



Vlaanderen
is wetenschap

Habitatmapping: foerageren van overwinterende watervogels op de slikken van de Zeeschelde

Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foerageergedrag
van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek

Gunther Van Ryckegem, Joost Vanoverbeke, Alexander Van Braeckel, Jeroen Speybroeck,
Emilie Hermans, Erika Van den Bergh

**INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK**

Auteurs:

Gunther Van Ryckegem, Joost Vanoverbeke, Alexander Van Braeckel, Jeroen Speybroeck, Emilie Hermans, Erika Van den Bergh

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel

Kliniekstraat 25, 1070 Brussel

www.inbo.be

e-mail:

Gunther.vanryckegem@inbo.be

Wijze van citeren:

Van Ryckegem G., Vanoverbeke J., Van Braeckel A., Speybroeck J., Hermans E., Van den Bergh E. (2017). Habitatmapping: foerageren van overwinterende watervogels op de slikken van de Zeeschelde. Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foerageergedrag van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (36). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.12797753

D/2017/3241/294

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (36)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Watervogels aan kreekoever van Kijkverdriet te Steendorp (telzone BAL_Kreek, 15 januari 2015) - foto Jan Soors

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

dept. MOW afdeling Maritieme Toegang



Habitatmapping: foerageren van overwinterende watervogels op de slikken van de Zeeschelde

Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foerageergedrag van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek

Gunther Van Ryckegem, Joost Vanoverbeke, Alexander Van Braeckel, Jeroen Speybroeck, Emilie Hermans, Erika Van den Bergh

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (36)

D/2017/3241/294

Dankwoord/Voorwoord

Dank aan de KU Leuven en prof. Luc Brendonck voor de externe stage professionalisering Emilie Hermans. Met dank voor het uitvoeren van de veldobservaties en data-invoer: Pieter Dhaluin, Jan Soors, Nico De Regge, Joram De Beukelaer en Thomas Terrie.

De monitoring zou niet mogelijk geweest zijn zonder de inzet van schepen van Waterwegen & Zeekanaal (Scaldis I) in het zoete deel en de schepen van DAB Vloot in het brakke deel van de Zeeschelde. Waarvoor dank.

INBO voert de maandelijkse watervogeltellingen uit in opdracht van W&Z afdeling Zeeschelde. Het onderzoek naar de relatie tussen habitatkenmerken en het foerageergedrag van watervogels kadert in het project 'Habitatmapping', in opdracht van MOW afdeling Maritieme Toegang.

Samenvatting

Het Schelde-estuarium is een belangrijk overwinteringsgebied voor watervogels. De ruimtelijke en temporele patronen van de soorten zijn goed gekend en worden jaarlijks gerapporteerd in het kader van de lopende monitoring. Er is echter een beperkte kennis over welke habitatkarakteristieken bepalend zijn om een gebied geschikt te maken als foerageergebied. Met dit eerste verkennend onderzoek willen we het foerageergedrag van vogels in kaart brengen in relatie tot een selectie van habitatkarakteristieken van slikplaten. Het onderzoek kadert in het project Habitatmapping dat tot doel heeft om ecologisch relevante ecotopen te definiëren. Ecologisch betekenisvolle ecotopen zijn zinvolle communicatie-eenheden voor ecosysteembeheer en -beleid. Ze faciliteren gekwantificeerde beleidsevaluaties en kunnen ingezet worden als hulpmiddel om voorspelde effecten van geplande beheeringrepen te begroten.

In december 2014 - januari 2015 en december 2015, werden vanop een schip watervogels geobserveerd op acht slikplaten, waarvan vier in de brakke zone (mesohalien) en vier in de zoetere zone (zwak brak tot zoet met lange verblijftijd). In elk focusgebied werden per vogelsoort aantallen, gedrag en afstand tot de waterlijn geregistreerd.

Op de slikplaten in de zoete zone domineren eenden, met de hoogste aantallen voor wilde eend en wintertaling. In de brakke zone domineren steltlopers en meeuwen. 25% van de waargenomen eenden waren aan het foerageren, hoofdzakelijk dicht bij de waterlijn en in de zone laag op het vrijliggende slik. In tegenstelling tot het verwachtingspatroon was het aantal foeragerende eenden in eerder hoogdynamische gebieden (met overwegend hoge stroomsnelheden) niet lager dan in eerder laagdynamische gebieden (met overwegend lagere stroomsnelheden). De verwachting is immers dat eerder laagdynamische gebieden een hogere dichtheid aan ongewervelde bodemdieren als voedselorganismen herbergen. De gegevens suggereren wel dat in eerder laagdynamische gebieden vooral gefoerageerd wordt bij opkomend tij terwijl het foerageren in eerder hoogdynamische gebieden zowel bij afgaand als bij opkomend tij gebeurt.

Voorliggend rapport is een weerslag van een eerste verkennende verwerking waarin ecotopen voor watervogels nog niet gedefinieerd worden. In de discussie worden een aantal nader te onderzoeken hypothesen geformuleerd. In een volgende fase willen we ter ondersteuning van die hypothesen extra variabelen onderzoeken en meer rechtstreeks onderzoeken of het foerageergedrag van watervogels gestuurd wordt door de samenstelling van de bodemdiergemeenschappen. Hiertoe werden macrobenthosstalen genomen in de telzones na de periode van vogelobservaties. Deze zullen helpen om de habitatkenmerken te definiëren die de winterse bodemdiergemeenschappen bepalen. Met de resultaten kunnen we voor foeragerende vogels interessante benthische ecotopen afbakenen. Inzicht in de link

vogels - benthos zal ons ook een beter begrip van het functioneren van het voedselweb in de Zeeschelde bijbrengen.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	12
2	DOELSTELLING	14
3	KENNISOVERZICHT	15
3.1	Ecotopen van de Zeeschelde.....	15
3.2	Ruimtelijke distributie van eenden in de Zeeschelde.....	16
3.3	Voedseleecologie van eenden in de Zeeschelde.....	17
3.4	Bodemdieren in de Zeeschelde	20
4	MATERIAAL EN METHODE	21
4.1	Onderzoekslocaties	21
4.2	Veldwerk	25
4.3	Aanvullende dataset	25
4.4	Statistische analyse	25
4.4.1	Modelbouw	25
5	RESULTATEN TELCAMPAGNES 2014-2015	28
5.1	Verkenning van de gegevens	28
5.2	Totaal aantal eenden.....	30
5.3	Aantal foeragerende eenden	33
6	AANVULLENDE RESULTATEN WATERVOGELS WINTER 1998-1999 (DATASET CAREMANS)	38
6.1	Totaal aantal eenden.....	38
6.2	Aantal foeragerende eenden	39
7	DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN TWEEDELIJSRAPPORTAGE	41

7.1	Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foeragegedrag van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek.....	41
7.1.1	Voorkomen in relatie tot saliniteit	41
7.1.2	Voorkomen in relatie tot waterdynamiek	41
7.1.3	Foerageren in relatie tot laagwater.....	43
7.1.4	De krekten	44
7.2	Selectie van abiotische en biotische variabelen bepalend voor het voorkomen van watervogels	44
7.2.1	Beschikbaar habitat.....	45
7.2.2	Voedsel.....	45
7.2.3	Toegankelijkheid van het voedsel	46
7.2.4	Antropogene verstoring	47
7.3	Voorstel tot selectie van variabelen voor tweedelijnsanalyse	48
7.4	Uitbreiding van de analyses naar andere vogelgroepen en -soorten.....	49
8	REFERENTIES	51
9	BIJLAGEN.....	55
9.1	Oppervlakte van de stroomsnelheidsklassen per telgebied	55
9.2	Profielvorm van de verschillende focusgebieden	56

Lijst van figuren

Figuur 3-1. Voorbeeld van a) Fysiotopen van een gebied en b) Geomorfologie van een gebied (Van Braeckel in Van Ryckegem et al., 2014)	16
Figuur 4-1. Situering van de vogeltelzones in het Schelde-estuarium.....	22
Figuur 4-2. Illustratie van de gemodelleerde stroomsnelheden in de verschillende vogeltelzones.....	24
Figuur 4-3. Modelnotatie voor analyses met glmMadmb in R. Voorbeeld van een model met factoren en interacties voor A) de huidige campagne en B) de dataset Caremans.....	27
Figuur 5-1: Soortverdeling van het aantal getelde vogels per stroomsnelheidsklasse (dynamiek) en per saliniteitszone. Enkel soorten met 1% of meer van het totaal worden weergegeven.	28
Figuur 5-2: Totaal aantal eenden en steltlopers (\pm standaard fout) in de focusgebieden.	29
Figuur 5-3: Totaal aantal eenden en steltlopers per hectare (\pm standaard fout) in de focusgebieden. Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.....	29
Figuur 5-4: Totaal aantal eenden per hectare (\pm standaard fout) in functie van saliniteitszone, dynamiek en tijdstip t.o.v. laagwater. -2 is tot 3 uur voor laag water (eb), 2 is tot 3 uur na laag water (vloed). Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.....	31
Figuur 5-5: Totaal aantal eenden per hectare (\pm standaard fout) opgedeeld in twee tijdsklassen (3uur voor en 3 uur na laag water) in de zoetwater zone voor de hoogdynamische, laagdynamische en de kreek telzones.	32
Figuur 5-6: Relatieve verhouding van aantal foeragerende eenden per hoogtezone in de focusgebieden.	33
Figuur 5-7: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in functie van saliniteitszone, dynamiek en tijdstip t.o.v. laagwater. Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.....	35
Figuur 5-8: Relatieve verhouding van het aantal foeragerende eenden per hoogtezone opgedeeld in twee tijdsklassen (3uur voor en 3 uur na laag water) voor de hoogdynamische en laagdynamische telzones in de brakke en zoete saliniteitszone.....	35
Figuur 5-9: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de zoetwater zone, inclusief de kreken.	36
Figuur 5-10: Aantal foeragerende en niet foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de zoetwater zone, inclusief de kreken.....	37

Figuur 6-1: Totaal aantal eenden (wintertaling en kraakeend) per hectare (\pm standaard fout) in de drie gebieden uit de dataset Caremans.....	39
Figuur 6-2: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de drie gebieden uit de dataset Caremans.....	40
Figuur 7-1. Schema met deelanalyses in het onderzoek Habitatmapping vogels.	49
Figuur 9-1. Illustratie van de profielvorm van de verschillende focusgebieden met de helling van het slik in 2016.(Van Braeckel & Elsen, 2017 – Moneoprofielen – behalve Doel-Kerncentrale – ongepubliceerde metingen – Van Braeckel A.).....	56

Lijst van tabellen

Tabel 3-1. Karakteristieken van dominante grondeleenden.....	19
Tabel 4-1. Lijst van de focusgebieden met dynamiek classificatie (HD = Hoogdynamisch, LD = Laagdynamisch).	23
Tabel 5-1: Resultaten van de GLMM op het totaal aantal eenden per hectare. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.....	30
Tabel 5-2: Resultaten van de GLMM op het aantal eenden per hectare in de zoetwater zone inclusief de krekens. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.	31
Tabel 5-3: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.....	34
Tabel 5-4: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare in de zoetwater zone, inclusief de krekens. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.	36
Tabel 5-5: Resultaten van de GLMM op het aantal niet foeragerende eenden per hectare in de zoetwater zone, inclusief de krekens. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie. ..	37
Tabel 6-1: Resultaten van de GLMM op het totaal aantal eenden per hectare in de dataset Caremans. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.....	38
Tabel 6-2: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare in de dataset Caremans. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.....	39

1 Inleiding

In het streefbeeld uit de LangeTermijnVisie (LTV) en in de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium (OS) van de VNCS (Vlaams Nederlandse Scheldec commissie) worden slikken en ondiepwaterzones als belangrijke ecotopen omschreven. In functie van de vestiging en evolutie van macro- en hyperbenthosgemeenschappen, vissen en vogels stelt de OS dat de laagdynamische ondiepwatergebieden en slikken de meest waardevolle zijn. Lage hydrodynamiek wordt vaak gekoppeld aan een bepaalde bovengrens voor de snelheid van de waterstroming en valt vaak samen met zones waar afzetting is van fijn sediment en organisch materiaal en waar er lokaal, in de luwere zones, hogere productiviteit is.

We hebben echter nog onvoldoende inzicht in de habitatkenmerken die echt sturend zijn voor de aanwezige levensgemeenschappen. Deze kennis is essentieel voor goed onderbouwd ecosysteembeheer. In de eerste fase van het habitatonderzoek, dat zowel werd uitgevoerd door het Waterbouwkundig laboratorium (WL) als het INBO lag de nadruk op het subtidaal gebied en de grens met het intertidaal. WL verbeterde de stroomsnelheidspatronen in de ondiepwaterzones, INBO focuste op de relatie stroomsnelheidspatronen - bodemdiergemeenschappen (macro- en hyperbenthos) (Van Braeckel et al., 2017).

In een tweede fase richten we ons op de kenmerken van de intertidale slikken in relatie tot het voorkomen van benthos en watervogels. De resultaten van het project Habitatmapping van het intertidaal gebied (slikken) voor bodemdieren (macro- en hyperbenthos) is nog in opmaak (Van Braeckel et al., in prep.). De voorliggende eerstelijnsrapportage is onderdeel van het slikonderzoek en spitst zich toe op de ecologische verschillen tussen vogeltelzones gekenmerkt door een overwegend laagdynamisch stromingsregime en zones met een meer hoogdynamisch stromingsregime. In een latere fase van het onderzoek (tweedelijnsrapportage) zal de habitatbepaling van de watervogels (deze studie) gecombineerd worden met de benthosmapping (Van Braeckel et al., in prep.).

Vogels en benthos als bio-indicatoren

Vogels en macrobenthos worden gebruikt als bio-indicatoren. Vogels zijn gemakkelijk waar te nemen en omdat ze bovenaan de voedselketen staan kunnen ze een aanduiding vormen voor de kwaliteit van de onderliggende niveaus (Kulshan 1993; Furness en Greenwood, 1993). Bovendien kunnen ze rekenen op publieke belangstelling. Bij het gebruik van vogels als indicator is het belangrijk om de samenstelling van de vogelfauna te beschouwen en om een goede kennis te hebben van hun ecologie.

Macrobenthos wordt vaak gebruikt als indicator om ecosysteemkwaliteit en veranderingen in een systeem aan te tonen (Herman et al., 1999). In andere estuaria kon men aantonen dat benthos gevoelig is voor veranderingen in waterkwaliteit, en dat de fauna diverser wordt als de kwaliteit toeneemt (Pearson & Rosenberg, 1978; Speybroeck et al. , 2014). Macrobenthos heeft een belangrijke positie in het estuarium. Het vormt een belangrijke voedselbron voor vissen, vogels en crustaceeën. Door zijn invloed op de energicyclus beïnvloedt het de samenstelling, diversiteit en dynamiek van vele andere biotische componenten in het estuarium (Herman et al., 1999). Macrobenthos is sessiel en ondergaat veranderingen in het milieu passief. Veranderingen in de samenstelling van de benthosgemeenschap, kunnen daardoor de omgevingsveranderingen van één plaats over een lange periode weerspiegelen.

2 Doelstelling

Het project Habitatmapping heeft als doel de ecologische eenheden of ecotopen, zoals die momenteel in de Zeeschelde gebruikt worden voor het kwantificeren van de evolutie van habitats, te valideren, beter te definiëren en te verfijnen met ecologisch relevante variabelen.

Deze rapportage is een eerstelijnsrapportage van watervogelobservaties in een aantal focusgebieden in de periode 2014-2015.

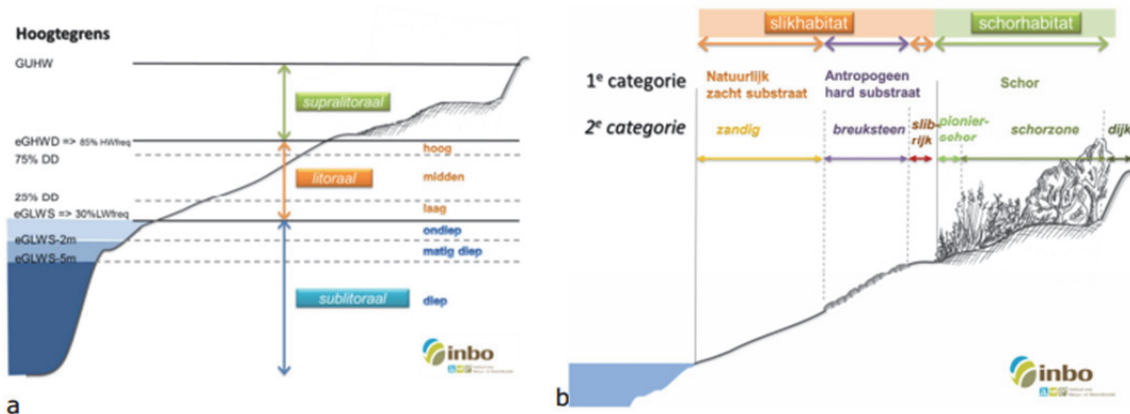
Deze eerstelijnsrapportage stelt volgende deeldoelstellingen:

- Een beknopte verkennende literatuurstudie uitvoeren en een inleidend kader schetsten van de voedsleecologie van watervogels in de Zeeschelde en de habitatkenmerken die daarvoor potentieel belangrijk zijn.
- Exploratieve data-analyse
- Verkennende modellering op basis van een eerste set omgevingsvariabelen
- Discussie en voorstel voor vervolgstappen in een tweedelijnsanalyse.

3 Kennisoverzicht

3.1 Ecotopen van de Zeeschelde

Ecotopen zijn ruimtelijk begrensde ecologische eenheden die worden bepaald door het voorkomen van een gelijkaardige soortengemeenschap binnen eenzelfde fysisch gedefinieerd gebied. Het zijn herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheden voor flora en fauna (Bouma et al., 2005, Van Braeckel et al. 2006). Een ecotopenkaart wordt opgebouwd uit een fysiotopenkaart en een geomorfologische kaart (Figuur 3-1). Een fysiotopenkaart wordt afgeleid uit topo-bathymetrie en getijparameters. Een geomorfologische kaart geeft de substraattypes weer die zacht of hard zijn en van oorsprong natuurlijk of antropogeen. Door fysiotopenkaarten en geomorfologische kaarten te combineren krijgen we een ecotopenkaart. Hoe groter het onderscheidend vermogen van de fysisch duidelijk gedefinieerde zones voor soorten en gemeenschappen, hoe beter de ecotopenkaart. De gedefinieerde ecotopen kunnen echter niet voor alle soortengroepen even relevant en onderscheidend zijn, ecotoopgrenzen kunnen verschuiven naargelang de soortengroep ter zake. Met het project Habitatmapping willen we de afbakening van ecotopen in de Zeeschelde valideren en verbeteren met biologische informatie over het voorkomen van soorten en gemeenschappen en met abiotische data die voorheen voor de Zeeschelde niet voorhanden waren, zoals gemodelleerde stroomsnelheden (Maximova et al., 2013). De huidige ecotoopindeling voor de Zeeschelde is afgebakend op basis van fysische karakteristieken zoals waterdiepte, droogvalduur en aard van het substraat (hard of zacht). Hydrodynamiek vormt naast saliniteit één van de belangrijkste sturende variabelen in het estuarium (Bouma et al. 2005) maar was tot nu toe nog niet beschikbaar voor de Zeeschelde. Toevoeging van deze hydrodynamiek en eventueel ook sedimenttextuur zou een meer betekenisvolle afbakening van ecologische eenheden kunnen opleveren.. Dit rapport onderzoekt vooral het onderscheidend vermogen en de relevante fysisch/abiotische ecotopen in relatie tot het habitatgebruik door doortrekkende en overwinterende watervogels.



Figuur 3-1. Voorbeeld van a) Fysiotopen van een gebied en b) Geomorfologie van een gebied (Van Braeckel in Van Ryckegem et al., 2014)

3.2 Ruimtelijke distributie van eenden in de Zeeschelde

Langsheen de saliniteitsgradiënt van het Schelde-estuarium zijn er verschillende vogelgemeenschappen te herkennen. De ruimtelijke analyse door Ysebaert et al. (2000) toonde dat de vogelgemeenschap van de zone zoet lang en oligohaliën samen clusterde en dat in de mesohaliëne zone een andere vogelgemeenschap kon herkend worden. Hoewel de vogelaantallen in de Zeeschelde sterk verminderden sinds 2005 is er geen vermoeden dat de samenstelling van de vogelgemeenschap veranderde tussen de saliniteitszones.

De grondslag van de lokale habitatselectie bij de aanwezige overwinteraars ligt erin dat de dieren zich zodanig gaan spreiden zodat ze hun voedselopname en overleving maximaliseren ("Ideal Free Distribution – IFD"). Onder andere omwille van competitie voor dezelfde voedselbron en territoriumgedrag gaan individuen op een bepaald moment uitwijken naar minder voedselrijke locaties om interferentie te beperken. Het belang van interferentie en de keuze van soorten of individuen om hun foerageerlocatie en gedrag aan te passen is variabel, afhankelijk van tal van factoren en zorgt voor een brede range aan zones dewelke uiteindelijk worden geëxploiteerd. Eenden zijn vaak relatief tolerant tegenover soortgenoten in de winterperiode. Toch speelt ook bij deze soorten een sociale rangorde in relatie tot de toegang tot de 'beste' foerageerplek (bv. Harper, 1982).

In estuaria speelt ook sterk het effect van de getijdenwerking in de keuze van de foerageerlocatie. De meeste eendensoorten foerageren in de Zeeschelde en ook in andere estuaria op de slikken en in ondiep water en rusten op de schorren en de breuksteenoevers bij hoog water (Van Ryckegem et al., 2006).

In volgend hoofdstuk wordt toegelicht hoe verschillende soorten, maar potentieel ook verschillende individuen, samen kunnen voorkomen en meer of minder dezelfde

voedselbron kunnen aanboren. In hoofdstuk 7.2 wordt dieper ingegaan op de habitatkenmerken die bepalend zijn voor het voorkomen van de watervogels en hun voedsel.

3.3 Voedseleecologie van eenden in de Zeeschelde

Eenden hebben vaak een opportunistisch menu: ze eten het voedsel dat abundant is. Vermits er zo dus een grote diversiteit aan voedselbronnen wordt aangewend, kunnen voor veel soorten geen soort-specifieke voedselvoorkeuren worden beschreven (Baldassarre en Bolen, 1994). Mogelijke voedselbronnen zijn: zaden, wieren, hogere planten, Oligochaeta, Nematoda, Mollusca, Crustacea, insecten en hun larven.

De meest abundante grondeleenden in de Zeeschelde zijn momenteel: smient, krakeend, wintertaling, pijlstaart, bergeend en wilde eend (Van Ryckegem et al. 2013).

Smienten zijn herbivoren en foerageren vooral op de schorren of binnendijks in natte graslanden. Ze voeden zich selectief met plantendelen met de hoogste voedingswaarde (Jacobson, 1992). De slikken van de Zeeschelde worden vooral als rust- en/of vluchtgebied gebruikt.

Van de overige abundante grondeleensoorten kan gesteld worden dat ze zich voeden op de slikken. Toch zijn er verschillen in de voedselpreferentie en dus in de exploitatie van de aanwezige voedselvoorraad.

Eerst wordt er een overzicht per soort gegeven van de vastgestelde voedselkeuze in het Schelde-estuarium, vervolgens wordt er op basis van literatuur uitgelegd waarom deze verschillende soorten deels andere niches innemen op het slik.

In de Zeeschelde foerageren krakeenden zowel op wieren die op steenbestortingen groeien als op Oligochaeta in het slik (Caremans, 1999). Dat ze in de Zeeschelde vooral op lage breuksteen foerageren, waar er weinig wier groeit, doet al vermoeden dat ze ook daar vooral op benthos prederen dat zich tussen de stenen verstopt (Van Ryckegem et al., 2006). Krakeenden bevinden zich zowel in zoet als brak water en foerageren vooral vanuit het water en op de waterlijn.

Wilde eend is omnivoor en ook de wintertaling gedraagt zich als omnivoor in de Zeeschelde (Cramp & Simmons, 1977; Van Ryckegem et al., 2006). Hoge densiteiten aan oligochaeten in de Zeeschelde doen vermoeden dat dit een belangrijke voedselbron vormt voor beide soorten. Wintertaling is eerder aangepast aan het foerageren op zaden maar in de Zeeschelde blijkt de zaadvoorraad op het slik bijzonder laag te zijn (Hendrickx, 1997). De ruimtelijke distributie van de wintertalingen in de Boven-Zeeschelde is vooral gestuurd door oppervlakte en de spreiding in droogvalduur van de slikken. Er is een positief verband tussen deze

variabelen en het voorkomen van de soort (Vanoverbeke et al. 2017; Van Ryckegem & de Jong, 2016).

De pijlstaart is een omnivoor (Cramp en Simmons, 1997). Kennis over het foerageergedrag van pijlstaart in de Zeeschelde ontbreekt. (Van Ryckegem et al., 2006). De hoge aantallen op het moment van de piekabundanties van oligochaeten doet vermoeden dat deze soort zich vooral benthivoor gedraagt in de Zeeschelde (Van Ryckegem et al., 2006).

Bergeenden zijn benthivoor en eten macrobenthos en microfytobenthos. Voor bergeend kon men in de Zeeschelde een verband aantonen tussen de biomassa en densiteit van het aanwezige macrobenthos en het aantal foeragerende bergeenden (Beyen, 1994). Het benthos in de onderzochte bodemstalen verschilde per onderzochte zone maar bestond vooral uit *Oligochaeta*, *Hediste diversicolor*, *Heteromastus filiformis*, *Corophium volutator* en *Macoma baltica*. De positieve correlatie toont aan dat dit waarschijnlijk belangrijke voedselorganismen van de bergeend zijn in de Zeeschelde. Er is geen onderzoek geweest naar het beschikbare microphytobenthos op deze locaties. Het belang van deze voedselbron kon tot op heden in de Zeeschelde niet begroot worden.

Naast bovenvermelde soorten komen ook een aantal duikeenden voor. De tafeleend en kuifeend zijn ook omnivore soorten, die in de Zeeschelde voornamelijk onder water in het subtidaal op de waterbodem foerageren (tijdens de laatste uren van afgaand water). Hierbij duiken de tafeleenden tot 8.5 m onder de waterspiegel, op zoek naar macrobenthos (*Oligochaeta*) (Tessens, 2006). In de periode 1993-2007 kwamen duikeenden zoals de tafeleend en ook de kuifeend talrijker voor, maar de soorten zijn de laatste jaren nagenoeg afwezig.

Hoewel de verschillende eendensoorten morfologisch sterk op elkaar lijken zijn er soortspecifieke kenmerken die resulteren in een potentiële verdeling van de voedselvoorraad. Hierdoor gaan soorten dus potentieel verschillende ecologische niches innemen in het Schelde-estuarium.

Gurd (2007, 2008) stelt dat op basis van snavelmorfologie en energiehuishouding 7 verschillende eendensoorten (waaronder wilde eend, wintertaling, pijlstaart en tafeleend) hetzelfde voedsel prefereren indien competitie laag is en de voedselbron abundant is. Bij toenemende competitie en afnemende voedselbeschikbaarheid van de primaire voedselbron (in casu Zeeschelde de oligochaeten) zal er meer specialisatie optreden (cf. Guillemain et al., 2002), verdelen ze de primaire voedselbron en gaan ze foerageren op andere (secundaire) voedselbronnen (in casu Zeeschelde: zaden, grotere wormen, aanspoelsel, hyperbenthos, wieren,...).

In situaties met relatieve voedselschaarste (b.v. koude periode, einde winter, minder abundantie van een primaire, geprefereerde voedselbron) is de overschakeling op secundaire voedselbronnen gelinkt aan de morfologie van de grondeleenden. De

voornaamste kenmerken die hierbij differentiëren zijn snavelmorfologie en lichaamslengte.

De grondeleenden pompen bij het foerageren op de slikken een mengsel van sediment en water over lamellen in hun bek om de grotere partikels (veelal voedsel) uit het sediment te filteren. Door hun tong naar achter in te trekken zuigen ze water of nat sediment via de voorkant in de snavelholte. De snavel wordt gesloten en de tong wordt naar voor in de snavelholte geduwd. Hierbij persen ze het water uit de snavelholte via de lamellen en openingen aan de achterzijde van de snavel. Het grover materiaal blijft achter op de lamellen. Grof sediment, veel laag-energetisch detritus of sediment dat veel schelpmateriaal bevat zal vermeden worden omdat deze de efficiëntie van het foerageren verminderen.

De afstand tussen de lamellen en de gelaten ruimte tussen boven- en ondersnavel bepaalt de prooigrootte. De relevante soorten voor het Schelde estuarium en hun lameldensiteit zijn opgenomen in Tabel 3-1. Nudds et al. bepaalden een lameldensiteit van 15.0 lamellen per cm bij wintertaling. Dit komt overeen met een lamelafstand van 660µm. Verder is het opvallend dat een slobbeend een veel fijnere lameldensiteit heeft. Wilde eend heeft lamellen die het verst uit elkaar staan (1250 µm).

Tabel 3-1. Karakteristieken van dominante grondeleenden.

Soort	Lameldensiteit (#/cm) ¹	lichaamslengte (cm) ²	Gemiddelde Gewicht (g) ¹
Wintertaling	15.0	34-43	320
Wilde eend	8.0	50-65	1180
Pijlstaart	10.1	60-65	950
Krakeend	12.2	46-58	900
Slobeend	21.5	43-56	660
Bergeend	NA	55-65	1000

1 : Nudds et al. (1994)

2: Del Hoyo et al. (1992)

De lengte van de nek als morfologische adaptatie en de afstand tussen de lamellen zijn bij grondeleenden naar voor geschoven als de belangrijkste evolutionaire aanpassingen in het bepalen van de niche van verschillende soorten eenden in dezelfde habitats (Pöysä et al., 1994; Nudds et al., 2000; Guillemain et al., 2002).

Andere aspecten die een mogelijke rol spelen in de keuze van het voedselgebied is de energiebehoefte van de verschillende soorten. Kleinere dieren hebben een hogere BMR (basal metabolic rate) dit staat bekend onder de vorm van Kleibers wetmatigheid (Kleiber, 1947). Deze stelt dat de BMR schaalt tot de macht $\frac{3}{4}$ van hun massa. Er zit relatief veel ruis op deze relatie maar ze is algemeen aanvaard in de fysiologie. Bovendien zijn kleinere soorten gevoeliger voor koude door een kleinere verhouding van oppervlakte en volume. Zo stelt men voor kleine steltlopers vast dat deze in de overwinteringsgebieden langer foerageren dan grotere soorten (Zwarts, 1974). Ze hebben dus een bredere range aan geschikt habitat nodig. Deze relatie werd nog niet onderzocht voor de eenden. De meeste soorten zitten relatief dicht bij elkaar van oppervlakte/volume verhouding maar de wintertaling is als kleinste eend van Europa toch te beschouwen als een soort die zich potentieel gedraagt zoals kleinere steltlopers.

3.4 Bodemdieren in de Zeeschelde

De voornaamste functie van het slikhabitat voor watervogels is rustgebied en voedselvoorziening. Bodemdieren vormen er de belangrijkste voedselbron. In de periode met grote aantallen watervogels (voor 2007) werd voor wintertaling, bergeend en tafeleend in de Zeeschelde een positief verband geobserveerd en aangetoond tussen het voorkomen van de watervogels en de aanwezigheid van bodemdieren (Oligochaeta) door het uitvoeren van vogelobservaties en het nadien onderzoeken van de slikken op aanwezig voedsel (Beyen, 1994; Dethier, 1997; Tessens, 2006). In deze studies werd geen link gezocht met de specifieke habitatkenmerken die garant staan of verklaren waarom vogels of de aanwezige bodemdieren meer of minder voorkwamen. In voorliggende studie wensen we specifiek te onderzoeken welke habitat(ecotoop)variabelen verklarend zijn in het voorkomen van de vogels.

In de intertidale zone van de Westerschelde werd met toenemende stroomsnelheid en afnemende droogvalduur een lineaire afname vastgesteld van biotische indicatoren (soortenrijkdom, densiteit en biomassa macrobenthos) (Ysebaert et al., 2016). Dankzij recente stroomsnelheidsmodellen kan nu ook in de Zeeschelde een onderscheid gemaakt worden tussen hoogdynamische zones (hoge stroomsnelheid) en laagdynamische zones (lage stroomsnelheid). In subtidale gebieden blijken ook in de Zeeschelde bodemdieren een hogere densiteit te bereiken in laagdynamische zones (lage stroomsnelheid) (Van Braeckel et al., 2017). Voor de intertidale gebieden dient dit verder onderzocht te worden.

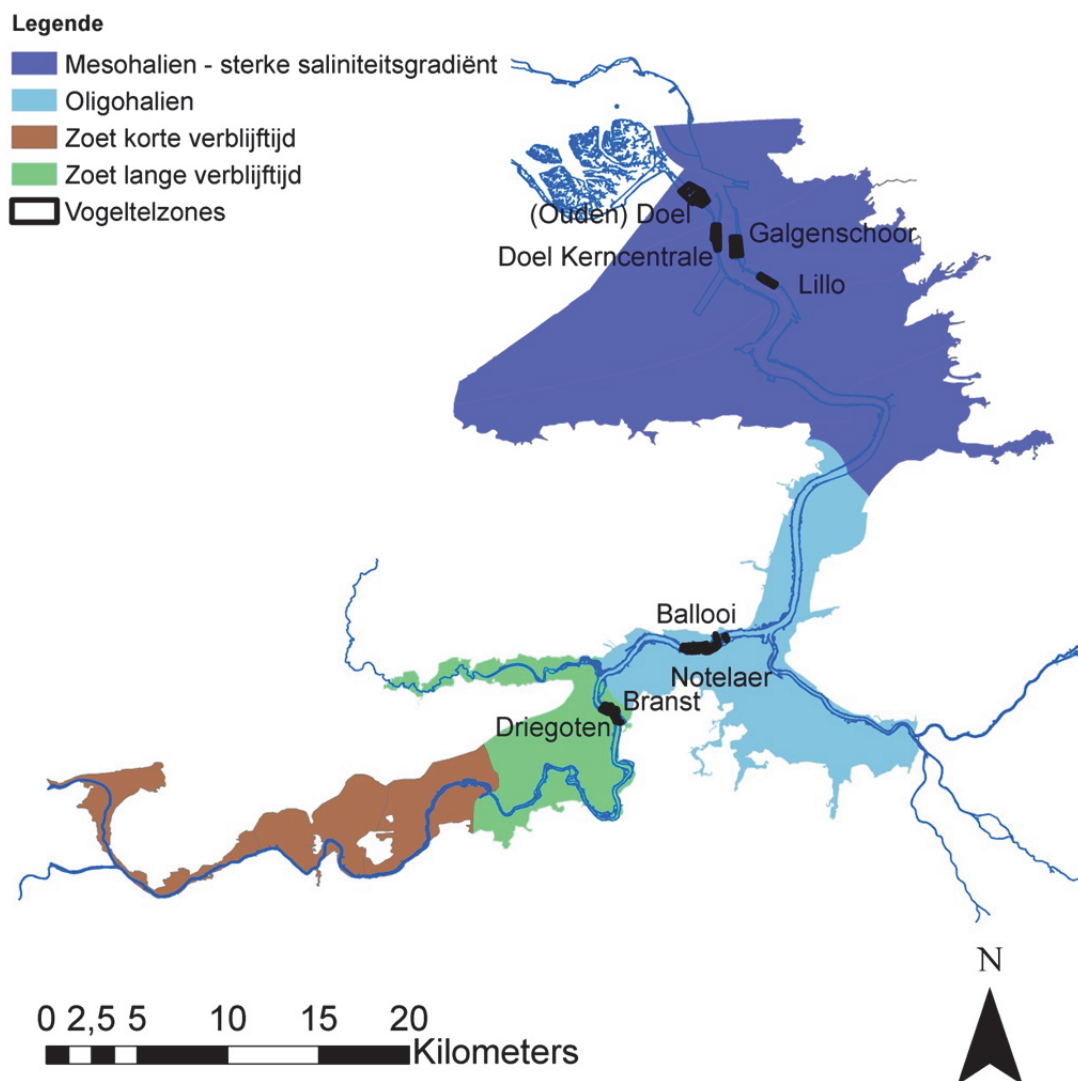
4 Materiaal en methode

4.1 Onderzoeklocaties

Voor het project Habitatmapping Zeeschelde, uitgevoerd in samenwerking met het Waterbouwkundig Laboratorium, werd per saliniteitszone een focuszone geselecteerd (WL: Maximova et al. 2013). Voor de macrobenthos habitatmapping zijn de focuszones uit de 4 saliniteitszones aangehouden (INBO: Van Braeckel et al., 2017). Voor de habitatmapping watervogels is gefocust op slechts twee zones: de mesohaliene zone enerzijds en de oligohalien-zoete zone met lange verblijftijd anderzijds. Door de vergelijkbare samenstelling van de watervogelgemeenschap in de zwak brakke (oligohalien) en zoete zone (Ysebaert et al. 2000) worden deze focuszones hier samengenomen. Omwille van de eerder beperkte aantallen watervogels in het focusgebied van de zoete zone met korte verblijftijd werd in deze zone niet nader gezocht naar de relatie tussen fysische kenmerken en het habitatgebruik door watervogels.

Dit datarapport beschrijft de resultaten van twee watervogelcampagnes uitgevoerd in de winters van 2014/15 en 2015/16. Tijdens deze campagnes werden vogelobservaties uitgevoerd in acht focusgebieden.

1. Mesohalien - Brakke zone:
 - a. plaat van Doel ter hoogte van Ouden Doel/Paardenschor (linkeroever)
 - b. subtidaal gebied nabij slikken ter hoogte van Doel (linkeroever)
 - c. plaat van Lillo ter hoogte van Galgenschoor (rechteroever)
 - d. slik voor Lillo (rechteroever)
2. Oligohalien - Zoetwaterzone:
 - a. slikplaat van de Ballooi (oligohalien, linkeroever)
 - b. slik aan de Notelaer (oligohalien, rechteroever)
 - c. slik ter hoogte van het Schor van Branst (zoet met lange verblijftijd, rechteroever)
 - d. slik van Driegoten/De Kont (zoet met lange verblijftijd, linkeroever).



Figuur 4-1. Situering van de vogeltelzones in het Schelde-estuarium.

De habitatkenmerken van de focusgebieden zijn uitvoerig besproken in het onderzoeksluik habitatmapping – subtidaal (Van Braeckel et al., 2017) en habitatmapping intertidaal (Van Braeckel et al., in prep.). De focusgebieden verschillen inzake tal van habitatkenmerken zoals saliniteit, waterdynamiek, hoogteligging, overspoelingsduur, vorm van het dwarsprofiel en sedimenttextuur.

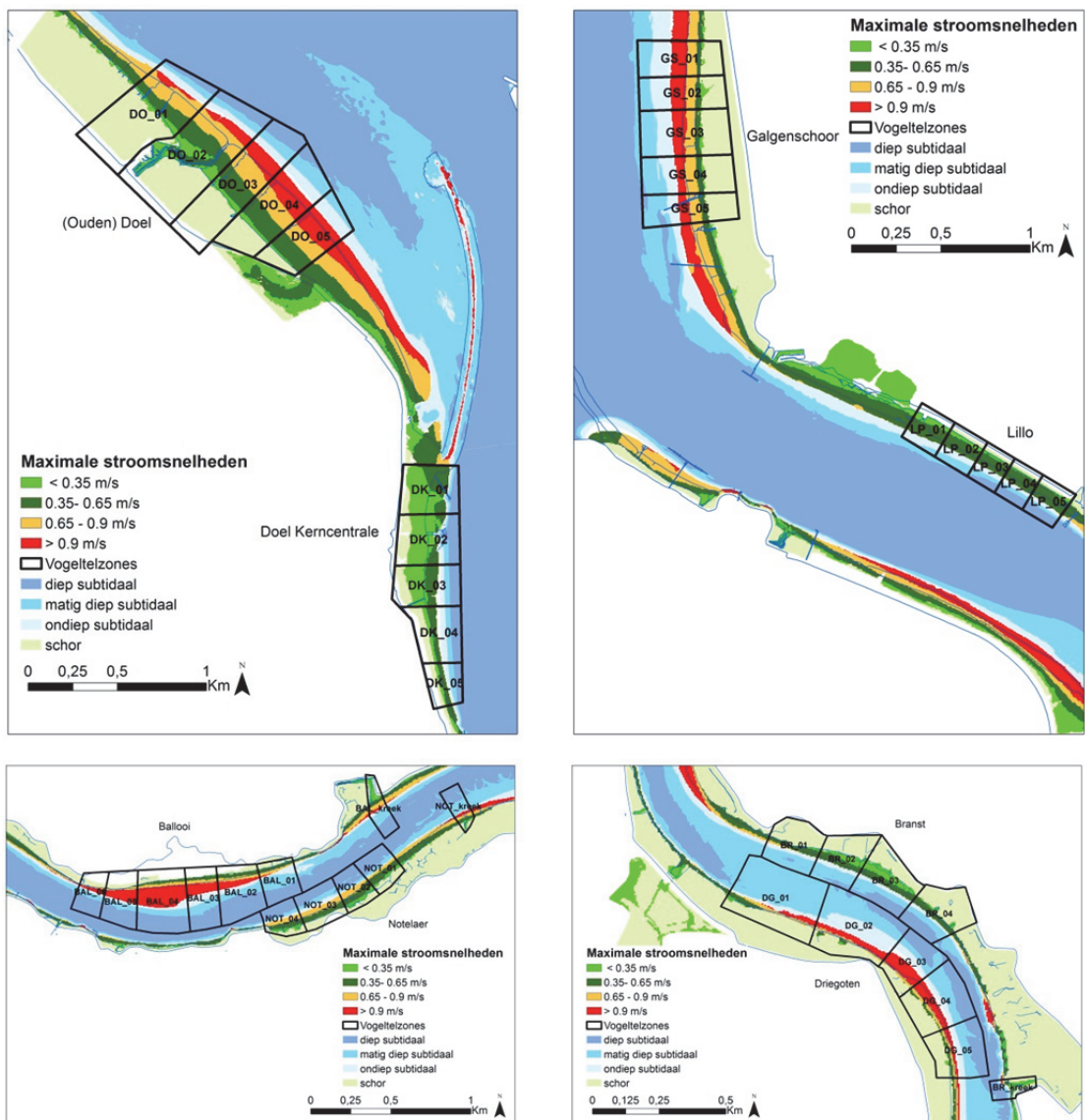
Binnen elke saliniteitszone zijn focusgebieden afgebakend op basis van waterdynamiek (i.e. gemodelleerde maximale stroomsnelheden op de slikken). Voor dit onderzoek is de toen beschikbare numerieke gemodelleerde stroomsnelheidsvelden gebruikt uit het Nevla model (simulatieperiode 22-29 juni 2009; Maximova et al., 2013). De stroomsnelheden voor deze droogvallende gebieden waren nog beperkt gekalibreerd en was geen onderscheid gemaakt in eb en vloed. Als basis voor de classificatie en gecontroleerd op basis van substraatkarteringen in het veld (thv de MONEOS-

profielen) zijn klassiegrenzen gebruikt van 0.35, 0.65 en 0.9 m/s maximale stroomsnelheid op de slikken.

Dit resulteerde in koppels van focusgebieden die contrasteren in oppervlakte aandeel van hoogdynamisch habitat (Tabel 4-1, Figuur 4-2, Bijlage 1). Bij de klassiegrens 0.9m/s, zoals gebruikt in het zoute ecotopenstelsel (Bouma et al. 2005), is een duidelijk onderscheid waar te nemen met een aandeel lager dan 2% hoog dynamisch habitat in de LD-gebieden.

Tabel 4-1. Lijst van de focusgebieden met dynamiek classificatie (HD = Hoogdynamisch, LD = Laagdynamisch).

Saliniteit	Koppel	Focusgebied	Hydro-dynamiek	Opp. Aandeel hoogdynamisch habitat keuze grens maximale stroomsnelheid				Gebieds-Opp. (ha)
				> 0.9m/s		> 0.65m/s		
				ha	%	ha	%	
Brak	1	(Ouden)Doel	HD	10.4	24%	23.7	54%	43.9
		Doel – Kerncentrale	LD	0	0%	0	0%	13.1
	2	Galgenschoor	HD	7.1	42%	13	77%	3.3
		Lillo thv ontpoldering	LD	0	0%	0	0%	4.3
Zwak brak-Zoete zone	1	Ballooi	HD	7.6	58%	10.2	78%	17.2
		Notelaer	LD	0.2	2%	3	38%	16.8
	2	Branst	LD	2.4	0%	3.6	3%	9.3
		Driegoten	HD	0	56%	0.1	83%	7.9



Figuur 4-2. Illustratie van de gemodelleerde stroomsnelheden in de verschillende vogeltelzones.

4.2 Veldwerk

Tijdens de maanden december 2014 – januari 2015 (zoet) en december 2015 (brak), werden vogelobservaties uitgevoerd vanop een schip langsheen de studiegebieden. Naargelang het gebied werden tussen 16 en 32 telsessies uitgevoerd. Specifiek voor het watervogelonderzoek Habitatmapping werd elk studiegebied onderverdeeld in verschillende telzones (Figuur 4-2), die evenwel niet onderscheiden werden in deze eerstelijns analyse. Voor elke sessie werden de telzone, het tijdstip, het aantal vogels per soort, hun gedrag en hun locatie ten opzichte van de waterlijn bepaald. Voor het gedrag werd enkel onderscheid gemaakt tussen foerageren en niet foerageren. Voor de locatie werd een onderscheid gemaakt tussen de bovenste twee derde van het vrijliggend slik (hoog slik) op het moment van de telling, het onderste derde van het vrijliggend slik (laag slik), de waterlijn en het open water. De termen ‘hoog’ en ‘laag slik’ zijn in deze context dus gerelateerd aan de waterlijn en niet aan absolute hoogte (of bepaalde oppervlakte) of overspoelingsduur.

4.3 Aanvullende dataset

Naast de vogeltelzones van dit onderzoek, werd ook een aanvullende dataset gebruikt, die werd bekomen in de winter 1998-1999 (Caremans, 1999). De gegevens uit deze dataset hebben nagenoeg dezelfde structuur als de recentere gegevens en worden hier opnieuw geanalyseerd, analoog aan de analyse voor de huidige onderzoekslocaties. Tijdens de campagne in de winter 1998-1999 werden drie vogeltelzones afgebakend: Kallo-Royersluis (mesohalien), Burcht-Rupelmonding (oligohalien), Temsebrug-Durmemonding (oligohalien – zoet lang). Deze vogeltelzones werden toen niet afgebakend op basis van gemodelleerde stroomsnelheden op de slikken, maar indien we het huidige 0,65m/s criterium nu retro-actief toepassen zijn Kallo-Royersluis en Burcht-Rupelmonding als hoogdynamisch en Temsebrug-Durmemonding als eerder laagdynamisch te klasseren. Voor elk van deze gebieden zijn tussen 16 en 25 onafhankelijke tellingen (linkeroever en rechteroever) uitgevoerd. Hierbij werd het aantal foeragerende en niet foeragerende vogels geteld en is voor elke telling informatie aanwezig over het tijdstip ten opzichte van het laagwatermoment. Tijdens deze campagne werd echter enkel wintertaling en krakeend geteld.

4.4 Statistische analyse

4.4.1 Modelbouw

Univariatie regressieanalyses (generalized linear mixed models (GLMM)) werden gehanteerd om de abundantie van de eenden in verband te brengen met sturende ruimtelijke omgevingsvariabelen. De analyses werden uitgevoerd in de statistische

omgeving R met het package glmmADMB. Voor de eerste verkennende analyses, besproken in dit rapport, werden de telzones binnen elk focusgebied alsook de eendensoorten gepoold (wilde eend, wintertaling, krakeend, bergeend, kuifeend, smient en pijlstaart; enkel wintertaling en krakeend voor dataset Caremans). Dit vereenvoudigt de complexiteit van de analyse. In de huidige analyses werden geen habitatkenmerken gebruikt die variëren tussen de verschillende telzones binnen een focusgebied. Indien nodig kunnen in een later stadium analyses gedaan worden die rekening houden met specifieke habitatkarakteristieken van individuele telzones. Ook voor de soorten kan overwogen worden om, indien nodig en indien mogelijk, analyses per soort uit te voeren. In de focusgebieden werden telzones in grote kreekmondingen afgebakend die enigszins afgescheiden liggen van de rest van de telzones binnen deze focusgebieden (zie Figuur 4-2) en die andere hydrodynamische eigenschappen hebben. De data van deze telzones werden uit de gepoolde data verwijderd. In bijkomende analyses met enkel de data uit het zoetwatergebied werden de data uit de krekens als aparte categorie behandeld. Hoewel de krekens eerder laagdynamisch zijn werden ze toegevoegd als een aparte categorie voor de factor 'dynamiek', om het onderscheid te maken met de andere laagdynamische gebieden. Om een gebalanceerde design te verkrijgen werd de tijd ten opzichte van laag water opgedeeld in vier tijdzones: tussen 6 en 3 uur voor laag water, tussen 3 en 0 uur voor laag water en tussen 0 en 3 uur na laag water en tussen 3 en 6 uur na laag water. Na een eerste dataverkenning werd voor enkel verder gewerkt met de tijdzones tussen 3 uur voor laagwater en 3 uur na laagwater. Dit omdat gegevens voor de uiterstetijdzones slechts sporadisch en niet voor alle gebieden beschikbaar zijn. Bij een vergelijking tussen gebieden is deze aanpak noodzakelijk omdat anders geen gebalanceerde design bij de analyses verkregen wordt.

Er werd een GLMM toegepast met log link functie en negatief binomiale foutverdeling. Preliminair analyses toonden aan dat een Poissonfoutverdeling de spreiding van de fout niet voldoende kan verklaren, zoals zichtbaar in de maat voor overdispersie. De afhankelijke variabele in deze analyses is het aantal getelde vogels. Er werden analyses uitgevoerd zowel op het totaal aantal eenden (rusten en foerageren) per focusgebied als op het aantal foeragerende eenden per focusgebied. De verklarende variabelen voor de huidige campagne zijn, 'saliniteitszone' (brak versus zoet), 'dynamiek' (hoogdynamisch versus laagdynamisch) en 'tijdstip ten opzichte van laagwater'. Voor de dataset Caremans zijn de verklarende variabelen 'gebied' en 'tijdstip ten opzichte van laagwater'. Om de ruimtelijke afhankelijkheid in rekening te brengen in de huidige campagne werd 'gebied' hier als random factor toegevoegd. Om temporele afhankelijkheid in rekening te brengen werd ook 'telsessie' als random factor toegevoegd (zowel voor de dataset Caremans als voor de huidige campagne). De oppervlakte van elk focusgebied (maximale vrij liggende slikoppervlakte bij laagwater) werd in rekening gebracht als offset zodat de aantallen in de analyses worden

vergeleken per eenheid van oppervlakte. Het meest complexe model dat werd geanalyseerd bevat, naast de random factoren en de offset, de verklarende variabelen en hun interacties en wordt weergegeven in Figuur 4-3. Om de significantie van individuele factoren te testen wordt dit model systematisch afgebouwd. De afbouw gebeurt door telkens een model inclusief een bepaalde factor te vergelijken met een model exclusief die factor aan de hand van Chi-square testen (via de drop1 functie in R). Indien de p-waarde significant is (< 0.05) dan verschillen de modellen van elkaar en levert de weggelaten factor een significante bijdrage tot het verklaren van de waargenomen aantallen.

Figuur 4-3. Modelnotatie voor analyses met glmmadmb in R. Voorbeeld van een model met factoren en interacties voor A) de huidige campagne en B) de dataset Caremans.

```
A) Model.NB1 <- glmmadmb(Aantal ~ Tijd.tov.LW*Dynamiek*Saliniteit +
  offset(Opp.log) + (1|Gebied) + (1|Telsessie),
  data=Eenden,
  family="nbinomial",
  zeroInflation=FALSE,
  admb.opts=admbControl(maxfn=50000,imaxfn=50000))

B) Model. NB1 <- glmmadmb(Aantal ~ Tijd.tov.LW*Gebied +
  offset(Opp.log) + (1|Telsessie),
  data=Eenden,
  family="nbinomial",
  zeroInflation=FALSE,
  admb.opts=admbControl(maxfn=50000,imaxfn=50000))
```

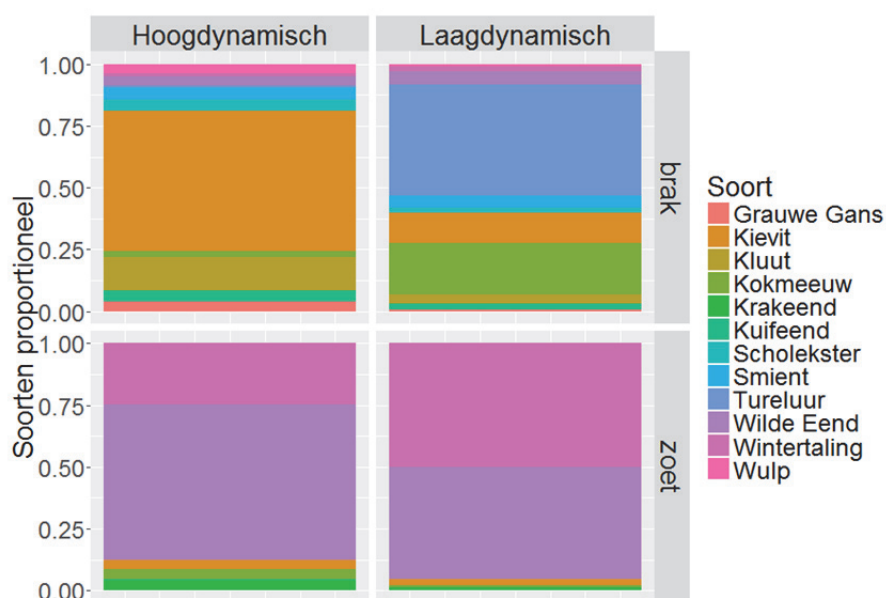
5 Resultaten telcampagnes 2014-2015

5.1 Verkenning van de gegevens

Tijdens de campagnes van 2014-2015 werden 52 154 vogels geteld. Twee hoofdgroepen werden onderscheiden: eenden, (met als voornaamste wilde eend, wintertaling, kraakeend, bergeend, kuifeend, smient en pijlstaart) en steltlopers. (met vooral bonte strandloper, goudplevier, kluut, kievit, rosse grutto, scholekster, tureluur, wulp en zilverplevier). Daarnaast werden ook nog grote groepen meeuwen geteld en aalscholvers en reigers.

In de zoetwaterzone werden vooral eenden waargenomen met wilde eend en wintertaling als meest talrijke soorten (Figuur 5-1). In de brakwaterzone worden relatief minder eenden geteld maar veeleer tureluur, kievit, kluut en kokmeeuw (in grote troepen). Grote aantallen steltlopers beperken zich tot slechts twee gebieden: Ouden Doel (verder ook Doel genoemd) en Doel-Kerncentrale. Dit zijn ook de gebieden met de grootste slikoppervlakte.

Binnen de zoete zone vormt Driegoten het gebied met het hoogste gemiddeld aantal eenden per telsessie (Figuur 5-2). In de overige gebieden werden beduidend minder eenden geteld. De brakwaterzone herbergt minder eenden en vooral in lagere dichtheden dan in de zoetwaterzone (Figuur 5-3). Wanneer eenden voorkomen in het brakke is het voornamelijk in Galgenschoor en Lillo.



Figuur 5-1: Soortverdeling van het aantal getelde vogels per stroomsnelheidsklasse (dynamiek) en per saliniteitszone. Enkel soorten met 1% of meer van het totaal worden weergegeven.



Figuur 5-2: Totaal aantal eenden en steltlopers (\pm standaard fout) in de focusgebieden.



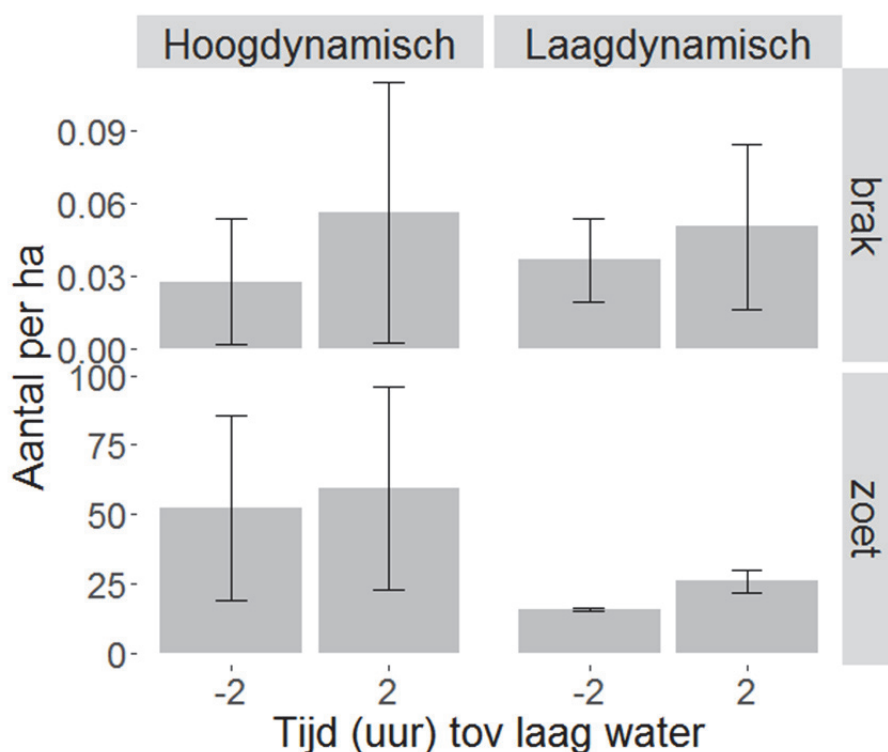
Figuur 5-3: Totaal aantal eenden en steltlopers per hectare (\pm standaard fout) in de focusgebieden. Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.

5.2 Totaal aantal eenden

In Tabel 5-1 staan de resultaten van de GLMM weergegeven (zonder krekens). Zoals reeds hoger vermeld (figuur 5-3), zijn er gemiddeld tot 1000 keer meer eenden per hectare in de zoete telgebieden dan in de brakke. Er zijn ook significant meer eenden per hectare aanwezig bij opkomend tij (vloed) dan bij afgaand tij (eb) (Figuur 5-4; zie ook analyse inclusief krekens in Tabel 5-2). Hoewel niet significant in de analyse van zoet en brak samen, is er in het zoet een tendens tot grotere aantallen eenden in het hoogdynamischere dan in het laagdynamischere gebied.

Tabel 5-1: Resultaten van de GLMM op het totaal aantal eenden per hectare. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	1	6.878	<0.001
Dynamiek	1	0.386	0.53
SalZone	1	15.944	<0.001
Tijd:Dynamiek	1	0.042	0.84
Tijd:Salzone	1	0.000	1.00
Dynamiek:SalZone	1	2.022	0.16
Tijd:Dynamiek:SalZone	1	2.054	0.15

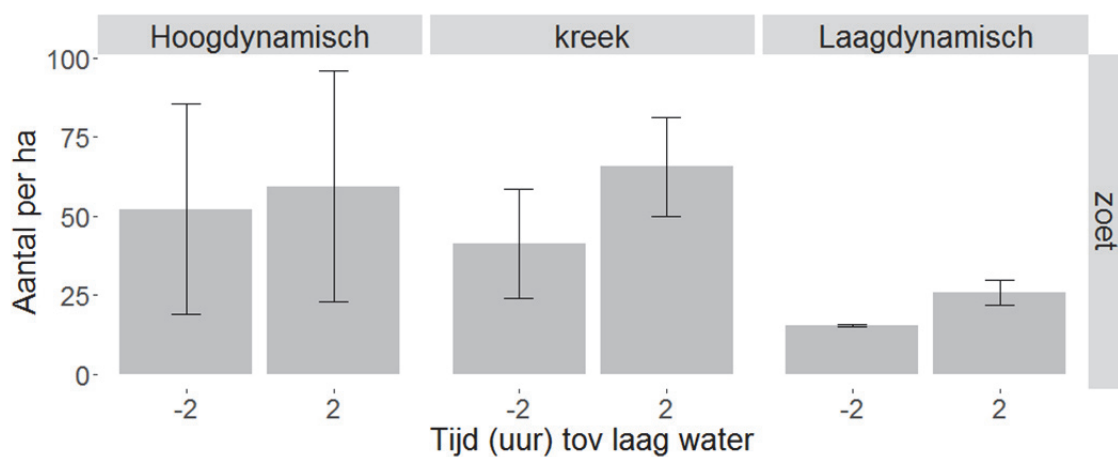


Figuur 5-4: Totaal aantal eenden per hectare (\pm standaard fout) in functie van saliniteitszone, dynamiek en tijdstip t.o.v. laagwater. -2 is tot 3 uur voor laag water (eb), 2 is tot 3 uur na laag water (vloed). Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.

Indien enkel de zoetwaterzone wordt geanalyseerd inclusief de kreken (Tabel 5-2), zijn er effectief significante verschillen in aantallen tussen de dynamiek klassen. Zowel hoogdynamische gebieden als kreken vertonen hogere aantallen per hectare dan laagdynamische gebieden (Figuur 5-5). Ook in deze analyse zijn er significant meer eenden per hectare aanwezig bij opkomend tij dan bij afgaand tij (Tabel 5-2, Figuur 5-5).

Tabel 5-2: Resultaten van de GLMM op het aantal eenden per hectare in de zoetwater zone inclusief de kreken. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	1	11.38	<0.001
Dynamiek	2	14.96	<0.001
Tijd:Dynamiek	2	3.12	0.21



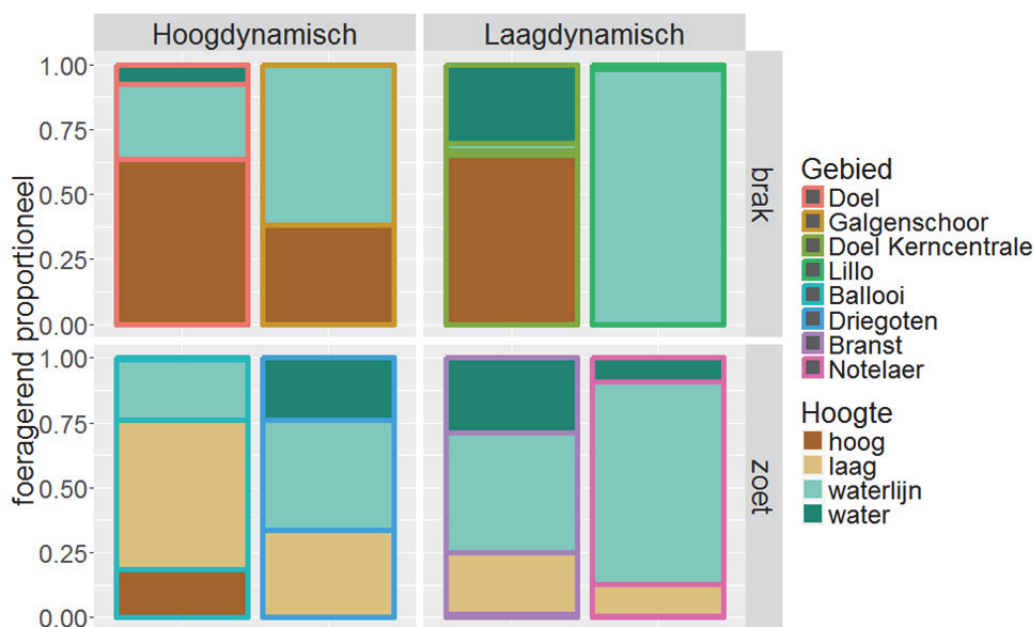
Figuur 5-5: Totaal aantal eenden per hectare (\pm standaard fout) opgedeeld in twee tijdsklassen (3uur voor en 3 uur na laag water) in de zoetwater zone voor de hoogdynamische, laagdynamische en de kreek telzones.

5.3 Aantal foeragerende eenden

Het aantal foeragerende eenden in een gebied bedraagt gemiddeld 25% van het totaal aantal eenden.

Als eerste insteek naar habitatgebruik is tijdens de telcampagne gekeken naar de positie of relatieve hoogte van de watervogels ten opzichte van de waterlijn. Deze relatieve hoogte verandert dus bij veranderende waterstand (bvb. hoog slik = geschatte bovenste 2/3 van het vrijliggend slik, zie materiaal en methode). Deze variabele werd niet opgenomen in de huidige verkennende statistische analyses, om de complexiteit van deze eerste analyses niet te groot te maken. Toch kunnen een aantal patronen worden waargenomen. Zoals te zien in Figuur 5-6, is foerageren op de waterlijn door eenden een 'vast' gegeven (behalve Doel kerncentrale) maar is er een verschil tussen zoet en brak voor wat betreft het foerageren op het slik. In de brakke zone foerageren de eenden proportioneel meer op het hoger (of beter gesteld relatief verder van de waterlijn) gelegen slik en in de zoete zone eerder op het lager (dicht tegen de waterlijn) gelegen slik. In absolute aantallen foerageren echter de meeste eenden in het laagdynamische telgebied Lillo in de waterlijn bij opkomend water (Figuur 5-6, Figuur 5-8).

De factor oppervlakte per hoogtezone werd hier nog niet in rekening gebracht. Bovendien is door de definitie (2/3 versus 1/3) de oppervlakte hoog slik op elk telmoment groter dan de oppervlakte laag slik.



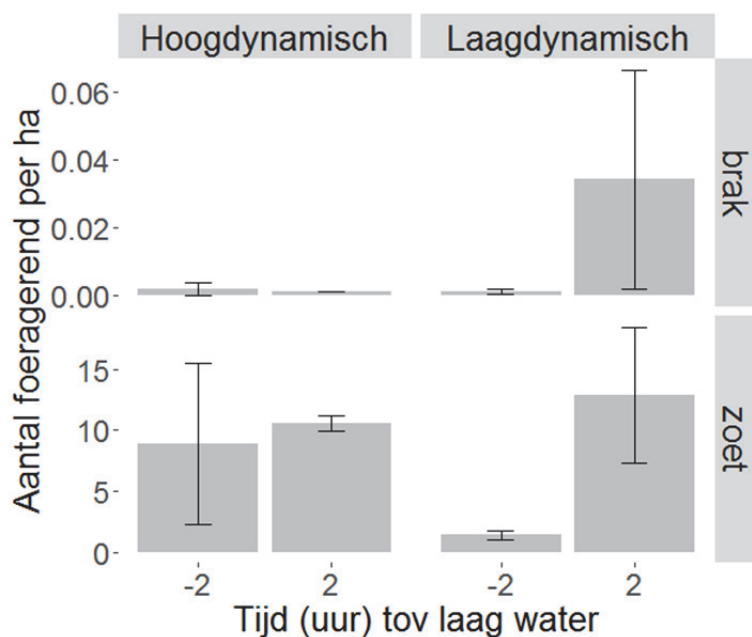
Figuur 5-6: Relatieve verhouding van aantal foeragerende eenden per hoogtezone in de focusgebieden.

Analoog aan het totaal aantal eenden verschilt ook het aantal foeragerende eenden sterk tussen de saliniteitszones, met tot bijna 1000 keer meer foeragerende eenden per hectare in de zoete zone dan in de brakke zone (Tabel 5-3; Figuur 5-7). Zelfs met 100 keer meer oppervlakte aan slik in de brakke zone, komt dit neer op een lager totaal aantal foeragerende eenden. Afhankelijk van de saliniteitszone is er echter ook een verschil tussen hoogdynamische en laagdynamische gebieden, met sterkere verschillen tussen hoogdynamisch en laagdynamisch in het brak dan in het zoet. In het hoogdynamisch brak werden er immers nauwelijks foeragerende eenden waargenomen (Figuur 5-7).

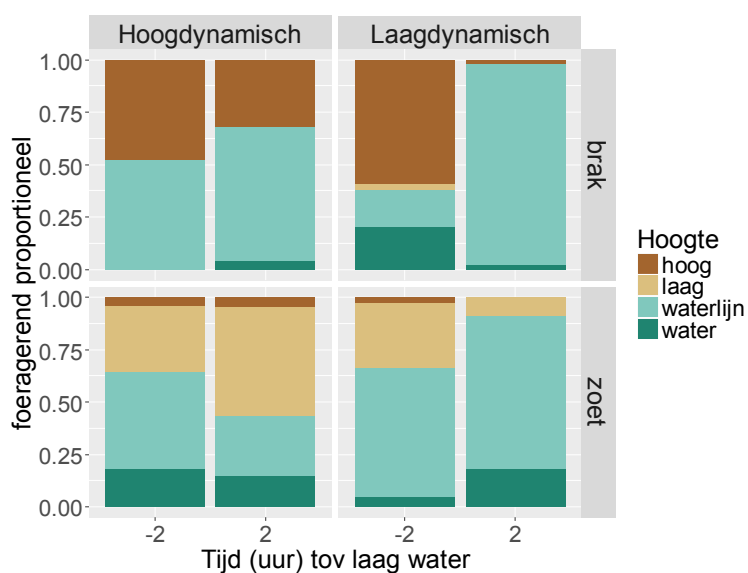
Tenslotte speelt de tijd t.o.v. laag water een belangrijke rol voor het aantal foeragerende eenden, maar is het effect van tijdstip van foerageren t.o.v. laag water afhankelijk van de dynamiek (Tabel 5-3). In het hoogdynamisch zijn er voor en na laagwater relatief vergelijkbare aantallen foeragerende eenden geteld. In het laagdynamisch echter, worden bijna uitsluitend na laagwater foeragerende eenden waargenomen (Figuur 5-7; Figuur 5-9).

Tabel 5-3: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	1	21.960	<0.001
Dynamiek	1	0.302	0.58
SalZone	1	19.128	<0.001
Tijd:Dynamiek	1	13.102	<0.001
Tijd:Salzone	1	0.01	0.92
Dynamiek:SalZone	1	9.094	0.002
Tijd:Dynamiek:SalZone	1	0.152	0.70



Figuur 5-7: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in functie van saliniteitszone, dynamiek en tijdstip t.o.v. laagwater. Merk op dat de schaalverdeling verschilt tussen zoet en brak.

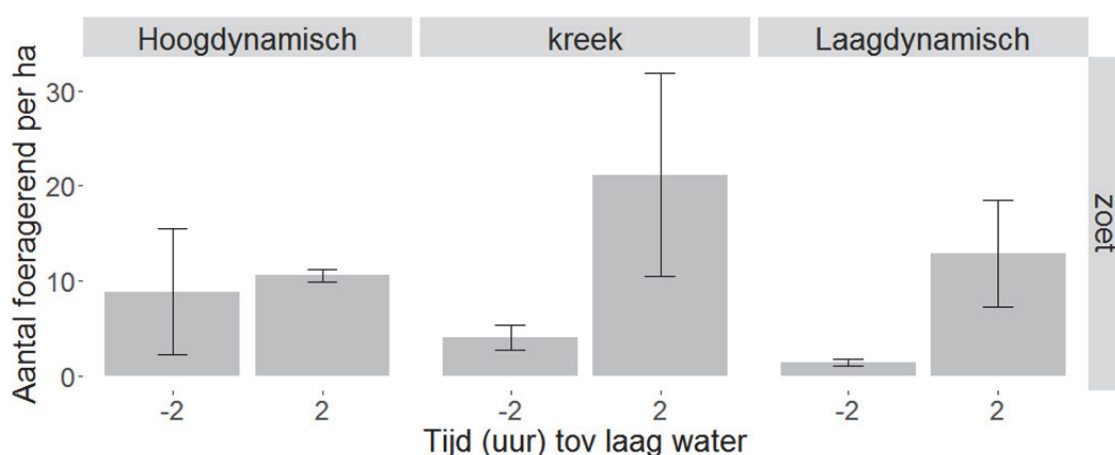


Figuur 5-8: Relatieve verhouding van het aantal foeragerende eenden per hoogtezone opgedeeld in twee tijdsklassen (3uur voor en 3 uur na laag water) voor de hoogdynamische en laagdynamische telzones in de brakke en zoete saliniteitszone.

Ook in de krekken in de zoete zone worden hoofdzakelijk na laagwater foeragerende eenden geteld (Tabel 5-4; Figuur 5-9). Opvallend is ook dat na laagwater in de krekken bijna dubbel zoveel foeragerende eenden worden geteld dan op de slikken.

Tabel 5-4: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare in de zoetwater zone, inclusief de krekken. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	1	16.896	<0.001
Dynamiek	2	13.230	0.001
Tijd:Dynamiek	2	8.632	0.01



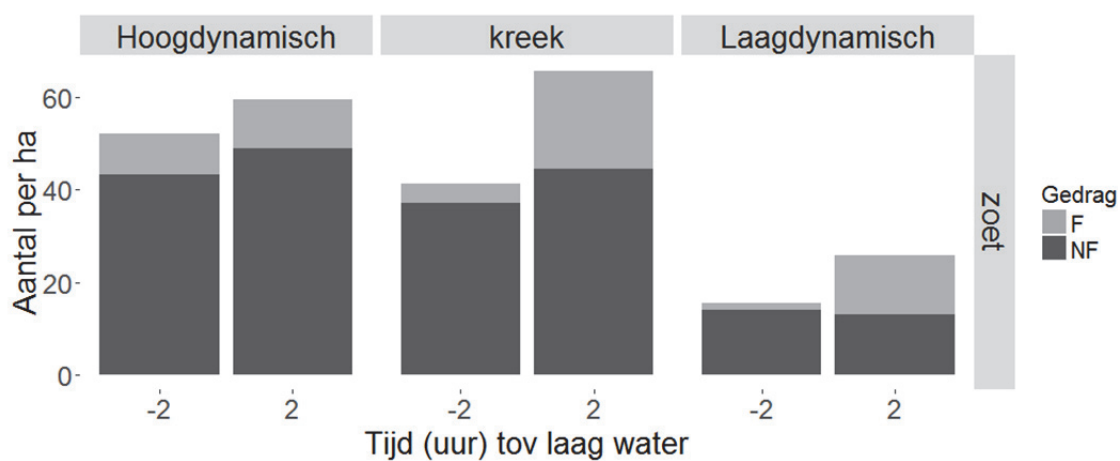
Figuur 5-9: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de zoetwater zone, inclusief de krekken.

De verschillen in foeragerende eenden voor en na laagwater in het zoetwaterdeel, contrasteren met de aantallen niet foeragerende eenden (Tabel 5-5; Figuur 5-10). Voor de niet foeragerende eenden (rusten/poetsen) worden er enkel verschillen in aantallen waargenomen tussen de dynamiekklassen, met hogere aantallen niet foeragerende eenden in de hoogdynamische gebieden en de krekken dan in de laagdynamische gebieden. Er worden geen significante verschillen waargenomen tussen de tijdstippen.

Verder lijkt het dat het aantal vogels en voornamelijk foeragerende vogels licht toeneemt na laagwater vooral in laagdynamische gebieden en de krekken.

Tabel 5-5: Resultaten van de GLMM op het aantal niet foeragerende eenden per hectare in de zoetwater zone, inclusief de krekken. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	1	2.338	0.13
Dynamiek	2	10.808	0.004
Tijd:Dynamiek	2	2.754	0.25



Figuur 5-10: Aantal foeragerende en niet foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de zoetwater zone, inclusief de krekken.

6 Aanvullende resultaten watervogels winter 1998-1999 (dataset Caremans)

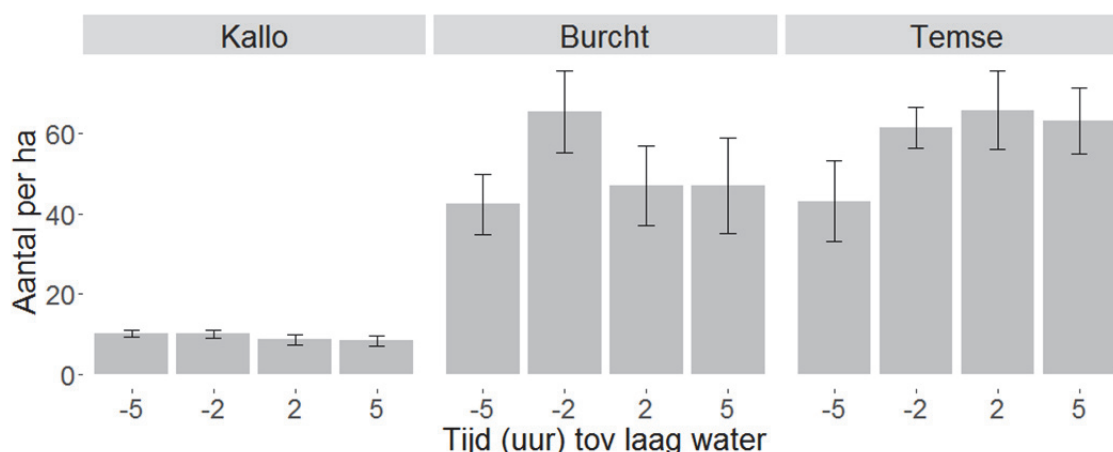
In de periode waarin de wintermaxima dubbel zo hoog lagen als nu is een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd in de winter 1998-1999 in de zwak brakke en brakke zone (Caremans, 1999). In de dataset zijn slechts twee soorten opgenomen (wintertaling en krakeend). De analyse wordt gepresenteerd voor beide soorten opgeteld. De analyse met enkel de wintertaling beschouwd is echter identiek. Wintertaling heeft het grootste aandeel in de dataset (Burcht – 75%; Kallo – 69%; Temse – 94%).

6.1 Totaal aantal eenden

De resultaten van de analyse op het totaal aantal eenden (enkel wintertaling en krakeend) zijn weergegeven in Tabel 6-1. Hieruit blijkt een hoog significant verschil in totale aantallen tussen de gebieden, maar geen effect van de tijd t.o.v. laagwater (Figuur 6-1). Voor Burcht en Temse (oligohalien - zoete zone) werden er respectievelijk 52 en 60 eenden per hectare geteld. Voor Kallo ligt dit aantal beduidend lager met slechts 9 eenden per hectare (mesohalien – brakke zone).

Tabel 6-1: Resultaten van de GLMM op het totaal aantal eenden per hectare in de dataset Caremans. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	P
Tijd tov LW	3	3.628	0.30
Gebied	2	85.180	<0.001
Tijd:Gebied	6	6.694	0.35



Figuur 6-1: Totaal aantal eenden (wintertaling en kraakeend) per hectare (\pm standaard fout) in de drie gebieden uit de dataset Caremans.

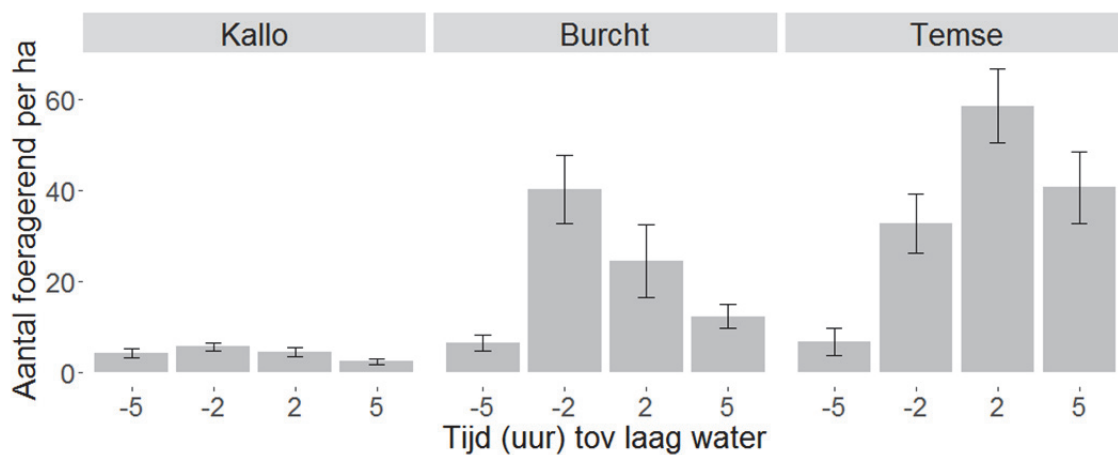
6.2 Aantal foeragerende eenden

Het aantal foeragerende eenden bedraagt gemiddeld 48% van het totaal aantal eenden (wintertaling en kraakeend).

Net zoals het totaal aantal eenden is het aantal foeragerende eenden per hectare afhankelijk van het gebied (Tabel 6-2). Dit komt neer op 4, 23 en 35 foeragerende eenden per hectare voor respectievelijk Kallo, Burcht en Temse. Het tijdstip t.o.v. laag water heeft hier echter wel een significant effect. Dit hangt echter af van het gebied (Tabel 6-2), zoals blijkt uit de significante interactie tussen tijd en gebied. In Temse wordt er meer gefoerageerd na laagwater, terwijl dit in Kallo en Burcht niet het geval is (Figuur 6-2).

Tabel 6-2: Resultaten van de GLMM op het aantal foeragerende eenden per hectare in de dataset Caremans. P-waarden, aantal vrijheidsgraden (Df) en Likelihood Ratio Test voor elke factor of interactie.

	Df	LRT	p
Tijd tov LW	3	16.830	<0.001
Gebied	2	28.204	<0.001
Tijd:Gebied	6	28.918	<0.001



Figuur 6-2: Aantal foeragerende eenden per hectare (\pm standaard fout) in de drie gebieden uit de dataset Caremans.

7 Discussie en aanbevelingen tweedelijnsrapportage

7.1 Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foerageergedrag van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek

In de huidige verkennende analyse werd een beperkte set van variabelen opgenomen die een mogelijk effect hebben op het voorkomen en foerageren van watervogels langsheen de Zeeschelde. Meer bepaald werd een opdeling gemaakt op basis van saliniteit, dynamiek, tijdstip t.o.v. laagwater en relatieve hoogte ten opzichte van de waterlijn (hoog op slik, laag op slik, in waterlijn of in het water).

7.1.1 Voorkomen in relatie tot saliniteit

Eendensoorten werden hoofdzakelijk in de oligohaliene zone en in zoete zone met lange verblijftijd waargenomen, waar ze de vogelaantallen domineren. In de brakwaterzone wordt de soortengemeenschap gedomineerd door andere soorten dan eenden met een groter aandeel van kokmeeuw en steltlopers. Deze observaties komen overeen met de gemeenschapsanalyse uitgevoerd door Ysebaert et al. (2000). Voor de huidige analyse werden dan ook de gebieden in het zoet lang en oligohalien samengevoegd en verder benoemd als zoetwatergebieden. Ter onderbouwing van deze samenvoeging wordt aanbevolen de clusteranalyse van vogelsoorten op niveau van saliniteitszones (of op basis van een fijnere indeling b.v. OMESzone of vogeltelgebied) te herhalen voor recentere vogelteldata in de tweelijnsrapportage.

Tijdens onze studie werden de hoogste aantallen genoteerd voor wilde eend en wintertaling. Dit zijn momenteel ook de eendensoorten met de hoogste aantallen in de Zeeschelde (Van Ryckegem et al., 2015). In Driegoten (zoetwaterzone) bereikten de eenden densiteiten tot 100 individuen per hectare. Deze lokale densiteiten zijn vergelijkbaar met vogeldensiteiten genoteerd tijdens de topjaren (beginjaren 2000). De hoge densiteiten tijdens deze studie zijn vooral op rekening van hoge aantallen wilde eend en waren (veel) hoger (2-3 voud) dan wat er regulier de laatste jaren geteld wordt tijdens de watervogeltellingen. Er is geen verklaring voor deze hoge aantallen op het moment van de tellingen. In de brakke zone werden nooit hogere densiteiten dan 0.1 individuen per hectare waargenomen. Deze resultaten worden kwalitatief bevestigd door de dataset Caremans daterend uit de periode 1998-1999, met beduidend lagere aantallen aan wintertaling en kraakeend in Kallo (mesohalien - brak) dan in Burcht en Temse (oligohalien - zoet).

7.1.2 Voorkomen in relatie tot waterdynamiek

In tegenstelling tot de initiële verwachtingen werden in de zoetwaterzone meer eenden waargenomen in eerder hoogdynamische (vooral Driegoten) dan in meer laagdynamische gebieden (exclusief de kreken). Indien we het aantal foeragerende vogels beschouwen, zijn de verschillen tussen dynamiekklassen in het zoete deel minder groot dan in het mesohalien.

Deze eerstelijnsanalyse suggereert dat waterdynamiek op de slikken niet de meest bepalende variabele is in de ruimtelijke distributie van de vogels. Het is echter interessant om te reflecteren over de definitie van dynamiek gerelateerd aan de keuze van de studiegebieden. De keuze van de focusgebieden werd ingegeven door een ruimtelijke observatie van de gemodelleerde maximale stroomsnelheden (Maximova et al., 2013). De keuze voor de grenswaarden tussen hoog- en laagdynamisch volgde uit de Zoute ecotopentypologie voor de Westerschelde (Bouma et al. 2005). Dit resulteerde in koppels van focusgebieden geklasseerd als eerder hoogdynamisch en eerder laagdynamisch.

Recentere analyse binnen Habitatmapping van de subtidale benthosgemeenschap in de Zeeschelde (Van Braeckel et al., 2017) resulteerde in een nieuwe habitatklassificatie met een ecologisch waardevolle laagdynamische begrenzing voor het watergebied van gemiddeld 1m/s maximale stroomsnelheid bij vloed. In ondiepe waterzones ligt de grens iets hoger, in diepe gebieden iets lager.

Wanneer de subtidale grens voor ondiepe waterzones (1.2m/s in Nevla) zou worden toegepast op de niet gekalibreerde stroomsnelheden van het slik, blijkt enkel de punt van de zandige slikplaat in de binnenbocht van Driegoten en Ballooi hoogdynamisch gecategoriseerd te zijn. Een groot deel van de slikken wordt op basis van zo een grens als laagdynamisch gecategoriseerd. Het zou dus niet onlogisch lijken dat waterdynamiek een minder differentiërende variabele is voor de aanwezigheid van foeragerende eenden. Een specifieke grens is echter nog niet ecologisch gevalideerd voor de slikken alsook de gemodelleerde stroomsnelheden voor het intertidaal zijn nog beperkt gekalibreerd. Dit zal verder aangehaald worden in de 2^e lijnsanalyse, na afronding deelonderzoek Habitatmapping Zeeschelde intertidaal.

Bovendien verschillen de hoog- en laagdynamische slikgebieden binnen de gebiedskoppels niet alleen in het oppervlakteaandeel van gebied met hoge vloedstroomsnelheid (bijlage 1), maar ook in sedimentsamenstelling (zandiger versus slibrijker) en morfologie (holle binnenbocht en recht of bolle buitenbocht (bijlage 2)). Verder onderzoek is dus nodig om te bepalen welke eigenschappen, naast stroomsnelheid, het verschillend gebruik van deze gebieden door vogels bepalen. In hoofdstuk 7.2 wordt dieper ingegaan op de habitatkenmerken die bepalend zijn voor het voorkomen van de watervogels en hun voedsel.

Deze vaststellingen roepen vragen op over hoe de verdeling van de vogels tussen de verschillende dynamiekzones verloopt. Eén van de meest voor de hand liggende verklaringen is dat de distributie bepaald is door de draagkracht van het gebied. Hoewel de gangbare vaststelling is dat meer laagdynamische gebieden een hogere biomassa en densiteit aan bodemdieren herbergen (Ysebaert et al., 2016) kan mogelijk de totale voedselbeschikbaarheid in een volledige getijcyclus in hoogdynamische gebieden hoger zijn door b.v. meer voedsel in de wash-zone met detritus en zaden. Van Braeckel et al. (2017) tonen bijvoorbeeld aan dat in vloedgedomineerde zones

met lage ebsnelheid in de Zeeschelde meer hyperbenthos aanwezig is in de zomer. Dit suggereert dat dit voor hyperbenthos voedselrijkere gebieden zijn. Mogelijk vormen deze zones met veel consumeerbaar partikelmateriaal (en hyperbenthos?) een alternatieve voedselbron voor de eenden. Verder onderzoek moet uitklaren in hoeverre de hoogdynamische gebieden effectief interessante maar tot nu toe genegeerde voedselbronnen beschikbaar hebben voor eenden. Deze hypothese suggereert ook competitie en/of trofische interacties tussen hyperbenthos en eenden.

7.1.3 Foerageren in relatie tot laagwater

De foerageeractiviteit in relatie tot laagwater kan benaderd worden vanuit een temporeel (tijdstip t.o.v. laagwater) of ruimtelijk (relatieve foerageerhoogte t.o.v. laagwater) standpunt.

In de laagdynamische gebieden is het aandeel eenden dat foerageert na laagwater beduidend hoger dan voor laagwater. In hoogdynamische gebied wordt voor en na laagwater ongeveer evenveel gefoerageerd. De resultaten suggereren dat vogels minder lang foerageren in de eerder laagdynamische gebieden of dat in de eerder hoogdynamische zones andere vogels actief zijn bij op- en afgaand water zodat er op individuele basis geen verschil in foerageerduur is. Observatie van specifieke individuen gedurende een getijcyclus in zones van verschillende dynamiek is nodig om dit te onderzoeken. Als we vergelijken met de dataset Caremans zien we vergelijkbare patronen. Ook daar is er een verschuiving naar enkel foerageren na laag water in het gebied met een eerder laagdynamisch karakter (Temse/Tielrode).

De ruimtelijke foerageeractiviteit ten opzichte van de variabele 'Hoogte' (of positie) werd in deze studie verkennend bekeken. De verkenning toont duidelijk dat het merendeel van de eenden in de waterlijn of laag (in onderste 1/3 van het vrijliggende slik) foerageren. De veldobservaties van de positie 'waterlijn' bleken door de verschillende waarnemers nadien niet steeds op dezelfde wijze geïnterpreteerd. Soms werd waterlijn zeer strikt geïnterpreteerd (staand met poten in water (maar niet zwemmend)), soms werd ook de breedte van de golflaagzone (dus net niet in water staand) beschouwd als waterlijn (andere waarnemers noteerden dan 'laag'). Dit betekent dat een deel van de hoogteposities 'laag' eerder 'waterlijn' zijn. Ook de arbitraire indeling tussen 'hoog' en 'laag' kan een verschillende waarnemersinterpretatie gekregen hebben. Met deze waarnemerseffecten moet rekening gehouden worden bij het interpreteren van de gegevens.

Het is opvallend dat in de laagdynamische gebieden bijna uitsluitend na laagwater wordt gefoerageerd. Dit staat in contrast met de initiële verwachtingen dat de vogels hoofdzakelijk zouden foerageren in zones die net zijn vrijgekomen, dus overwegend voor laag water. Een mogelijke verklaring is dat de bodemdieren zich bij afgaand water snel naar dieper sediment begeven (zie 7.2.3). De dieren en bodem zijn op dat moment

nog redelijk verzadigd aan zuurstof en de bodemdieren verschuilen zich in het diepere sediment. Na een periode van droogte worden de condities in het diepere sediment minder gunstig en bij opkomend tijr begeven de bodemdieren zich hoger in het sediment waar er meer uitwisseling is tussen het sediment en de waterkolom (van o.a. zuurstof) en waar er meer voedsel beschikbaar is. Dit maakt hen echter ook meer bereikbaar voor de foeragerende eenden.

7.1.4 De krekten

Ook de eerstelijnsresultaten van de krekten (enkel aanwezig in de zoete zone) zijn interessant. Over alle vogeltelzones bekeken worden in de krekten de hoogste densiteiten aan foeragerende eenden waargenomen. Dit suggereert dat krekten zeer interessante plaatsen zijn om te foerageren. Net zoals in de laagdynamische zones wordt vooral na laagwater gefoerageerd. Vermoedelijk heeft de geul een eerder laagdynamisch karakter. De NEVLA-modellering (Maximova et al. 2013) kan echter deze lokale patronen niet vatten. Meer gedetailleerde modellering is nodig om de meer lokale stromingspatronen te onderzoeken. Verdere staalname (niet voorzien in deze studie) dient uit te maken of het hoger aantal (foeragerende) eenden in de krekten kan gelinkt worden aan een hoger voedselaanbod b.v. door hogere voedselconcentratie in water dat geleidelijk uit de schorren opnieuw naar de Schelde stroomt of door accumulatie van voedsel in de laagdynamische krekten bij hoger water. Een alternatieve verklaring is dat de waterlijn in de krekten veel langer is per eenheid van oppervlakte. Zodoende is er meer optimaal habitat in de waterlijn beschikbaar waar de eenden kunnen foerageren. Bovendien zijn de eenden meer beschermt zodat de krekten veiliger zijn om ongestoord te foerageren.

7.2 Selectie van abiotische en biotische variabelen bepalend voor het voorkomen van watervogels

In deze eerstelijnsanalyse werd een beperkte set van variabelen opgenomen die mogelijk verklarend zijn voor het voorkomen en foerageren van eenden langsheen de Zeeschelde. Meer bepaald werd een opdeling gemaakt op basis van saliniteit, dynamiek en het tijdstip t.o.v. laagwater. Ook relatieve hoogte ten opzichte van de waterlijn werd kort bekeken maar niet meegenomen in de analyse. Hieronder wordt een overzicht gegeven van een aantal andere variabelen die mogelijks de kwaliteit van de slikken als foerageergebied voor eenden (en steltlopers) bepalen. Op basis van dit overzicht kan een ruimere selectie worden gemaakt van variabelen die gerelateerd zijn tot deze kenmerken en waarvoor voldoende gegevens voorhanden zijn om mee te nemen in verdere analyses (zie 7.3).

7.2.1 Beschikbaar habitat

Grote slikken bieden meer foerageergebied en kunnen dus meer vogels van voedsel voorzien. In de huidige studie wordt dit niet specifiek onderzocht, maar wordt het effect van oppervlakte meegenomen als een *a priori* aanname (offset in de analyse).

Voor vogels die vooral langs de waterlijn foerageren is mogelijk de lengte van de waterlijn binnen een gebied belangrijk. Er kan hierbij gedacht worden aan de effectieve lengte van de waterlijn of een maat die de cumulatieve lengte over een getijcyclus per gebied weergeeft. Bij deze laatste werkwijze wordt ook de lengte van de waterlijn in kreken in rekening gebracht.

De spreiding in droogvalduurpercentages is een andere variabele gerelateerd aan het beschikbaar zijn van habitat. Deze variabele houdt niet alleen rekening met de range van droogvalduur over een getijcyclus maar ook met de gelijkmatige verdeling van droogvalduur binnen deze range. De maximale waarde van de index is gelijk aan de maximale spreiding in droogvalduur. Dit is het geval indien alle droogvalduurklassen een gelijke proportie hebben in het gebied. Hoe meer een beperkte set aan droogvalduurklassen het gebied domineert, hoe meer de index afneemt (tot minimum waarde 1) (Vanoverbeke & Van Ryckegem, 2015).

7.2.2 Voedsel

Hoewel er a priori een hogere foerageeractiviteit werd verwacht in laagdynamische gebieden wegens een hoger voedselaanbod, werd dit niet waargenomen. Enerzijds kan dit te maken hebben met een verkeerde aanname dat de voedseldensiteit hoger is in laagdynamische gebieden, anderzijds kan de huidige bepaling van hoog- en laagdynamische gebieden niet accuraat genoeg zijn. In de eerstelijnsanalyse werden volledige focusgebieden gecategoriseerd als hoog- of laagdynamisch. In verdere analyses zal onderzocht worden of er kan gewerkt worden met een fijnere opdeling waarbij per telgebied de proportie aan hoogdynamisch ecotoop wordt meegenomen als variabele. Hierbij dient ook overwogen te worden of dan alsnog de huidige criteria worden behouden voor het afbakenen van hoogdynamische en laagdynamische zones (grenswaarde: maximale stroomsnelheid van 0.65 m/s) ofdat nieuwe criteria zullen gehanteerd worden die naar voor komen uit het onderzoek Habitatmapping Intertidaal.

De eerstelijnsanalyse beschouwt geen directe variabelen van voedselaanbod.

Het voedselaanbod hangt af van de optimale habitatkenmerken voor benthosproductie. Oligochaeten, die in de Zeeschelde abundant zijn, zijn hoofdzakelijk depositfeeders en hebben een voorkeur voor fijne, slibrijke sedimenten. Uitgebreide analyse van benthosgegevens op de intertidale platen wordt momenteel uitgevoerd (Habitatmapping Intertidaal). In het kader van de huidige studie zijn ook extra bodemstalen genomen tijdens de telperiodes en geanalyseerd op densiteit en biomassa van bodemdieren. Densiteit en biomassa kunnen in de tweedelijnsanalyse als verklarende variabele opgenomen worden (hoofdstuk 7.3). Op basis van de bekomen

relaties in Habitatmapping Intertidaal is het eventueel ook mogelijk om theoretisch te modelleren wat het voedselaanbod is in relatie tot een aantal habitatkenmerken.

Naast aanbod kan ook de voedselitemgrootte belangrijk zijn: het partikel moet filtreerbaar (handelbaar) zijn. Er is een optimum per watervogelsoort (elke soort heeft immers een andere lamelafstand (Tabel 3-1)) – te kleine voedselpartikels gaan door de lamellen. Bovendien kan de voedselitemgrootte nog op een andere manier een rol spelen in de voedingsefficiëntie. Een gegeven biomassa per vierkante meter aan enkele grote prooien met lage dichtheid kan voor eenden minder interessant zijn dan dezelfde biomassa aan kleinere prooien met hogere dichtheid. De kans dat ze bij het uitfilteren van het slik de grote prooi net missen is immers relatief groot. Op basis van de beschikbare data zullen deze aspecten beschouwd worden in de discussie van de resultaten van de tweedelijnsanalyse.

Samen met de beschikbaarheid, biomassa en dichtheid zal ook de energetische waarde per gegeven voedselgewicht bepalend zijn voor het effectieve voedselaanbod op een bepaalde locatie. Vanuit voedings- en energetisch standpunt zijn Oligochaeta ook bijzonder interessant met een hoog proteïne gehalte en een calorische waarde van 23.2 KJ. g-1DW (5,575 Kcal.g-1DW), deze waarde is hoger dan bij vele andere wormgroepen b.v. Polychaeta (Cummings & Wuycheck, 1971 in Seys et al., 1999) en meer dan 3 keer de energetische waarde van *Hydrobia*-slakjes (Thompson 1982). Procentueel aandeel biomassa van Oligochaeta tegenover andere benthos kan een indicatie geven over de energetische waarde van het voedselaanbod. Hoe hoger hoe hoger de energetische waarde per gegeven gewicht aanwezig.

Mogelijk zijn ook andere voedselbronnen in de aanspoelzone van belang (detritus, zaden, hyperbenthos). Deze voedselbronnen zijn niet gekwantificeerd en punt van discussie in de tweedelijnsanalyse.

7.2.3 Toegankelijkheid van het voedsel

Toegankelijkheid van het voedsel wordt beïnvloed door de korrelgrootte en voldoende vochtigheid van het sediment. Enerzijds zullen grove zandkorrels, kiezel of schelpfragmenten de filterefficiëntie van voedselpartikels over de lamellen verlagen. Anderzijds is het waarschijnlijk dat voldoende vochtig sediment het filteren over de lamellen gemakkelijker maakt. Dergelijk vochtig sediment is vooral aanwezig nabij de waterlijn en is wellicht één van de redenen waarom nabij de waterlijn het frequentst wordt gefoerageerd. Dergelijk voldoende vochtig sediment kan bij regenweer ook ontstaan hoger op het slik. Er is reeds een verband aangetoond tussen sedimentkenmerken en het aantal foeragerende watervogels (bv. Van Eerden & Munsterman, 1997, Thompson, 1981).

De toegankelijkheid van het voedsel verbetert mogelijk ook door een actieve opwaartse migratie van wormen bij een opkomend getij en een neerwaartse migratie bij het inzetten van de slikdrainering bij afgaand water. Empirisch waarnemingen van foeragerende watervogels tonen in elk geval verhoogde foerageeractiviteit bij regenweer op een grotere oppervlakte van de slikken. Dit kan wijzen op een opwaartse

migratie van de wormen of het vochtgehalte van het slik is opnieuw hoog genoeg om vlot gefilterd te worden. Een combinatie van beide is ook mogelijk.

Meiobenthos komt vooral hoger voor in meer slibrijk sediment en dieper in zandiger sediment (de Deckere 2003). Indien dit fenomeen ook geldt voor Oligochaeten zou bij een gelijke biomassa aan wormen de fractie in een meer slibrijke bodem ook vlotter bereikbaar zijn voor oppervlakkige foerageerders zoals eenden.

Beschikbare foerageertijd (zie ook 7.2.1) op de beste voedsellocaties wordt ook bepaald door de hoogteligging en de snelheid van het vrijkomen van slikhabitat gedurende het getij. Hierbij speelt de vorm van de plaat of het slik een belangrijke rol (zie bijlage 2 voor een illustratie van het profiel van de focusgebieden): een hol of bol profiel zorgt voor het 'plots' verschijnen/verdwijnen van een slikzone maar de geschiktheid van een groot oppervlak om te foerageren is van korte duur. Bij een profiel zonder curvatuur is er een kleinere maar continue oppervlakte aan net vrijgekomen slik of waterlijn beschikbaar. Een gelijkmatige blootstelling van het best toegankelijk voedsel lijkt de meest voordelige habitatprofiel. Een hol profiel lijkt minder geschikt t.o.v. een bol door sterkere drainage en kortere bereikbaarheid van de grootste oppervlakte. Een vormindex die de kromming van de slikprofielen beschrijft zal nader beschouwd worden in de tweedelijnsanalyse. Verschillen in profiel kunnen eventueel een verklaring vormen voor de waargenomen verschillen in hoogdynamische en laagdynamische gebieden. Focusgebieden die hier benoemd zijn als hoogdynamisch hebben een eerder hol profiel, terwijl de laagdynamische zones een eerder bol profiel vertonen. Doel en Kerncentrale zijn omgekeerd aan deze vorm: het hoogdynamische Doel heeft eerder een bol profiel terwijl het slik aan de kerncentrale eerder neigt om een holle vorm te hebben.

Ook de ruimtelijke distributie van het voedsel (densiteit/abundantie) speelt een rol. Die zal de foerageerefficiëntie sterk bepalen. Bij veel kleinschalige variatie in de densiteiten van voedsel, wordt het zoekproces bemoeilijkt en zal de voedingsefficiëntie dalen. Foerageerlocaties met uniform hoge densiteiten van prooi zijn uiteraard het interessantst. Er is geen gedetailleerde staalname van de gebieden voorhanden die de 'patchiness' kan beschrijven van het voedselaanbod. Dit aspect is punt van discussie in de tweedelijnsanalyse.

7.2.4 Antropogene verstoring

Om zich te voeden en nadien te rusten is minimale verstoring gewenst en is schuilmogelijkheid nodig, zodat de vogels weinig energie moeten spenderen aan vluchten en zich verplaatsen bv. bij hoog water. Een kwalitatief hoogstaand voedselgebied is dus ook een goed rustgebied. Verstoring vanop land door bijvoorbeeld fietsers of wandelaars vermindert naarmate de schorbreedte toeneemt (of de afstand tussen hoog slik en dijkweg vergroot). Verstoring vanop het water door scheepvaart vermindert met een grotere afstand tussen de vaarweg en de oever.

7.3 Voorstel tot selectie van variabelen voor tweedelijnsanalyse

Op basis van bovenstaand overzicht kunnen een aantal abiotische en biotische habitatkenmerken worden afgeleid die de geschiktheid van het intertidaal voor watervogels zouden kunnen bepalen en waarvoor geschikte gegevens voorhanden zijn voor verdere analyse:

1. Abiotische variabelen met een rechtstreeks effect op de watervogels
 - a. Vrijliggende oppervlakte slik
 - b. Lengte laagwaterlijn zacht substraat
 - c. Spreiding in droogvalduur (maat voor gelijkmatig vrijkomen van slik)
 - d. Vormindex (kromming)
 - e. Sedimentgranulometrie
 - f. Breedte schor
 - g. Afstand tot vaarweg/aslijn

De bovenstaande variabelen hebben zowel betrekking op de hoeveelheid beschikbaar habitat (a, b), toegankelijkheid van het voedsel (foerageertijd en foerageerefficiëntie) (c, d, e) en verstoring (f, g).

2. Biotische variabelen met rechtstreeks effect van voedselaanbod op vogels
 - a. Densiteit/Biomassa van het benthos (stalen)
 - b. Gemodelleerde biomassa van benthos op basis van hoogteligging

We willen de link onderzoeken tussen de aanwezigheid/densiteiten van benthos in het winterhalfjaar en de plaatsen waar vogels foerageren. We zullen aftoetsen of de winterse benthische ecotopen van belang voor foeragerende vogels vergelijkbaar zijn met de benthische ecotopen afkomstig uit Van Braeckel et al. in prep. Hiervoor werden na de periode van vogelobservaties benthos en bodemstalen genomen in de telzones. Door de link vogels-benthos te onderzoeken proberen we het functioneren van het voedselweb in de Zeeschelde beter te begrijpen. De binnen elke telzone verzamelde benthosmonsters zullen geanalyseerd worden en de resulterende variabelen (densiteit en biomassa) zullen meegenomen worden in de analyse. Deze informatie kan dan verder gebruikt worden om een beter inzicht te verkrijgen in het foerageergedrag van de vogels in de onderzochte gebieden.

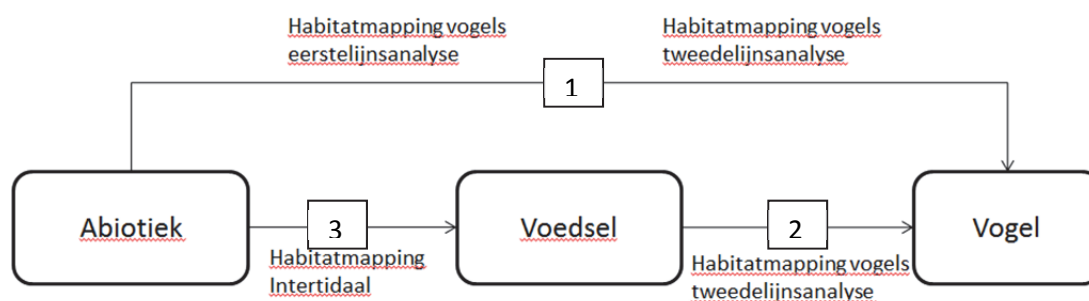
3. Variabelen met onrechtstreeks effect op vogels via voedselaanbod
 - a. Hydrodynamiek van vrijliggend slikoppervlak
 - b. Sedimentgranulometrie

Variabelen die een effect hebben op het voorkomen van benthos kunnen ook rechtstreeks in de analyse worden gebruikt als verklarende variabelen. Het

achterliggende idee is dat deze variabelen niet rechtstreeks, maar eerder onrechtstreeks via hun effect op het benthos, het voorkomen van watervogels beïnvloeden.

Bij verdere analyses wensen we de maat voor dynamiek te verfijnen (zie ook 7.1.2). Hierbij zal vooral inspiratie gehaald worden uit de resultaten van de studie Habitatmapping intertidaal (zie Figuur 7-1) (Van Braeckel et al., in prep.).

De tweedelijnsanalyse zal bestaan uit twee deelanalyses: stap 1 (zie Figuur 7-1) is uitbreiding van de eerstelijnsanalyse. Bij deze analyses zal dus ingezet worden op de verbetering van de huidig gebruikte variabelen en kunnen bijkomende variabelen worden toegevoegd. Hierbij zal nagegaan worden of de verschillende (continue) variabelen geen (lineaire) afhankelijkheid (collineariteit) vertonen. Zo zal de gekozen set van variabelen gereduceerd worden om onafhankelijkheid tussen de verklarende variabelen te maximaliseren. Ook de beperkte set aan focusgebieden zet een rem op het aantal variabelen dat kan worden gebruikt in verdere analyse. Enerzijds zullen bepaalde variabelen mogelijk te weinig variatie vertonen binnen deze beperkte set. Anderzijds zal dit ook bijdragen tot toevallige positieve of negatieve associaties tussen variabelen, die zoals hierboven vermeld moeten vermeden worden in de analyses.



Figuur 7-1. Schema met deelanalyses in het onderzoek Habitatmapping vogels.

Anderzijds zal in de tweedelijnsanalyse gekeken worden naar de verklarende kracht van voedsel op de vogels (stap 2, zie Figuur 7-1). In Habitatmapping Intertidaal wordt de focus gelegd op de analyse van de respons van voedsel op verschillende verklarende variabelen.

7.4 Uitbreiding van de analyses naar andere vogelgroepen en -soorten

In deze eerstelijnsanalyse werd de nadruk gelegd op het foerageergedrag van eenden als groep. De Zeeschelde is namelijk een belangrijk overwinteringsgebied binnen

Europa voor bepaalde soorten eenden. In het vervolg van het onderzoek willen we de analyses ook uitbreiden naar specifieke soorten of andere soortengroepen.

Een andere groep waarvoor de Zeeschelde en de Westerschelde belangrijke voedselgebieden zijn, zijn de steltlopers. In de verkennende analyses was al te zien dat eenden vooral in het zoete deel van de Zeeschelde voorkomen en dat in het brakke deel ook steltlopers dominant kunnen zijn. Voor het brakke deel van de Zeeschelde is het dus interessant om ook de habitatpreferenties en het foerageergedrag van de steltlopers te onderzoeken. Dit kan dan vergeleken worden met gelijkaardig onderzoek dat plaatsvindt in de Westerschelde (Vanoverbeke & Van Ryckegem 2015) . Hierbij dient wel enige voorzichtigheid te worden ingebouwd in verband met haalbaarheid binnen het huidige project. Steltlopers werden immers slechts in twee gebieden abundant waargenomen. Hierdoor is het moeilijk om een gebalanceerde analyse uit te voeren, waarbij factoren zoals dynamiek kunnen onderzocht worden onafhankelijk van gebied (geen replicatie).

8 Referenties

- Baldassarre G.A. and Bolen, E.G. (1994). Waterfowl ecology and management. John Wiley & Sons, Inc., New York
- Beyen D. (1994). Invloed van voedselaanbod en verstoring op de verspreiding van de Bergeend *Tadorna tadorna* langs de Zeeschelde. Scriptie, Universiteit Antwerpen, Antwerpen
- Bouma H., de Jong D.J., Twisk F. & Wolfstein K. (2005). Zoute wateren ecotopenStelsel (ZES.1). Rapport RIKZ/2005.024, ISBN 90-369-3449-4 Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg
- Caremans S. (1999). Typologie en habitatmodellering van overwinterende watervogels op de Zeeschelde. Licentiaatsverhandeling. Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. (EDS.) (1977). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume I. Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford.
- de Deckere E.M.G.T. (2003). Faunal influence on sediment stability in intertidal mudflats. NIOO Thesis, 20: pp. 21-29.
- Del Hoyo J., Elliot A. & Sargatal J. (1992). Handbook of the birds of the world, volume 1 Ostrich to Duck. Barcelona: Lynx Edicions.
- Dethier K. (1997). Voedseleecologie van de Wintertaling (*Anas crecca* L.) op twee slikgebieden in de Zeeschelde: verkennende studie naar het foeragegedrag en de voedselbeschikbaarheid. Ongepubliceerde licentiaatsscriptie Universiteit Gent, Gent.
- Ens B.J., Brinkman A.G., Dijkman E.M., Meesters H.W.G., Kersten M., Brenninkmeijer A. & Twisk F. (2005). Modelling the distribution of waders in the Westerschelde. What is the predictive power of abiotic variables? Alterra rapport 1193, Wageningen.
- Harper D.G.C. (1982). Competitive foraging in Mallards: 'ideal free' ducks. Anim. Behav. 30: 575-584.
- Furness R.W. & Greenwood J.J.D. (1993). Birds as Monitors of Environmental Change. Chapman & Hall, London
- Guillemain M., Fritz H., Guillon N. and Simon G. (2002), Ecomorphology and coexistence in dabbling ducks: the role of lamellar density and body length in winter. Oikos, 98: 547–551. doi: 10.1034/j.1600-0706.2002.980321.x
- Gurd D.B. (2007). Predicting resource partitioning and community organisation of filter-feeding dabbling ducks from functional morphology. The American Naturalist 169: 334-343.
- Gurd D.B. (2008). Mechanistic analysis of interspecific competition using foraging trade-offs: Implications for duck assemblages. Ecology 89: 495-505.

- Herman P.M.J., Middelburg J.J., Van de Koppel J. & Heip C.H.R. (1999). Ecology of estuarine macrobenthos, *Advances in Ecological Research*, Vol 29, Academic press
- Jacobsen O.W. (1992). Factors affecting selection of nitrogenfertilized grassland areas by breeding wigeon *Anas penelope*. *Ornis Scandinavica* 23, 121–131.
- Kleiber M. (1947). "Body size and metabolic rate". *Physiological Reviews*. 27 (4): 511–541.
- Kushlan J.A. (1993) Waterbirds as bioindicators of wetland change: are they a valuable tool? In: Moser, M. Prentice, C. & Van Vesseem, J. (Eds.). *Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990s, a global perspective*. IWRB Special Publication 26: 48-55
- Maximova T., Vanlede J., Plancke Y., Verwaest T., Mostaert F. (2013). Habitatmapping on diep water Zeeschelde: Deelrapport 2 - Numeriek 2D model. +++Flanders Hydraulics Research. Antwerp, Belgium.
- Nudds T.D., Sjöberg K., & Lundberg, P. (1994). Ecomorphological relationships among Palearctic dabbling ducks on Baltic coastal wetlands and a comparison with the Nearctic. *Oikos* 69: 295-303.
- Nudds T.D., Elmberg J., Sjöberg K., Pöysä H., Nummi P. (2000). Ecomorphology in breeding Holarctic dabbling ducks: the importance of lamellar density and body length varies with habitat type. *Oikos* 91:583-588.
- Pearson T.H. & Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311.
- Pieters T., Storm C. & Walhout T. (1991). Het Schelde-estuarium, meer dan een vaarweg: rapportage pilotstudie ontwikkeling van fysische structuur van Schelde-estuarium, uitgevoerd door projectgroep oostwest. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, notanummer, 91.081. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (RWS), Dienst Getijdewateren (DGW). Middelburg. 135p.
- Pöysä H., Elmberg J., Nummi P. & Sjöberg K. (1994). Species composition of dabbling duck assemblages - ecomorphological patterns compared with null models. *Oecologia* 98:193-200.
- Speybroeck J., De Regge N., Soors J., Terrie T., Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Van den Bergh E. (2014). Monitoring van het macrobenthos van de Zeeschelde en haar getij-onderhevige zijrivieren (1999-2010). Beschrijvend overzicht van historische gegevens (1999, 2002, 2005) en eerste cyclus van nieuwe strategie (2008, 2009, 2010). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (INBO.R.2014.1717661). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Tessens B. (2006). Voedseleecologie van Tafeleenden op de Zeeschelde. *Vogelnieuws*. December 2006.

- Thomas G.J. (1982). Autumn and winter feeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *J. Zool. Lond.* 197:131-172.
- Thompson D.B.A. (1981). Feeding behavior of wintering shelduck in the Clyde Estuary. *Wildfowl* 32:88-98.
- Thompson D.B.A. (1982). The abundance and distribution of intertidal invertebrates, and an estimation of their selection by Shelduck. *Wildfowl* 33:151-158.
- Van Braeckel A., Speybroeck J., Vanoverbeke J., Van Ryckegem G. & Van den Bergh E., (2017). Habitatmapping Zeeschelde: Ecologie en ecotopen in het subtidaal. INBO.R.2017.xx. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Braeckel A. & Elsen R. (2017) Sedimentatie en erosie op punten en raaien. In Van Ryckegem (Red.) MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2016. Monitoringsoverzicht en 1^{ste} lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017.
- Van Eerden M.R. & Munsterman M.J. (1997). Patch use upon toch: filter-feeding European Teal (*Anas crecca*) have environmental and socially determined foraging goals: pg 165-185 in van Eerden, PhD. Thesis, Univ. Groningen, The Netherlands.
- Vanoverbeke J. & Van Ryckegem G. (2015). Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.11358580). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Ryckegem G., De Regge N. & Van den Bergh E. (2006). Voedseleecologie en gedrag van overwinterende watervogels langs de Zeeschelde: een methodologische studie INBO.R.2006.28. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Ryckegem G. & de Jong D. 2016 – VNSC Scheldesymposium 23 november 2016. Vogels en hun habitat: hoe kiezen onze doelsoorten tussen de gebieden in de Schelde? Poster 3. Habitatgebruik – analyse.
- Van Ryckegem G. (red.) (2013). MONEOS –Geïntegreerd datarapport Toestand Zeeschelde INBO 2012. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.26). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Ryckegem G. , Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., De Regge N., Soors J., Dhaluin P., Terrie T., Van Lierop, F., Hessel K. & Van den Bergh E. (2015). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2014. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats

en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.8990774). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Ysebaert Y., Meininger P.L., Meire P., Devos K., Berrevoets C.M., Strucker R.C.W. & Kuijken E. Waterbird communities along the estuarine salinity gradient of the Schelde estuary, NW-Europe. *Biodiversity & Conservation* 9: 1275-1296.

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 (2016). Imares Wageningen UR en Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Imares rapport C066/16, Yerseke, 83 pp.

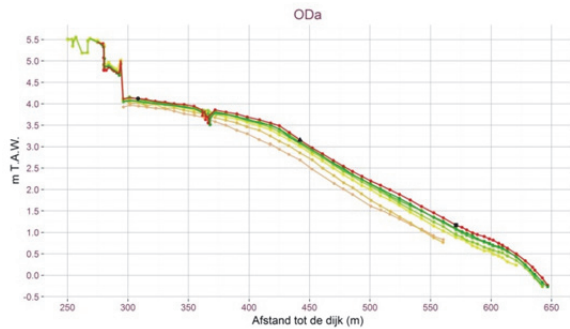
Zwarts L. (1974). Vogels van het brakke getijgebied. Ecologische onderzoeken op de Ventjagersplaten. Bondsuitgeverij van de jeugdbonden voor natuurstudie (njn, cjn en kjn).

9 Bijlagen

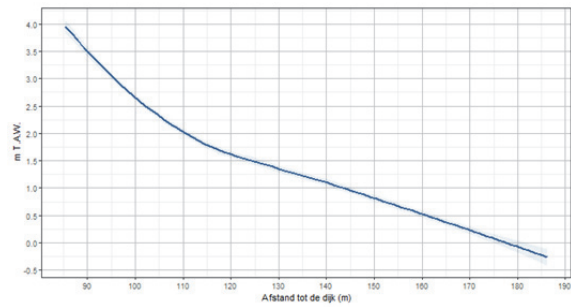
9.1 Oppervlakte van de stroomsnelheidsklassen per telgebied

Telzone	Oppervlakte (m ²) van de maximale stroomsnelheidsklassen (Nevla)			
	< 0.35 m/s	0.65 -0.35 m/s	0.9 -0.65 m/s	> 0.9 m/s
BAL_01	671	4398	3353	545
BAL_02	554	5951	5623	8806
BAL_03	380	3917	3995	12817
BAL_04	220	4653	5141	37037
BAL_05		371	2727	12689
BAL_06		50	1708	3420
BAL_kreek	5481	2419	3011	1133
BR_01	350	4028	691	
BR_02	3464	4529		
BR_03	5786	5697		
BR_04	1175	4356	15	
BR_kreek	2017	658	162	64
DG_01	673	2320	3506	2433
DG_02	150	775	2804	5991
DG_03		100	1313	7434
DG_04		1239	2180	6309
DG_05	250	1762	1722	2183
DK_01	34770	24617	130	
DK_02	38516	9039		
DK_03	23257	14414		
DK_04	7070	10353		
DK_05	3122	6991		
DO_01	8666	23312	31773	6250
DO_02	35667	44177	30333	13595
DO_03	7429	26786	26327	20604
DO_04	4658	26436	23862	32100
DO_05	1924	23307	20322	31487
GS_01	845	4970	10829	17365
GS_02	2561	5183	10205	15759
GS_03	1939	7696	13675	18773
GS_04	1302	7318	13574	10036
GS_05	323	5756	10844	9423
LP_01	6853	17581		
LP_02	4600	15320		
LP_03	2590	12435		
LP_04	1736	13270		
LP_05	2814	15283	50	
NOT_01	2711	9117	3317	
NOT_02	4732	8533	6558	
NOT_03	516	9037	9762	
NOT_04	3584	6679	6434	
NOT_kreek	1500	2100	2141	1839

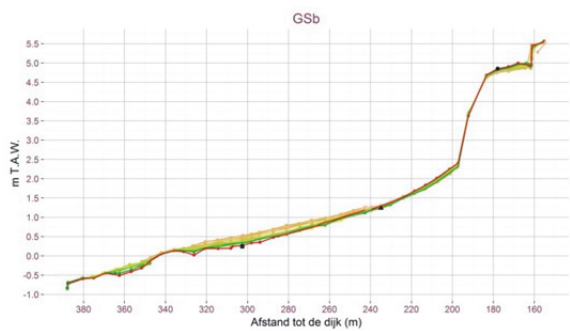
9.2 Profielvorm van de verschillende focusgebieden



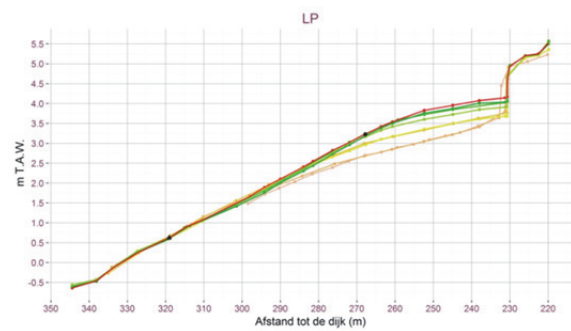
(Ouden)Doel – (helling 1-1.5%)



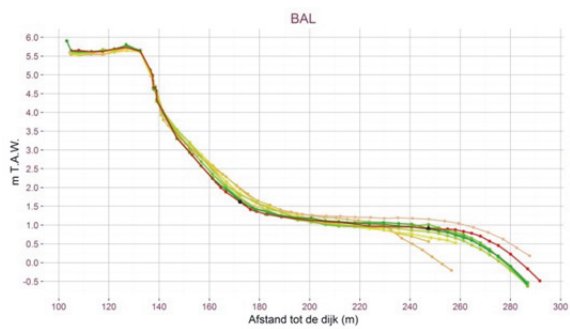
Doel Kerncentrale (thv DK4)– (helling 4%)



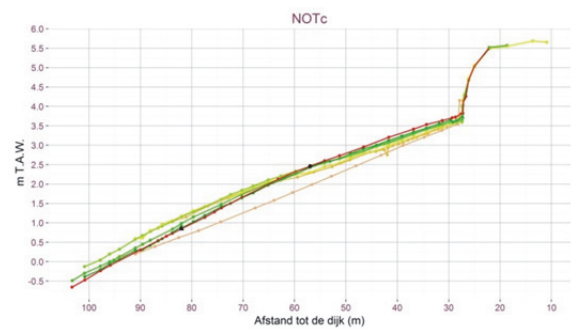
Galgenschoor- Helling 1.6%



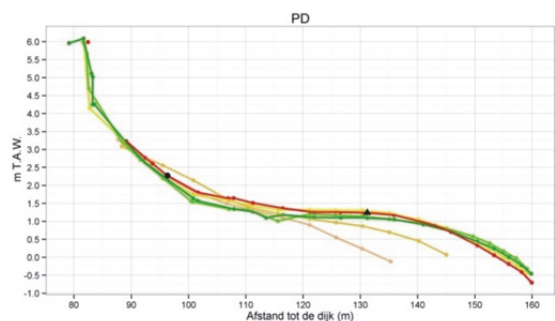
Lillo – Helling 1.8%



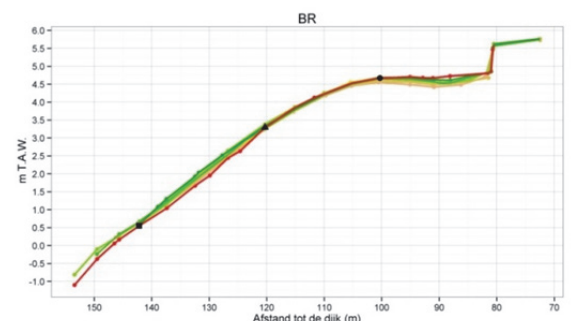
Ballooi – Helling 2.5%



Notelaer – Helling 6%



Driegoten – 6.4 %



Branst – Helling 9%

Figuur 9-1. Illustratie van de profielvorm van de verschillende focusgebieden met de helling van het slik in 2016. (Van Braeckel & Elsen, 2017 – Moneosprofielen – behalve Doel-Kerncentrale – ongepubliceerde metingen – Van Braeckel A.).

