitoraal	Laagdynamisch laaglitoraal
Laagdynamisch middenlitoraal	Laagdynamisch middenlitoraal
Laagdynamisch hooglitoraal	Laagdynamisch hooglitoraal
Pionierzone (potentieel schor)	Pionierzone
Schor	Schor
Hoogdynamisch supralitoraal	Supralitoraal
Laagdynamisch supralitoraal	
Hard substraat steen	Hard substraat
Hard substraat veen/klei	
Geen klassering	Binnendijks

Tabel 2-2: Gehanteerde vereenvoudiging van de ecotoop klassificatie.

### 2.3.2 Actieradius

Om te bepalen binnen welk gebied elke scholekster actief is (actieradius of home range) werd op basis van de GPS locaties een ‘kernel density estimation’ berekend. Dit gebeurde aan de hand van het adehabitatHR-package in R (Calenge 2006), gebruik makend van een gridresolutie van 500x500 voor elke scholekster en onder de assumptie van een ‘bivariate normal’ distributie. Om de afhankelijkheid tussen de datapunten te reduceren werd hierbij voor elke scholekster slechts één meting per uur geselecteerd. Dit betekent dat een aantal geïsoleerde punten buiten de actieradius kunnen vallen indien de scholekster slechts kortstondig in die regio verbleef. Op basis van de ‘kernel density estimation’ werd de buitenste contour (99,9%) ingesteld als de actieradius. De actieradius geeft dus de zone weer waarbinnen er 99,9% kans is om de scholekster aan te treffen op basis van de meegenomen waarnemingen. Dit kan dus ook gebieden inhouden waar de scholekster niet is waargenomen maar die wel binnen hetzelfde bereik liggen als locaties waar hij wel vertoeft. Op die manier kan binnen dit bereik (actieradius) nagegaan worden of de scholeksters zich preferentieel in bepaalde gebieden ophouden en andere gebieden vermijden. Voor elke actieradius werd vervolgens het proportionele aanbod van litorale ecotopen (Hoogdynamisch litoraal, Laagdynamisch laaglitoraal, Laagdynamisch middenlitoraal en Laagdynamisch hooglitoraal) berekend (door koppeling aan de GIS ecotopen kaarten) en vergeleken met het eigenlijke gebruik van deze ecotopen door de schokesters.



### 2.3.3 Tijdata

Tijdsreeksen (2018-2019) voor tijdata van tijposten in de Westerschelde en Oosterschelde werden bekomen via Rijkswaterstaat (<http://waterinfo.rws.nl/>). De gebruikte tijposten zijn weergegeven in Tabel 2-3. Voor elke tijpost werden de tijdstippen van laagwater over de periode 2018-2019 berekend aan de hand van de R package 'Tides' (Cox & Schepers 2018). Voor elk scholeksterdatapunt werd vervolgens een koppeling gemaakt met de dichtstbijzijnde tijpost en werd de tijd berekend ten opzichte van het meest nabije tijdstip van laag water. Aan de hand van deze informatie kan worden nagegaan of het gebruik van ecotopen afhankelijk is van de getijcyclus.

Tijpost	Coördinaten (WGS84)
Baalhoek	576756.1, 5691113
Bath	584172.8, 5694908
Borssele	551148.4, 5695779
Marollegat	582772.4, 5703850
Overloop van Hansweert	567116.9, 5695350
Schaar van de Noord	581080.0, 5692491
Terneuzen Westsluis, zeezijde	556602.2, 5687668
Vlissingen	541426.0, 5699182
Walsoorden	571389.2, 5694633
Yerseke	574616.7, 5706661

Tabel 2-3: Gebruikte tijposten voor het berekenen van de tijd ten opzichte van laagwater.

### 2.3.4 Efemeriden

Efemeriden voor de relevante periode (2018-2019) werden opgevraagd via de Koninklijke Sterrenwacht van België (<https://www.astro.oma.be/nl/>). Op basis van deze gegevens werd voor elk datapunt bepaald of het dag of nacht was. Op die manier kan worden nagegaan of het gedrag en het gebruik van ecotopen verschilt tussen dag en nacht.

### 2.3.5 Plaat of oever

Voor elk scholeksterdatapunt werd bepaald of het geïsoleerd van het vasteland ligt (plaat) of niet (oever/HVP of slikken langsheen de oever). Zodoende kan er worden nagegaan of het gedrag en ecotoopgebruik verschilt tussen plaat en oever.



## 2.4 ANALYSE

Dataverwerking en opmaak van figuren gebeurde aan de hand van de statistische omgeving R (2019) en ArcGIS 10.4.1.

### 2.4.1 Tijdsbudgetten

Om de relatieve tijdsbesteding per gedrag en per ecotoop te berekenen werd gebruik gemaakt van tijdsbudgetten. Hierbij wordt de verstreken tijd berekend tussen twee opeenvolgende datapunten  $x-1$  en  $x$  en wordt die tijd toegekend aan het ecotoop en het gedrag op tijdstip  $x$ . Door de verstreken tijd op te tellen per gedrag en/of per ecotoop kunnen tijdsbudgetten worden berekend en met elkaar vergeleken. Deze methode maakt het mogelijk om tijdsbudgetten te berekenen wanneer de tijdsverschillen tussen datapunten binnen en tussen gezenderde dieren niet homogeen zijn (zoals hier het geval). Wanneer bijvoorbeeld gedurende een bepaalde periode data geregistreerd zijn om de vijf minuten en gedurende een andere periode om de 10 minuten, kunnen deze gegevens na omzetten naar tijdsbudgetten toch met elkaar samengevoegd worden, zonder dat er een afwijkend groot belang aan de datapunten om de vijf minuten wordt gegeven. Om de tijdsbudgetten te berekenen werd er enkel rekening gehouden met opeenvolgende datapunten die maximaal een bepaalde tijdsduur uit elkaar liggen. Aangezien de frequentie van uitlezen van de zenders verschilt tussen de scholeksters, verschilt ook de tijdslimiet tussen opeenvolgende punten tussen scholeksters. De maximale tijdslimieten zijn weergegeven in Tabel 2-1.

### 2.4.2 Afgelegde afstand

Op basis van de locatie van opeenvolgende datapunten werd de afgelegde afstand tussen twee metingen berekend. Aangezien het hier specifiek de bedoeling is om te focussen op grote afstanden en/of snelheden als indicatie voor verstoring werd alleen rekening gehouden met datapunten die maximaal 10 minuten uit elkaar liggen. Bij grotere verlopen tijdspannes tussen twee punten is het moeilijk om plotse, kortstondige gebeurtenissen waarbij de vogels een relatief grote afstand afleggen waar te nemen. Dit maakt dat deze berekeningen enkel mogelijk waren voor SCH\_1, SCH\_4 en SCH\_5. Voor SCH\_2 en SCH\_3 is de tijdsspanne tussen opeenvolgende datapunten te groot. Bovendien werden extreme afstanden/snelheden ( $> 40$  km uur - berekend op basis van afgelegde afstand binnen het tijdsinterval) uit de data verwijderd als mogelijke uitschieters. Verder werd ook gefocust op de tijdspanne van 3 uur vóór tot 3 uur na laag water, wanneer er maximaal gefoerageerd wordt. Op basis van histogrammen (zie resultaten) werden snelheden van 5 km per uur of meer geïsoleerd als verplaatsingen die hoogstwaarschijnlijk niet zijn geassocieerd met kleine verplaatsingen tijdens het foerageren maar kunnen wijzen op vluchtreacties/opvliegen bij verstoring. Rekening houdend met getijcyclus waarbij minstens 5 uur binnen de gekozen tijdsspanne (3 uur vóór tot 3 uur na laagwater) werd vastgelegd in de data, werd tenslotte het aandeel van grote verplaatsingen ( $\geq 5$  km/uur) ten opzichte van het totaal aantal gemeten verplaatsingen berekend per getijcyclus. Op basis van deze gegevens kan verkennend worden nagegaan of er indicaties zijn van verschillen in verstoring tussen vogels.



### 2.4.3 Verkennende resultaten

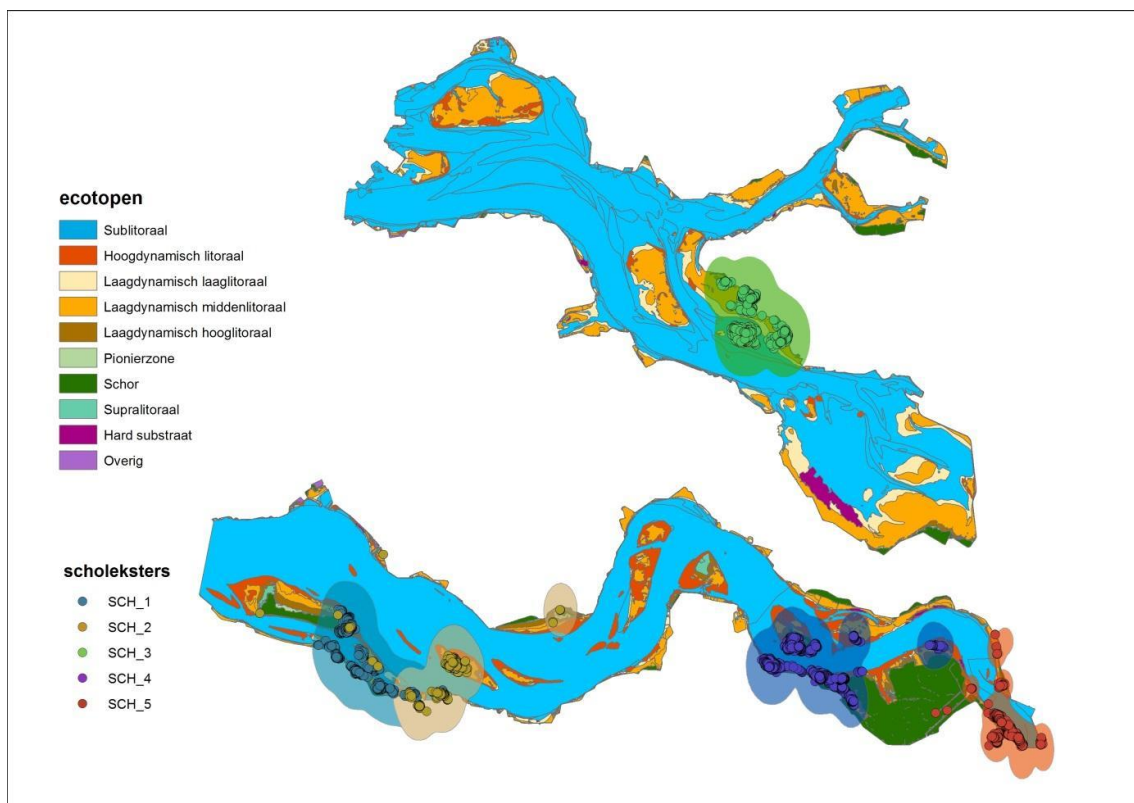
Niettegenstaande de hoge tijdsinvestering om data te oogsten van de gezenderde vogels, door gerichte zoektochten en het opstellen van permanente logstations, werd slechts van een beperkt aantal vogels (gedrags)gegevens binnen het interessegebied verzameld. Deze kleine (aantal vogels) en relatief heterogene dataset bemoeilijkt het toepassen van statistische testen. Binnen deze pilootstudie zijn de inschattingen gerelateerd tot de beoogde vraagstellingen gebaseerd op een vergelijking van de resultaten op basis van grafieken voor de verschillende scholeksters. De resultaten en interpretatie zijn dan ook eerder verkennend in afwachting van gegevens voor meer vogels zodat een meer rigoureuze statistische analyse zinvol wordt. Suggesties voor meer gedetailleerde en statistisch onderbouwde analyses worden meegegeven onder paragraaf 5.



## 3 RESULTATEN

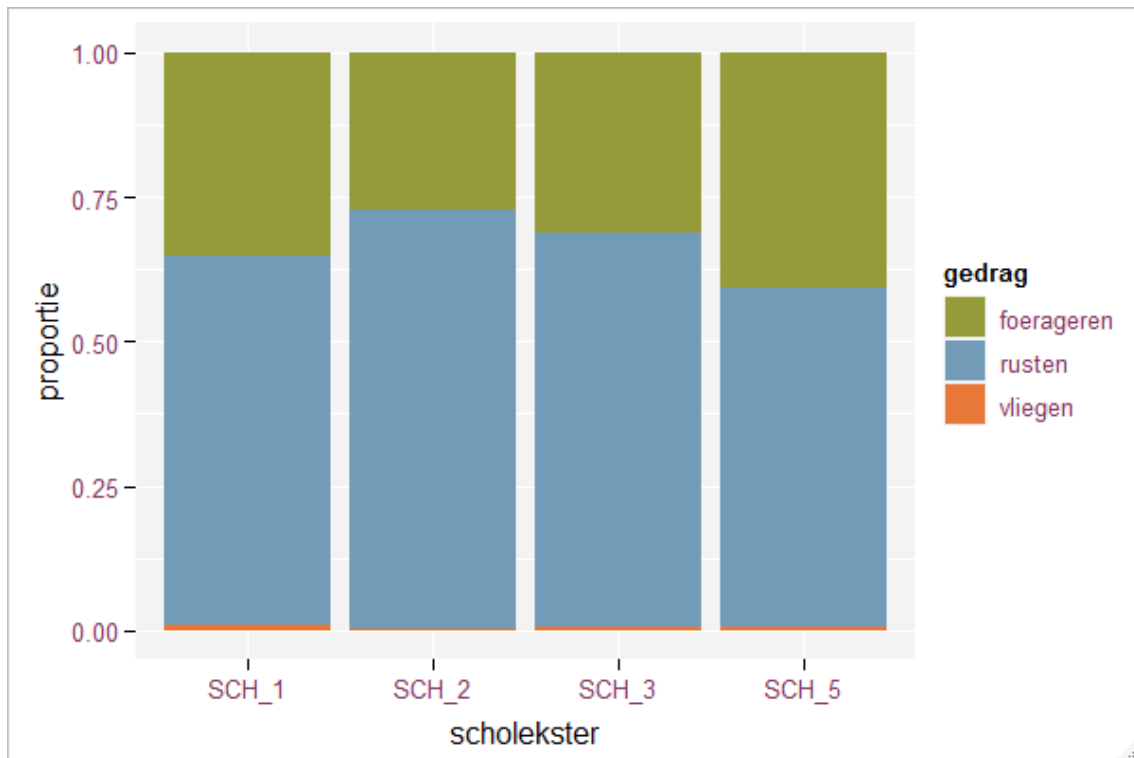
### 3.1 ALGEMEEN

De verzamelde dataset werd gepubliceerd door Spanoghe et al. (2020). Figuur 7-1 (zie Bijlage) geeft de verspreiding van datapunten weer voor de zes vogels met data voor meer dan 5 dagen. Een overzicht van de datapunten binnen het interessegebied (Westerschelde en Oosterschelde) is weergegeven in Figuur 3-1, samen met de ecotopen. Gedurende de periode 2018 - 2019 werden vier scholeksters waargenomen in de Westerschelde en één in de Oosterschelde. Wat meteen opvalt is dat de actieradius van de scholeksters begrensd is binnen een relatief beperkt gebied. Enkel voor SCH\_1 en SCH\_2 is er bovendien een overlap tussen de actiegebieden. Zoals vermeld in 2.2 zijn er voor SCH\_4 geen gedragsgegevens beschikbaar. Deze scholekster wordt daardoor enkel in beschouwing genomen voor een inschatting van het algemeen gebruik van de ecotopen zonder rekening te houden met gedrag en voor een inschatting van het verschil in gebruik van platen en oevers tussen dag en nacht. Voor SCH\_2 zijn er geen gedragsgegevens tussen 19:00:00 uur en 5:00:00 uur. Deze scholekster kan dus ook niet gebruikt worden voor een inschatting van verschillen in gedrag tussen dag en nacht. Er zijn dus drie scholeksters (SCH\_1, SCH\_4 en SCH\_5) waarvoor er gedragsgegevens zijn voor zowel dag en nacht.



Figuur 3-1: Weergave van de ecotopen in Westerschelde en Oosterschelde en van de datapunten per scholekster. De semi-doorschijnende zones geven de activiteitszone voor elke scholekster weer.

Figuur 3-2 geeft voor elke scholekster (met gedragsgegevens) de relatieve tijdsbesteding per gedrag weer. Dit suggereert dat de vogels relatief meer tijd besteden aan rusten dan foerageren (twee derde tot driekwart van de tijd) en dat vliegen slechts heel sporadisch wordt waargenomen. Zoals vermeld in 2.1.3 wordt vliegen dan ook niet verder meegenomen en wordt er in het verdere rapport enkel gekeken naar foerageren en rusten.



Figuur 3-2: Proportie van de tijd gespendeerd per gedrag. (Merk op dat het aandeel vliegen niet noemenswaardig verhoogt indien de selectie op GPS gemeten snelheid wordt versoepeld; zie paragraaf 2.2)

### 3.2 WELKE ECOTOPEN WORDEN HET MEEST GEFREQUENTEERD DOOR DE SCHOLEKSTERS, EN IS DIT AFHANKELIJK VAN HET TYPE GEDRAG?

Uit Figuur 3-3 blijkt dat voor alle scholeksters het meest gefrequenceerde ecotoop het laagdynamisch middenlitoraal is. De scholeksters besteden hier 44% tot 59% van de tijd. Afhankelijk van de scholekster wordt er daarnaast ook tijd doorgebracht in andere ecotopen. Deze verschillen zijn vooral terug te brengen op de verschillende types van HVP's. Het gebruik van potentiële pionierzone, supralitoraal, hard substraat en binnendijks gebied verschilt. SCH\_1 vertoont een voorkeur voor potentiële pionierzone en supralitoraal, terwijl SCH\_2 een voorkeur vertoont voor binnendijks gebied. Dezelfde vergelijking gaat op voor SCH\_4 en SCH\_5. Voor beiden valt het Verdrongen Land van Saeftinghe binnen de activiteitszone, maar SCH\_5 lijkt de voorkeur te geven aan binnendijkse gebieden buiten het Verdrongen Land van Saeftinghe. Uit Figuur 3-3 blijkt ook dat sommige vogels een beperkt deel van de tijd in het

sublitoraal verblijven. Dit is eerder onwaarschijnlijk. Dergelijke punten liggen echter hoofdzakelijk in laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal, dicht tegen de grens sublitoraal – litoraal. Dit suggereert (mits een paar uitzonderingen) 1) ofwel relatief kleine fouten in de GPS plaatsbepaling, 2) ofwel een verandering in de ligging van ecotopen tussen het moment waarop de kaart is gemaakt en het moment van waarneming, 3) ofwel een extreem laag tij op het moment van de waarneming, waarbij de scholeksters foerageren in gebieden die normaal niet droogvallen.

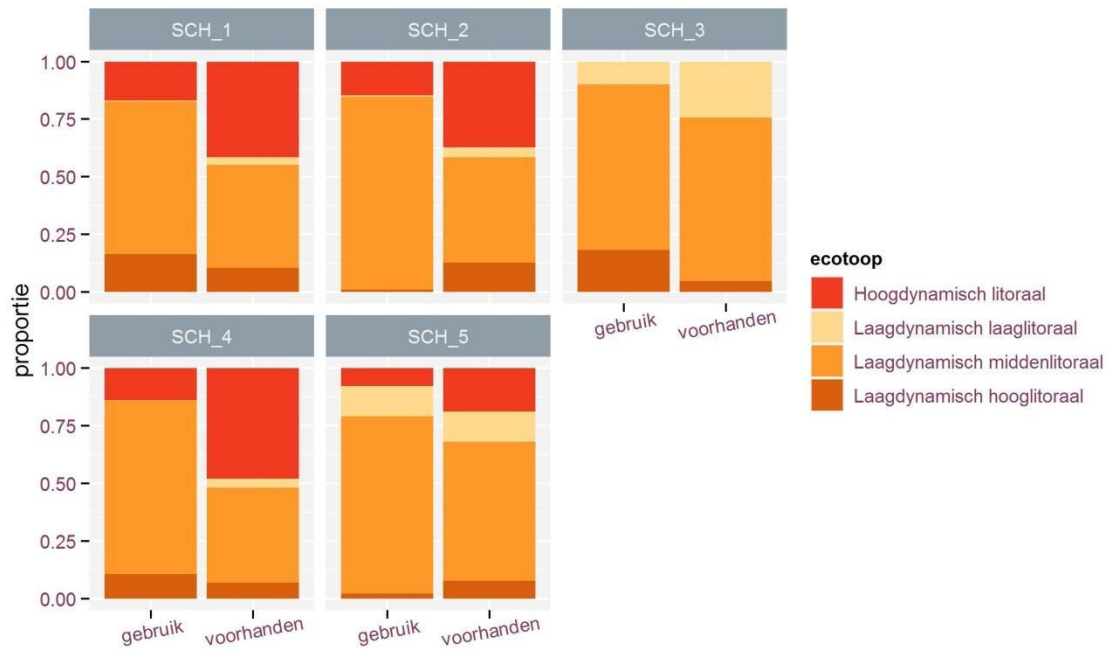
Wanneer we ons beperken tot de litorale gebieden, komen de relatieve oppervlaktes die voorhanden zijn voor elk litoraal ecotoop binnen het actiegebied relatief goed overeen met de verhoudingen in de ganse Westerschelde en de ganse Oosterschelde (Figuur 3-4 vergeleken met Figuur 3-5). Voor SCH\_3 en SCH\_5 komt er binnen het actiegebied wel minder hoogdynamisch litoraal voor dan kan verwacht worden. Wanneer de oppervlaktes binnen het actiegebied vergeleken worden met het eigenlijke gebruik door de scholeksters, komt er een sterke voorkeur voor laagdynamische gebieden en meer bepaald laagdynamisch middenlitoraal tot uiting (Figuur 3-5). In de Westerschelde (SCH\_1, SCH\_2, SCH\_4, SCH\_5) beslaat het laagdynamisch middenlitoraal gemiddeld slechts 48% van de beschikbare litorale oppervlakte binnen de actiegebieden. Toch brengen de scholeksters 76% van de tijd besteed in het litoraal binnen dit ecotoop door. Vooral het hoogdynamisch litoraal wordt minder gebruikt met slechts 13% van de tijd besteed ten opzichte van 36% oppervlakte voorhanden binnen het litoraal. In de Oosterschelde (SCH\_3), waar geen hoogdynamisch litoraal voorkomt binnen het actiegebied van SCH\_3, is er naast het gebruik van laagdynamisch middenlitoraal eerder een preferentieel gebruik van laagdynamisch hooglitoraal om te rusten (Figuur 3-7; Figuur 3-9).

De vergelijking hierboven houdt echter geen rekening met de beschikbaarheid van de ecotopen in functie van de getijcyclus. Meer bepaald zijn de lager gelegen delen van het slik zoals het laagdynamisch laaglitoraal slecht toegankelijk bij laagwater. Ook het hoogdynamisch litoraal komt voornamelijk voor in de lageregelegen delen van de slikken. Een vergelijking van het gebruik met de beschikbaarheid van de ecotopen gedurende de periode rond laagwater (1 uur vòr tot 1 uur na laagwater) (Figuur 3-6) toont dat er nog steeds een duidelijk verschil is tussen beschikbaarheid en gebruik, althans voor SCH\_1, SCH\_2 en SCH\_4. Voor deze scholeksters wordt het patroon bevestigd dat het hoogdynamisch litoraal wordt gemeden ten voordele van het laagdynamisch middenlitoraal. Voor SCH\_3 en SCH\_5 zien we dat rond laagwater het laagdynamisch laaglitoraal (dat enkel vrijkomt rond laagwater) een belangrijk aandeel van het gebruik inneemt. Voor SCH\_5 zijn er echter geen indicaties dat deze vogel de hoogdynamische gebieden mijdt.

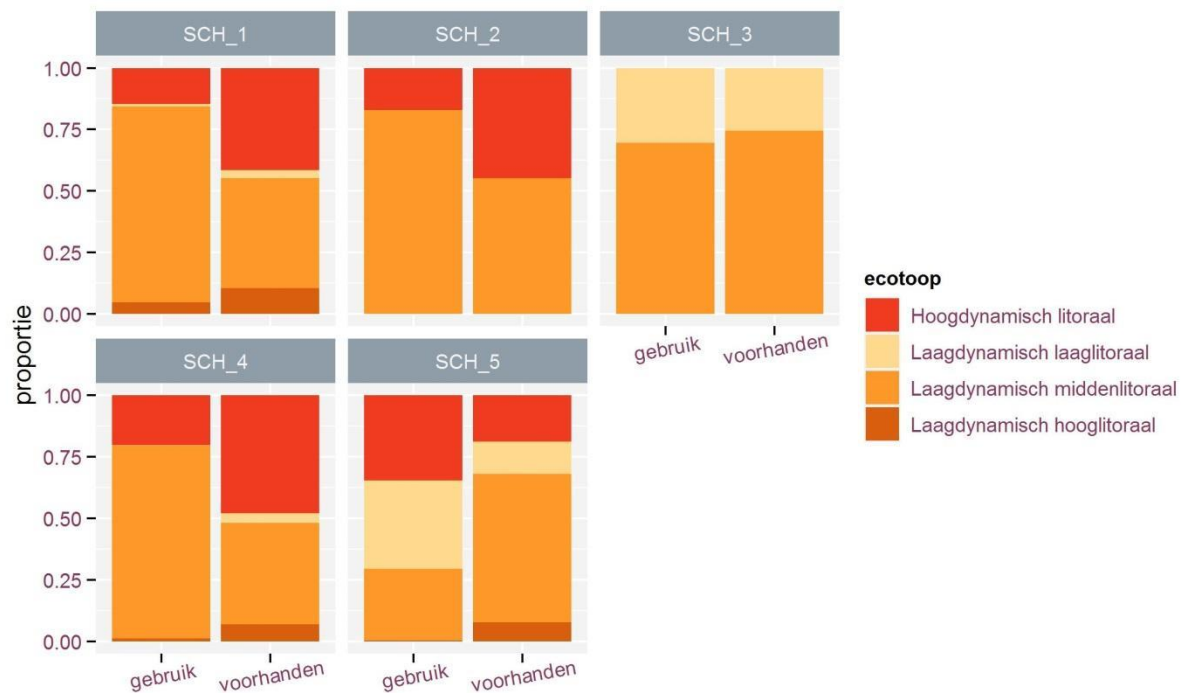








Figuur 3-5: Vergelijking tussen de relatieve tijdsbesteding per ecotoop en de voorhanden zijnde oppervlaktes binnen het actiegebied. Vergelijking enkel voor litorale ecotopen.

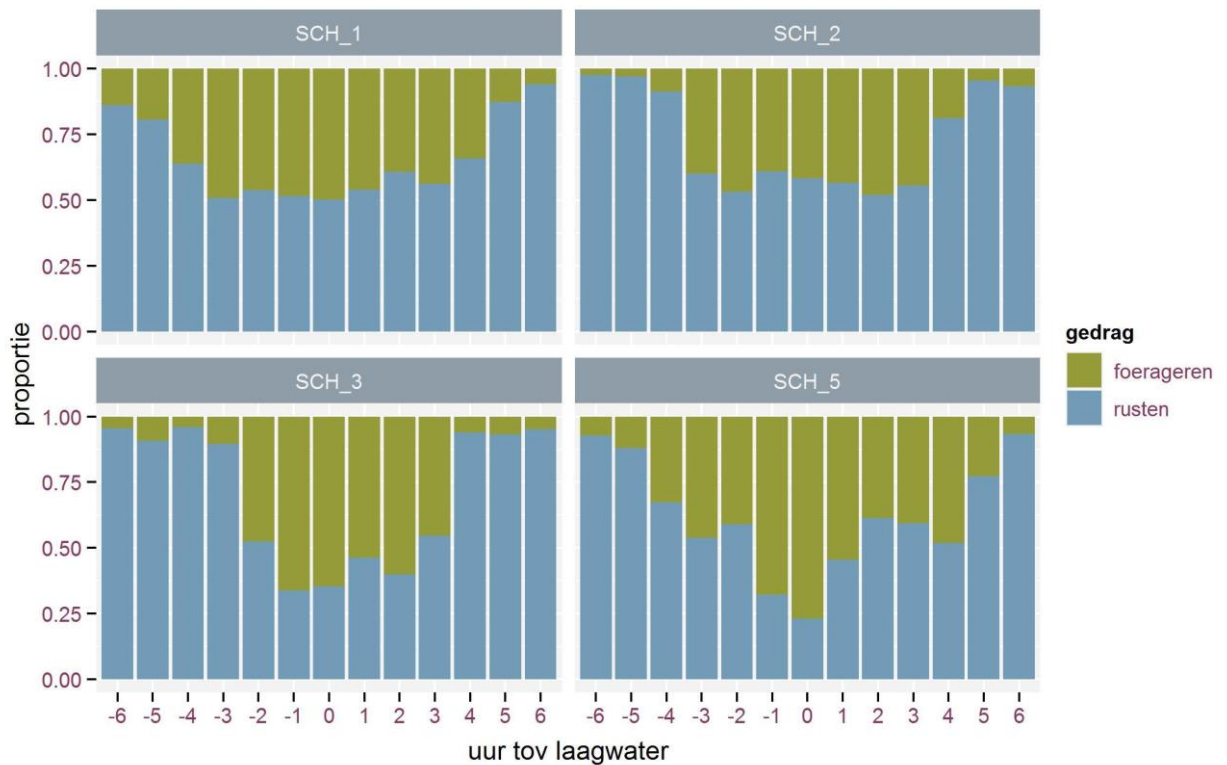


Figuur 3-6: Vergelijking tussen de relatieve tijdsbesteding per ecotoop en de voorhanden zijnde oppervlaktes binnen het actiegebied. Vergelijking enkel voor litorale ecotopen en voor de periode van 1 uur vóór tot 1 uur na laagwater.

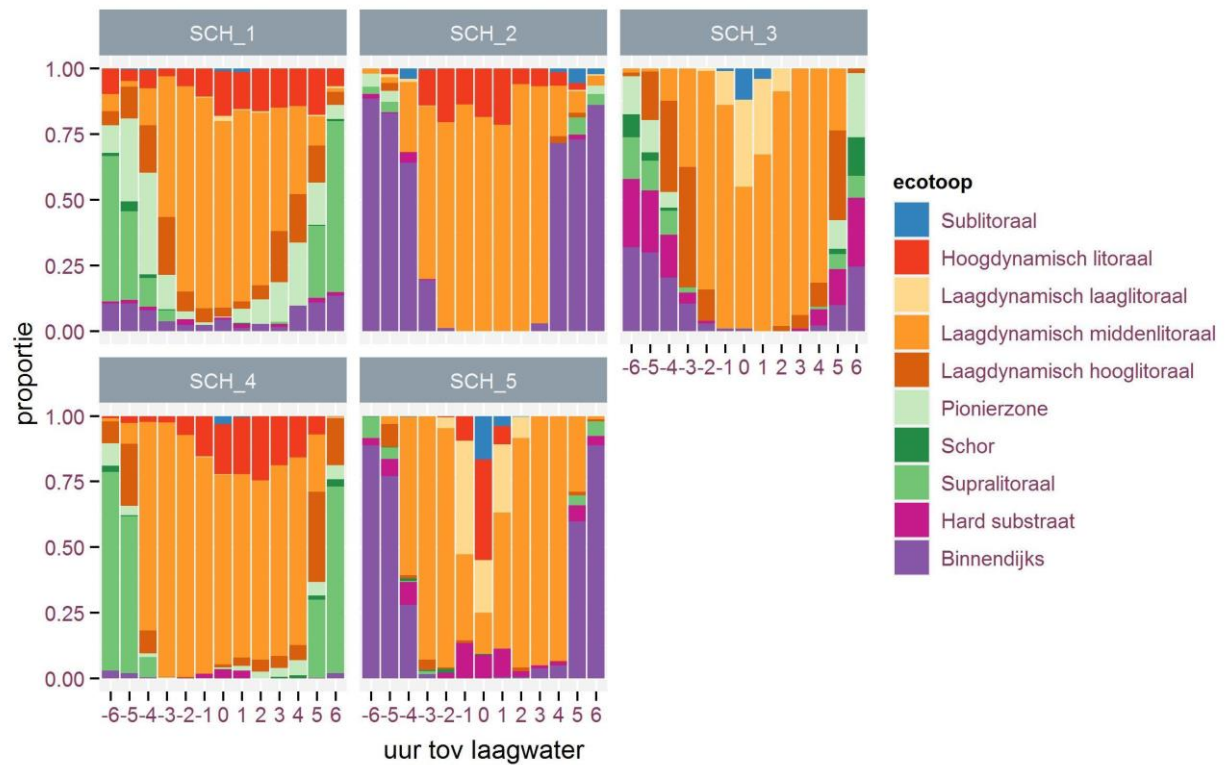


### 3.3 IS ER EEN EFFECT VAN DE GETIJCYCLUS OP HET GEDRAG EN HABITATGEBRUIK VAN SCHOLEKSTERS?

Figuur 3-8 toont aan dat er vooral gevoeraged wordt rond laagwater en dat er gedurende hoogwater zo goed als niet wordt gevoeraged. Dit weerspiegelt zich ook in het habitatgebruik in functie van de tijd ten opzichte van laagwater (Figuur 3-9). Over het algemeen is er een duidelijke verschuiving te zien van verblijf in hoger gelegen gebieden (HVP's : supralitoraal, hard substraat en binnendijks) om te rusten rond hoogwater naar verblijf in de laaggelegen gebieden om te foerageren rond laagwater. Ook rond laagwater wordt echter niet alle tijd gependeed om te foerageren maar wordt er nog een groot deel van de tijd gerust (Figuur 3-8). SCH\_3 en SCH\_5 maken rond laag water meer gebruik van laaggelegen gebieden dan de andere vogels. Zoals blijkt uit Figuur 3-5 en Figuur 3-6 is er binnen het actiegebied van deze twee vogels ook meer laagdynamisch laaglitoraal voorhanden. SCH\_3 (Oosterschelde-vogel) foerageert het kortst in tijd, geconcentreerd rond laag water. De Westerschelde vogels zijn langer actief in een getijcyclus.



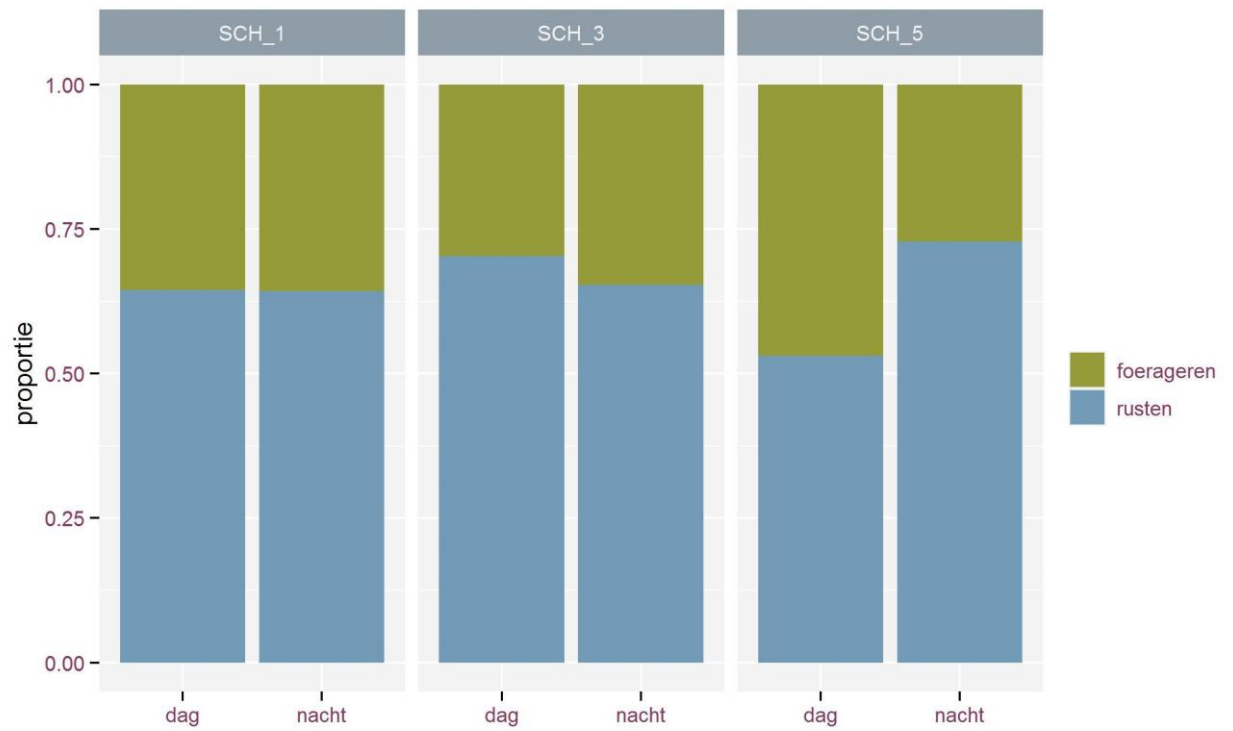
Figuur 3-8: Relatieve tijdsbesteding gedurende de getijcyclus voor foerageren en rusten.



Figuur 3-9: Relatieve tijdsbesteding binnen de verschillende ecotopen gedurende de getijcyclus.

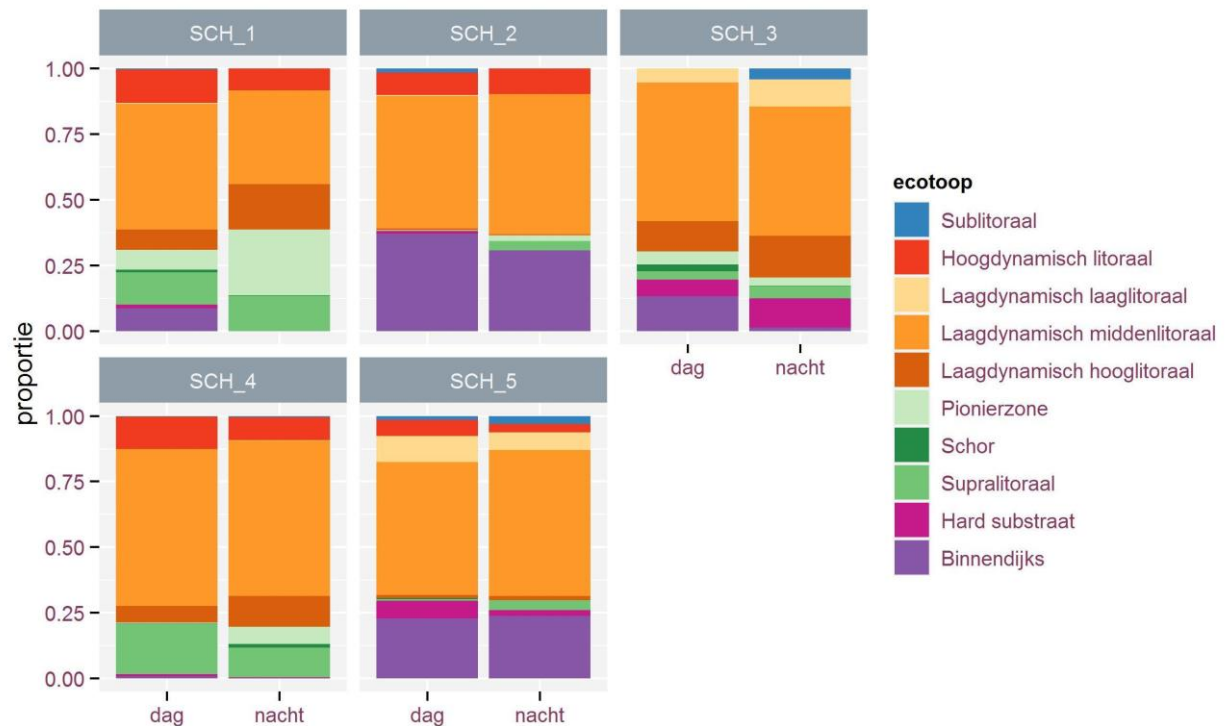
### 3.4 ZIJN ER VERSCHILLEN TUSSEN DAG EN NACHT IN HET GEDRAG EN HABITATGEBRUIK VAN SCHOLEKSTERS?

Voor de scholeksters waarvoor gedragsgegevens voor dag en nacht voorhanden zijn, zijn er geen noemenswaardige verschillen in gedrag tussen dag en nacht (Figuur 3-10). Enkel voor SCH\_5 is er een tendens waarneembaar om meer te foerageren overdag dan 's nachts. Er is echter wel een beperkt verschil waarneembaar tussen dag en nacht in het habitatgebruik (Figuur 3-11). Overdag wordt er immers meer tijd binnendijks doorgebracht dan 's nachts. Vooral voor SCH\_1 en SCH\_3 valt op dat de binnendijkse gebieden 's nachts niet worden bezocht.



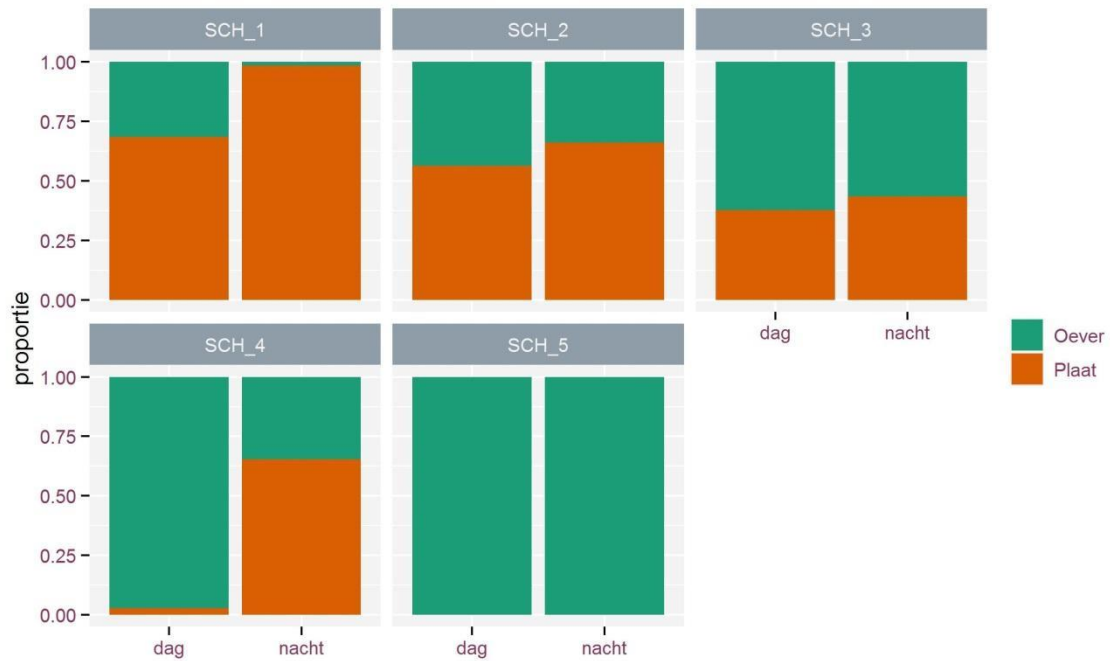
Figuur 3-10: Relatieve tijdsbesteding per gedrag in functie van dag - nacht.





Figuur 3-11: Relatieve tijdsbesteding binnen de verschillende ecotopen in functie van dag - nacht.

Het gebruik van gebieden geïsoleerd (plaat) of geconnecteerd (oever) met het vasteland verschilt tussen de scholieksters (Figuur 3-12). Voor SCH\_5 zijn er geen platen binnen het actiegebied en dus maakt deze scholiekster enkel gebruik van de oever. Voor SCH\_2 en SCH\_3 zijn er geen duidelijke verschillen in het gebruik van plaat of oever tussen dag en nacht. Zoals hierboven vermeld kan voor SCH\_3 nochtans een duidelijk verschil worden waargenomen in het gebruik van binnendijkse gebieden (zie Figuur 3-11), waarbij deze 's nachts niet worden bezocht en overdag wel. SCH\_3 gaat 's nachts meer op de breuksteen strekdam zitten – mogelijks minder verstoord door nachtelijke predatoren dan de binnendijkse HVP. SCH\_1 en SCH\_4 maken overdag duidelijk meer gebruik van gebieden geconnecteerd met het vasteland dan 's nachts. Dit stemt voor SCH\_1 overeen met een duidelijk verschil in het ecotopengebruik, waarbij de binnendijkse gebieden 's nachts vermeden worden (zie Figuur 3-9). Voor SCH\_2, die zich ophoudt in de nabijheid van SCH\_1, is dit minder duidelijk. Dit kan te maken hebben met het feit dat de HVP aan de oeverzone waar SCH\_2 rust beter beschermd is tegen nachtelijke grondpredatoren. Aangezien de site een omheinde industriezone is, lijkt dit aannemelijk.



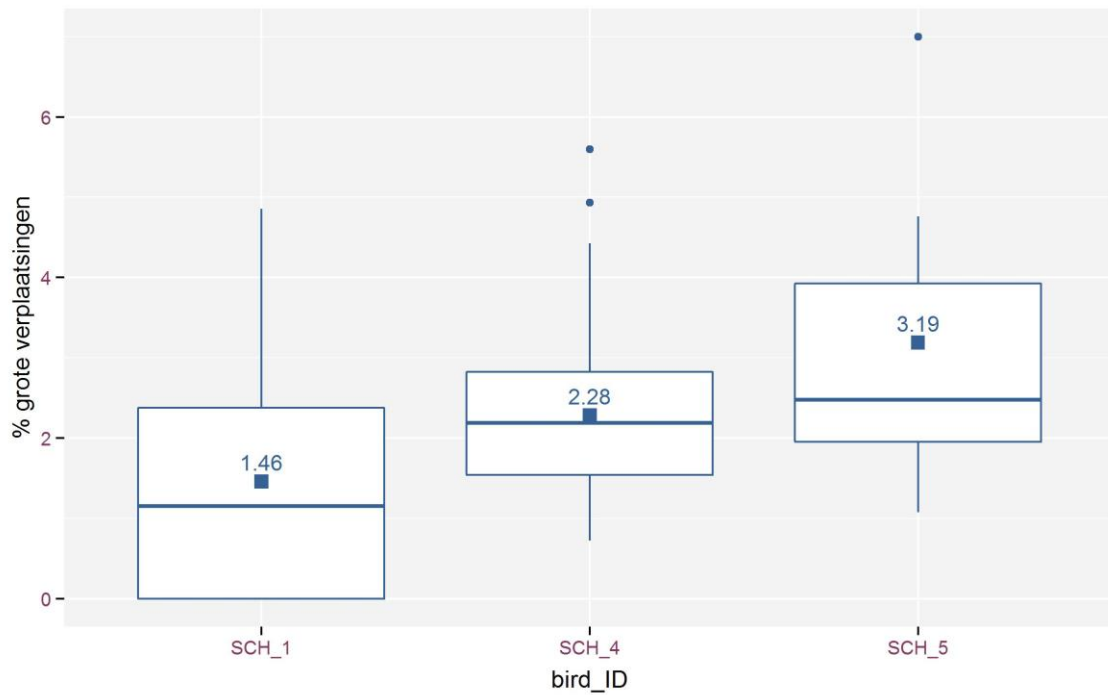
Figuur 3-12: Relatieve tijdsbesteding op oever/dijk of plaat in functie van dag - nacht.

### 3.5 ZIJN ER AANWIJZINGEN VOOR VERSCHILLEN IN VERPLAATSINGEN MET GROTE AFGELEGDE AFSTAND TUSSEN SCHOLEKSTERS?

Op basis van Figuur 3-13 kan vermoed worden dat afgelegde afstanden van 1000 meter of meer binnen 5 à 10 minuten niet gerelateerd zijn tot kleine verplaatsingen tijdens het foerageren maar eerder een ander gedrag suggereren (cf. een tweede (kleine) afgescheiden piek in de grafieken). Dit komt ongeveer overeen met een snelheid van 5 km per uur of meer gedurende de gemeten tijdsspanne. Wanneer het relatieve aandeel van dergelijke grote verplaatsingen tussen 3 uur vóór en 3 uur na laagwater wordt vergeleken tussen de scholeksters (Figuur 3-14), blijken deze op basis van de mediaan (maar niet het gemiddelde) een licht groter aandeel in te nemen voor SCH\_4 (1.7%) en SCH\_5 (1.8%) dan voor SCH\_1(1.4%). Dit patroon wordt nog versterkt wanneer de volledige getijcyclus in rekening worden gebracht en niet enkel de periode rond laagwater (SCH\_4 = 2.3%, SCH\_5 = 3.2% en SCH\_1 = 1.5%; Figuur 3-15). Deze resultaten duiden mogelijks op een hogere graad van verstoring voor SCH\_4 en SCH\_5 dan voor SCH\_1.







Figuur 3-15: Procentueel aandeel van grote verplaatsingen per getijcyclus berekend over de volledige getijcyclus. De box geeft telkens het eerste kwartiel, de mediaan en het derde kwartiel weer. De vierkantjes (en getallen) geven het gemiddelde.

## 4 DISCUSSIE

Van de 12 scholeksters die in 2018 voorzien werden van een zender konden er vier worden teruggevonden en uitgelezen met gegevens uit de Westerschelde, één uit de Oosterschelde (dood gevonden exemplaar) en één met enkel gegevens langs de Franse kust. Voor vijf scholeksters gaat het over gegevens uit de zomer van 2018 en één uit de zomer van 2019. Om de vele data uit te lezen was bijna altijd een langdurige vaste opstelling nodig. Twee vogels die zeker op de Westerschelde overwinterden, konden ondanks meerdere pogingen niet uitgelezen worden in het broedgebied na de winter. Eén gezenderde vogel bleef tot ten minste eind maart 2019 op de Oosterschelde (Oesterdam) en werd ook niet uitgelezen. Op 17 mei 2019 werd ze één keer, met partner, gezien nabij haar broedlocatie van 2018. De vijf scholeksters binnen het interessegebied zijn elk slechts actief in een relatief beperkte zone, waarbij er zo goed als geen overlap is tussen de zones (met uitzondering van twee scholeksters, SCH\_1 en SCH\_2 in de buurt van de Hooge Platen). Hierdoor realiseerden we met het beperkt aantal vogels toch een goede ruimtelijke spreiding langsheen de Westerschelde. Twee scholeksters die op het nest gevangen zijn in de Gentse kanaalzone overwinterden in Frankrijk (tot in Le Havre, zie Figuur A 1). Eén ervan (SCH\_2) is voor zij naar de Noordfranse kust trok ook enkele weken actief geweest in de Westerschelde.

De scholeksters binnen deze studie vertonen een duidelijk circa-tidaal ritme wat betreft litoraal foerageren en rusten op HVP's. Tijdens de getijcyclus schuiven de vogels geleidelijk op van de hoger gelegen tidale gebieden naar de lager gelegen gebieden met het afgaande water en de omgekeerde beweging gebeurt bij opkomend water (Figuur 3-9). Bij het foerageren komt in de Westerschelde ook een duidelijke voorkeur voor de laagdynamische gebieden tot uiting (met uitzondering van SCH\_5). In de Oosterschelde komen in het actiegebied van de scholekster met uitgelezen data (SCH\_3) geen hoogdynamische slikken voor. De voorkeur voor laagdynamische gebieden kan gelinkt worden aan het voorkomen van de belangrijkste prooidieren van scholeksters. Scholeksters voeden zich voornamelijk met schelpdieren - voornamelijk kokkels (*Cerastoderma edule*), mossels (*Mytilus edulis*; komen weinig voor in de Westerschelde) en nonnetjes (*Macoma balthica*) - en wormen zoals zeeduizendpoten (*Nereis diversicolor*) en in de zomer ook wel wadpieren (*Arenicola marina*) (van der Kam et al. 1999). Deze organismen komen in de Westerschelde in hogere densiteiten voor in de laagdynamische slikken. Hierbij is er een duidelijke gradiënt in het voorkomen van de schelpdieren: meer in het westen (zout) en minder in het oosten (brak) (van Asch et al., 2018). Omgekeerd neemt de densiteit en biomassa van wormen toe van west naar oost (Ysebaert & Herman, 2002; Ysebaert et al., 2016). Deze voedselgradiënt zal vermoedelijk resulteren in individuele voedselspecialisatie (Van der Kolk et al., 2020). Hierbij zijn de worm-specialisten, als visuele jagers, meer gebonden aan het daglicht. Schelpdier-specialisten kunnen ook meer tactiel naar schelpen in het slik zoeken en zijn hierdoor minder afhankelijk van het dag-nachtritme. De oostelijke vogels (SCH\_4 en SCH\_5) in de Westerschelde zullen naar verwachting meer moeten foerageren op wormen en dus overdag. Voor SCH\_4 zijn er geen gedragsgegevens voorhanden, maar de gegevens voor SCH\_5 suggereren inderdaad dat deze vogel meer overdag foerageert dan 's nachts. De oostelijke vogels zijn hierdoor waarschijnlijk ook gevoeliger aan verstoring overdag (bv. menselijke activiteit, roofvogels, recreatie). Verstoring overdag werd niet expliciet nagegaan (wegens te weinig data), maar de analyses suggereren wel dat SCH\_4 en SCH\_5 meer last hebben van verstoring en meer grote verplaatsingen uitvoeren dan SCH\_1. Merk op dat SCH\_1 nochtans evenals SCH\_4 's nachts preferentieel gebruik maakt van de platen in plaats van de oevers, wat dan weer kan wijzen op een grotere kans op verstoring door grondpredatoren 's nachts dan overdag (zie verder). Wormen vullen



minder snel de maag waardoor oostelijke vogels ook langer zullen moeten foerageren (Zwarts et al., 1996a). Figuur 3-2 en Figuur 3-8 suggereren inderdaad dat SCH\_5, vooral rond laagwater, meer tijd besteedt aan foerageren dan SCH\_1 en SCH\_2 die zich meer westelijk ophouden. Ook SCH\_3 (Oosterschelde-vogel) concentreert de foerageeractiviteit rond laag water maar foerageert het kortst in tijd. Een mogelijke verklaring is dat SCH\_3 in zijn leefgebied meer voedselbeschikbaarheid (bijvoorbeeld hogere densiteiten aan kokkels -Figuur 7-2) in lagere litorale zones heeft vergeleken met de Westerschelde locaties. Schelpdier-eters kunnen op korte(re) tijd hun maag volproppen en moeten vervolgens urenlang gaan verteren (Zie: Zwarts et al., 1996b) . Deze lange verteringscyclus maakt schelpdiereters gevoeliger voor verhoogde waterstanden (kortere droogvalduur van het litoraal) omdat er een 'mismatch' kan ontstaan tussen de verteringscyclus en de getijcyclus (Rappoldt & Ens, 2005). In Schotland werd ook al beschreven dat Scholeksters op mosselbanken die sterk uitdrogen bij eb een rustpauze kunnen inlassen rond laag water (Arts et al., 1997). Uit de zenderdata kunnen we (nog) niet achterhalen of dit ook zo kan zijn voor de Westerschelde.

Voor het eerst werd een relatief uitgebreide dag-nacht dataset verzameld van scholeksters in de Westerschelde. Hieruit blijkt dat de scholeksters zowel overdag als 's nachts foerageren en er geen algemene tendensen waar te nemen zijn in een voorkeur voor 's nachts dan wel overdag foerageren. Zoals reeds aangehaald wordt het foerageren hoofdzakelijk bepaald door de getijdencyclus. Toch zijn er verschillen waar te nemen in het habitatgebruik tussen nacht en dag. In de eerste plaats is er een verschil in het gebruik van binnendijkse gebieden als HVP, waarbij de binnendijkse gebieden 's nachts minder worden bezocht. Daarnaast zijn de scholeksters, met uitzondering van SCH\_5 die in een zone actief is waar geen platen voorkomen, zowel actief op platen (die geïsoleerd zijn van het vasteland) als in gebieden die geconnecteerd zijn met het vasteland (oevers). Het gebruik van geïsoleerde of geconnecteerde gebieden verschilt echter bij een aantal vogels tussen dag en nacht, waarbij er een duidelijke voorkeur optreedt voor platen tijdens de nacht. Het vermijden van binnendijkse gebieden en de voorkeur voor platen tijdens de nacht zijn mogelijks gerelateerd tot risico op predatie (met name door vos). Verder onderzoek zou moeten uitwijzen of de vogels die meer buitendijkse gebieden en platen verkiezen tijdens de nacht dit inderdaad doen om verstoring door grondpredatoren in de binnendijkse gebieden (HVP's) of oeverzones (tijdens nachtelijk foerageren) te vermijden.

Gezien het lage aantal vogels waarvoor gegevens (en in het bijzonder gedragsgegevens) konden worden uitgelezen, werden geen statistische analyses uitgevoerd op de data. Toch kan een aantal van de conclusies met relatief grote zekerheid worden aangenomen, aangezien hetzelfde patroon duidelijk wordt teruggevonden bij alle of bijna alle scholeksters binnen deze studie. Het gaat hier dan hoofdzakelijk over het ecotopen gebruik en de relatie foerageren-rusten met de getijcyclus. Een aantal andere observaties, vooral gerelateerd tot verstoring, moet met grote omzichtigheid geïnterpreteerd worden. De resultaten tonen hier indicaties voor een aantal patronen, maar deze vormen eerder de aanzet tot het verder uitwerken van een aantal hypotheses dan een rigoureuze bevestiging ervan. Een uitbreiding van de dataset, met meer vogels, is in alle geval wenselijk om de waargenomen patronen te bekrachtigen of ontkrachten.





werd gezocht bleek deze terugmelding toch relatief beperkt in deze studie. Ook de gehoopte uitlezing van de zenders (en het opnieuw afnemen) in het daaropvolgende broedseizoen (scholeksters keren vaak terug naar broedlocaties) bleek niet succesvol. Het valt niet uit te sluiten dat de zenders een invloed hadden op het broedgedrag van de vogels. Gezien de geobserveerde plaatstrouw van individuele scholeksters in de Westerschelde in het najaar (& winter) lijkt het interessanter om vogels te zenderen (met afvallende zenders, zie boven) op HVP's langsheen de Westerschelde in het najaar.

- Meer gedetailleerde analyse

- Om een gedetailleerder beeld te krijgen van de eigenschappen van locaties waar de scholeksters bij voorkeur foerageren, kunnen de GPS locaties gelinkt worden aan een aantal omgevingsvariabelen zoals hoogte NAP, droogvalduur, stroomsnelheid en biomassa bodemdieren. Wegens het beperkt aantal vogels waarvoor data beschikbaar waren en algemeen tijdsgebrek (vooral door onevenredige hoge inspanning om de data (te proberen) uitlezen) is dit in de huidige pilootstudie niet gebeurd. Voor hoogte, droogvalduur en stroomsnelheid zijn gedetailleerde rasterkaarten voorhanden. Voor benthos zijn gegevens voorhanden voor puntlocaties, maar is er geen vertaling naar een gedetailleerde rasterkaart. Hier dient dus nog te worden bekeken of de resolutie van de (recente) gegevens voldoende fijn is om informatief te zijn voor het habitatgebruik door scholeksters. Eventueel kan er gewerkt worden met iets grotere rasters, of worden de gegevens uitgemiddeld per ecotoop binnen de actiegebieden van de vogels. De verwachting (eerste screening van data) is dat hiervoor onvoldoende informatie is op basis van de MWTL benthos data. Ook een berekening van hoe lang een punt al droog ligt (aan de hand van droogvalduurkaarten) op het moment van waarneming kan interessant zijn als variabele.
- Een opvallende waarneming is dat er gedurende de periode rond laagwater nog aan veel datapunten het gedrag 'rusten' wordt toegekend (tot 50%). Dit brengt de algemene conclusies van een circa-tidaal ritme niet in het gedrang, maar verdient wel verdere aandacht. Observaties van foeragerende scholeksters tonen immers aan dat de dieren tijdens het foerageren constant in beweging zijn. Een mogelijke verklaring voor de geobserveerde patronen is dat de vertaling van accelerometer gegevens naar gedrag een relatief grote (en directionele) fout bevatten waarbij veel punten ten onrechte als rusten worden geïdentificeerd. Anderzijds wijst dit misschien op een patroon waarbij gedurende een ruimere foerageerperiode rond laagwater kortere periodes van intensief foerageren worden afgewisseld met periodes van rusten, bijvoorbeeld om te verteren. Merk op dat hiervoor waarschijnlijk wel een hoge frequentie van data nodig is (om de 5 à 10 minuten).
- Een interessante uitbreiding van het onderzoek naar verstoring zou erin kunnen bestaan om de datapunten te linken aan een verstoringkaart. Zo kan bijvoorbeeld worden nagegaan of percentages van grote verplaatsingen positief zijn gecorreleerd met verstoring. Ook voor het preferentieel vertoeven op de platen gedurende de nacht kan worden nagegaan of dit hoofdzakelijk optreedt op plaatsen met een grotere kans op verstoring.



(boven de waterlijn) en toegankelijk is voor de scholeksters. Dit kan in rekening worden gebracht door de droogvalduur of het verloop van de waterlijn (Dokter et al., 2017) mee te nemen in de analyses als maat voor temporele beschikbaarheid.

- Een aantal methoden voor data-exploratie en analyse die expliciet rekening houden met beschikbaarheid van (deel)gebieden zijn voorhanden in de R-package 'adehabitatHS' (Calenge 2006). Verdere inwerking en raadpleging is echter nodig om te achterhalen of deze methodes compatibel zijn met de complexe structuur van de huidige data.







van der Kolk H.J., Ens B.J., Oosterbeek K., Bouten W., Allen A.M., Frauendorf M., Lameris T.K., Oosterbeek T., Deuzeman S., de Vries K. & Jongejans E. 2020. Shorebird feeding specialists differ in how environmental conditions alter their foraging time. *Behavioral Ecology*, 31(2), 371–382. doi:10.1093/beheco/arz189.

Walles B. & Ysebaert T. 2019. Potentiële verstoringsbronnen voor vogels in de Westerschelde: een interactieve kaart. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C047/19.

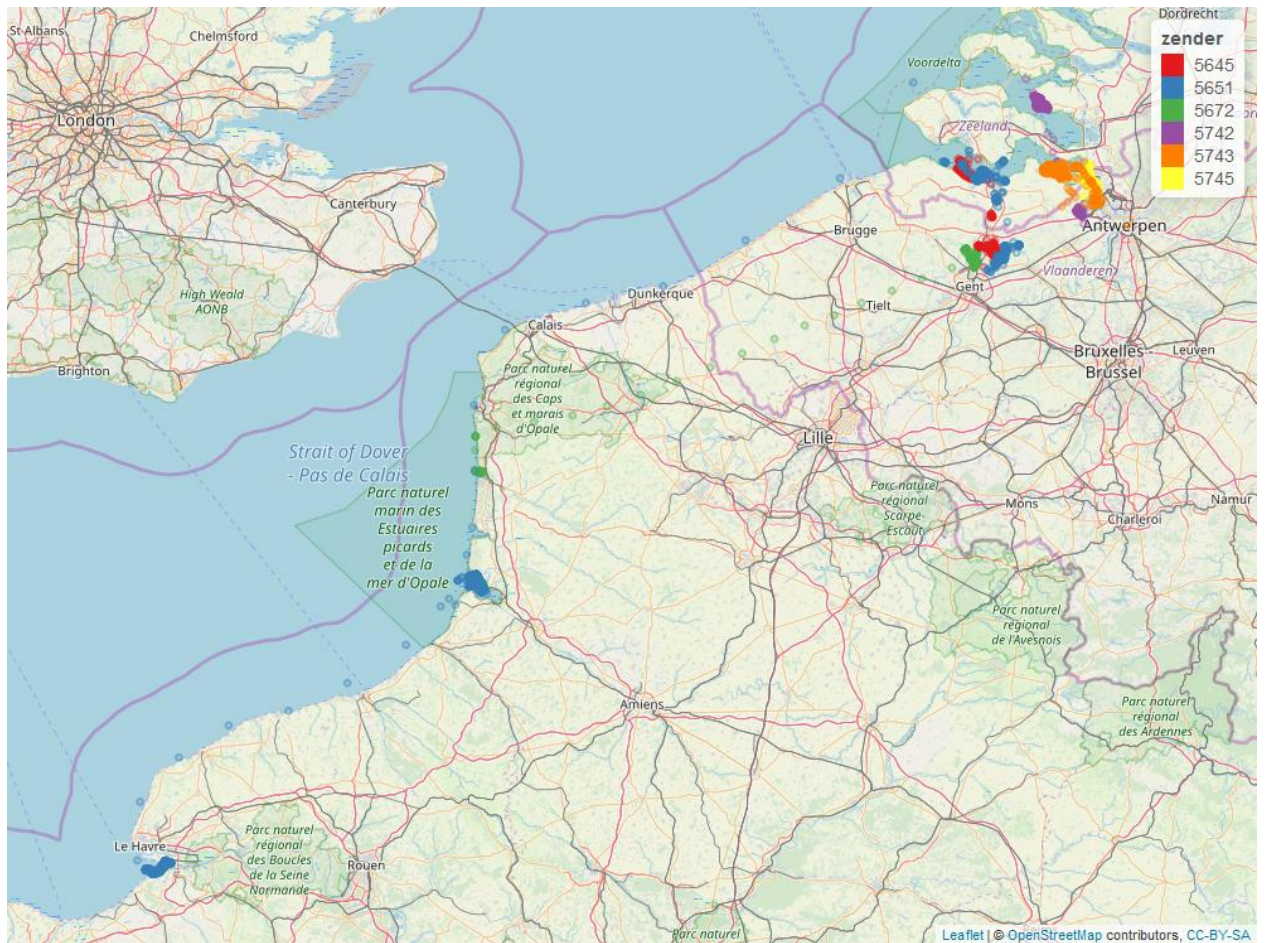
Ysebaert T. & Herman P.M.J. 2002. Beschrijven, modelleren en voorspellen van bodemdieren in een estuariene omgeving. NIOO-CEME rapport 2002-6. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

Ysebaert T., Craeymeersch J. & van der Wal D. 2016. De relatie tussen bodemdieren en hydro- en morfodynamiek in het sublitoraal en litoraal van de Westerschelde. Wageningen, IMARES Wageningen UR (University & Research centre) en Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee. IMARES rapport C066/16.

Zwarts L., Ens B.J., Goss-Custard J.D., Hulscher J.B. & Kersten M. 1996b. Why Oystercatchers *Haematopus ostralegus* cannot meet their daily energy requirements in a single low water period. *Ardea*, 84A, 269-290.

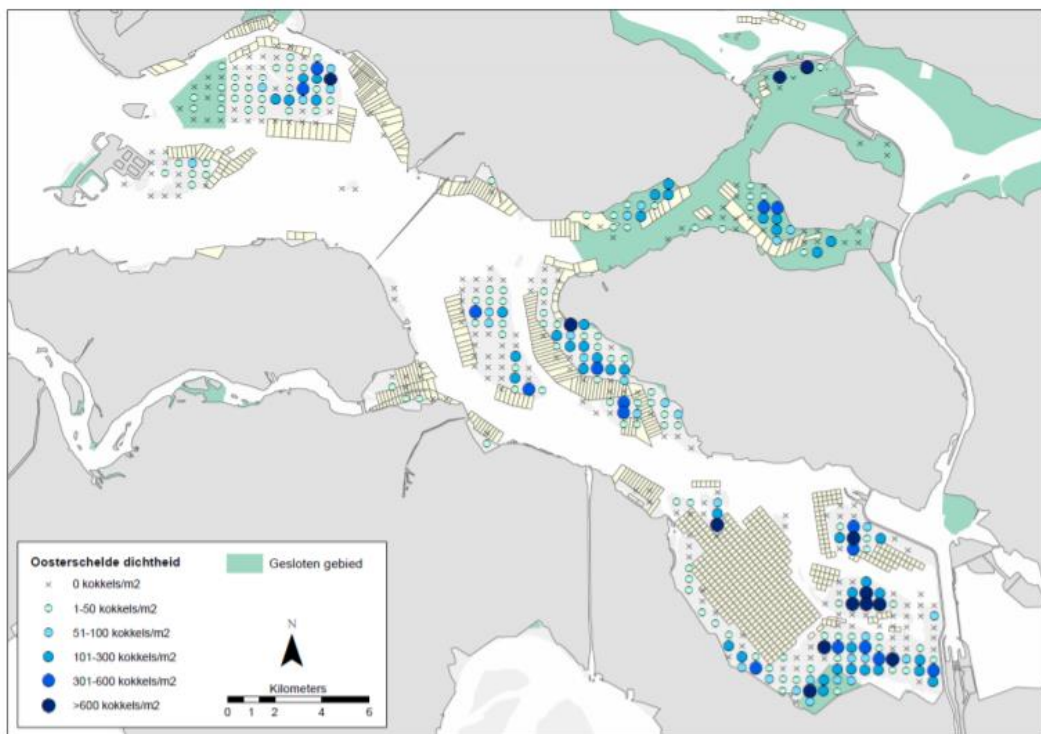
Zwarts L., Ens B.J., Goss-Custard J.D., Hulscher J.B. & Durell S.E.A.I.V.d. 1996a. Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea*, 84A, 229-268.

## 7 BIJLAGE

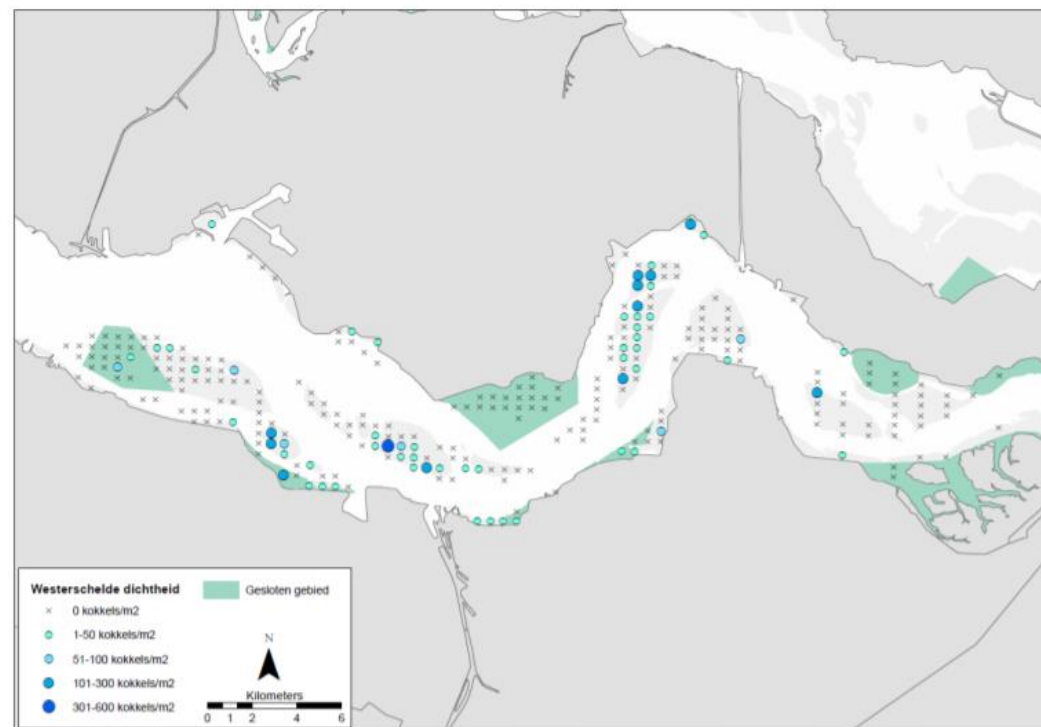


Figuur 7-1: Overzicht van scholeksters (zenders) met data voor meer dan 5 dagen.

A



B



Figuur 7-2: Dichtheden van kokkels (aantal per m<sup>2</sup>) in het litoraal in het voorjaar van 2018 (van Asch et al., 2018). **A:** Oosterschelde; **B:** Westerschelde.