

Zee-eendenvoedsel op een recente zandsuppletie bij Noordwijk

Mardik F. Leopold¹, Hans Verdaat¹, Peter Spierenburg² & Jelle Van Dijk²

Rapport C021/10



¹ IMARES

² Nederlandse Zeevogelgroep

IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever:

Stichting LaMer
Gerard van Berkel
Postbus 474,
2800 AL Gouda

Projectbegeleiding: Marcel Rozemeijer (Waterdienst)

Publicatiedatum:

15 maart 2010

IMARES is:

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

© 2010 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO,
geregistreerd in het Handelsregister
nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Kennisvraag	9
3. Methoden	10
3.1 Suppletie- en onderzoeksgebied	10
3.2 Bodem- en benthosonderzoek	10
3.3 Biomassa onderzoek	13
4. Resultaten	15
4.1 Diversiteit	16
4.2 Potentieel eendenvoedsel	18
4.3 Eendenvoedsel	23
4.4 Verspreiding Ensis en Echinocardium	23
5. Conclusies	26
6. Dankwoord	27
7. Kwaliteitsborging	28
Referenties	29
Verantwoording	30

Samenvatting

Leopold, M.F, Verdaat H., Spierenburg P. & van Dijk J. 2010.
Zee-eendenvoedsel op een recente zandsuppletie bij Noordwijk.
IMARES Rapport C021/10, 30 pp.

In november 2009 streek een groep van enkele honderden Zwarte Zee-eenden neer voor de kust van Noordwijk. Hier was in 2006 een vooroeversuppletie uitgevoerd en in 2007 en 2008 waren hier suppleties op het strand uitgevoerd. De eenden bleven ongeveer een maand lang aanwezig, precies voor het kustgedeelte waar het strand was gesuppleerd en op zee ter hoogte van de vooroeversuppletie. Dit riep de vraag op of er een verband kon zijn tussen suppletie en –blijkbaar gunstige- foerageeromstandigheden voor de zee-eenden.

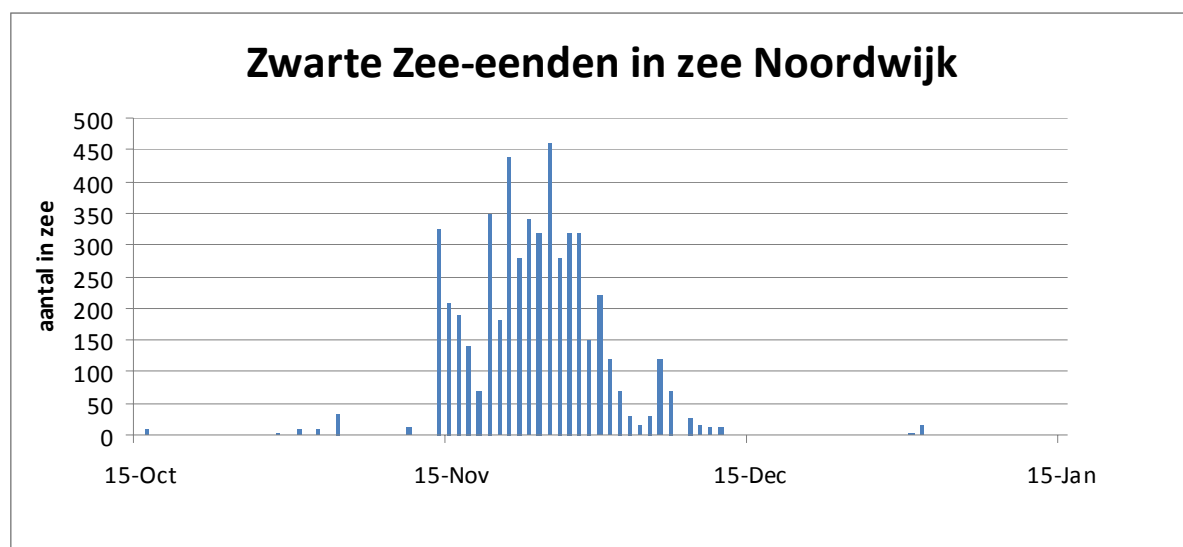
Het bodemleven is bemonsterd in de (vooroever)suppletiezone en vergeleken met dat van twee referentiegebieden ten noorden en zuiden van dit gebied. Amerikaanse Zwaardscheden *Ensis directus* domineerden het bodemleven en de aangetroffen dieren waren in overgrote meerderheid nuljarig en van een formaat dat Zwarte Zee-eenden nog kunnen eten. Dit kon nog eens worden geïllustreerd aan de hand van de maaginhoud van een op het strand van Noordwijk gevonden dode Zwarte Zee-eend ten tijde van het project. De dichtheden aan *Ensis* waren in het Suppletiegebied niet hoger dan in de referentiegebieden, maar ze waren hier wel beter gegroeid, dat wil zeggen ze waren iets groter en ze bevatten meer vlees. Daarnaast viel op dat in de suppletiezone wel, en in de beide referentiegebieden geen, jonge Zeeklitten *Echinocardium cordatum* aanwezig waren, eveneens van een formaat dat geschikt lijkt als eendenvoedsel. Het lijkt er dus op, dat de recente strandsuppleties de groeiomstandigheden voor *Ensis* hebben verbeterd en het gebied aantrekkelijk gemaakt hebben voor (mobiele) *Echinocardium*, en dat vervolgens hier de eenden van konden profiteren.

1. Inleiding

Voor de Noordwijkse boulevard verbleef in november/december 2009 een groep van enkele honderden Zwarte Zee-eenden. In Noordwijk bevindt zich een zeetrekelpost van de Nederlandse Zeevogelgroep en hier worden dagelijks, in de ochtenduren, passerende en lokaal pleisterende zeevogels geregistreerd. Nadat eerst kleine aantallen eenden op zee werden gezien van eind oktober tot begin november, was er sprake van een opvallende stijging in presentie vanaf 14 november. De piek werd bereikt op 25 november (460 vogels op het water geteld, Figuur 1) en vervolgens namen de aantallen weer af tot 0 (na 12 december). De eenden waren meestal pal voor de zeetrekelpost van Noordwijk te vinden, tussen strandpalen 82 en 83, maar waaierden soms iets verder uit in noordelijke (tot strandpaal 81) en in zuidelijke richting (tot bij strandpaal 86: Katwijk). In dit ruimere gebied waren de totale aantallen nog iets hoger met een piek van 550 vogels op 21 november. De vogels zaten op dat moment globaal tussen strandpaal 81 en 84.5; dit was vrijwel de hele periode het geval.

Tabel 1 Suppleties in het studiegebied, 2002-2009. Data Rijkswaterstaat (John de Ronde, Deltares).

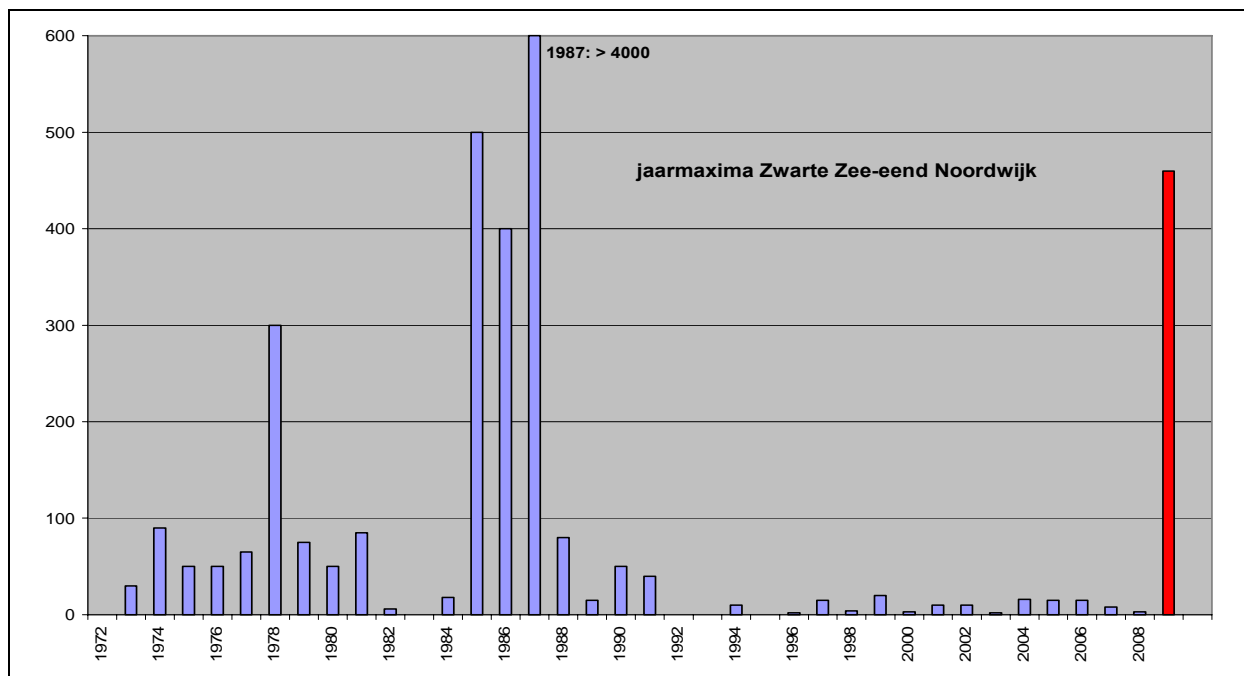
Jaar	maanden	Gebied (strandpalen)	Type	Hoeveelheid
2002	Apr-Dec	73-80	Vooroever	1,4 M m ³
2006	Mei-Sep	89-97	Vooroever	0,25 M m ³
2006	Mrt-Sep	81,5-89	Vooroever	1,2 M m ³
2007	Okt	80-83	Hoog op het strand	1,0 M m ³
2008	Feb-Mrt	80-83	Strand	3,0 M m ³



Figuur 1. Aantallen pleisterende Zwarte Zee-eenden voor de zeetrekelpost Noordwijk in de winter 2009/2010, op grond van dagelijkse tellingen. Data Jelle van Dijk (NZG).

De eenden waren neergestreken in een gebied waar in het recente verleden enkele suppleties zijn uitgevoerd, zowel op het strand als op de vooroever (Tabel 1). Vooroeversuppleties zijn uitgevoerd langs een veel groter kustgedeelte dan waar de eenden in 2009/2010 verbleven, namelijk tussen strandpaal 73 (ter hoogte van Vogelenzang) tot aan paal 97 (Wassenaar). De meest recente vooroeversuppletie bij Noordwijk vond plaats in de zomer van 2006, tussen strandpalen 81,5 en 89, dus overlappend met de strook waarin de eenden neerstreken in 2009. Vervolgens zijn op het strand van Noordwijk nog twee suppleties uitgevoerd, tussen strandpalen 80 en 83 omdat dit kustgedeelte door Rijkswaterstaat gezien wordt als een “zwakke schakel” in de kustverdediging. Een deel van het op het strand opgebrachte zand zal weer zijn teruggevloed naar zee en kan ook de vooroever bij Noordwijk hebben beïnvloed.

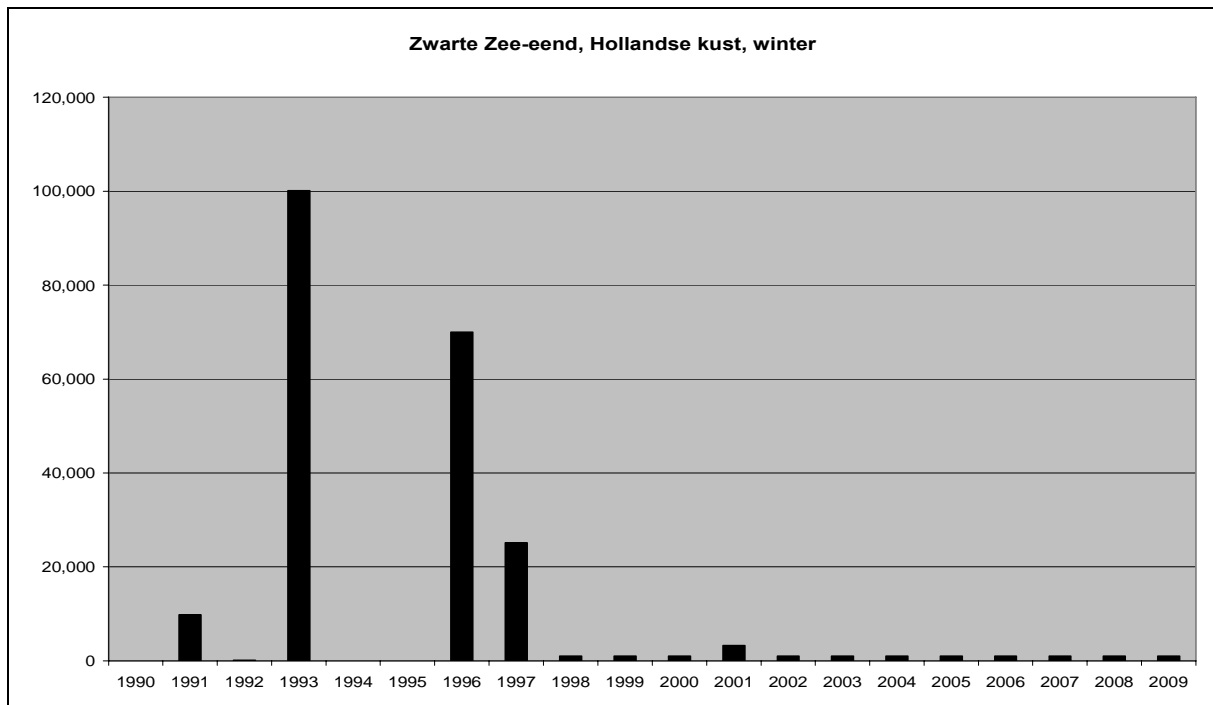
Aantallen Zwarte Zee-eenden zoals die in 2009 voor de kust van Noordwijk neerstreken zijn hier in geen 20 jaar gezien (Figuur 2) en omdat een groep van enkele honderden vogels ongeveer drie weken ter plaatse verbleef, moeten ze hier ook voedsel gevonden hebben. Opmerkelijk hierbij is, dat hier drie jaar eerder een vooroeversuppletie is uitgevoerd en vervolgens nog twee maal een strandsuppletie. Het ligt daarom voor de hand dat bestaand bentisch leven ter plaatse in 2006 door de vooroeversuppletie is bedolven onder het opgebrachte suppletiezand en is verstikt (van Dalftsen & Essink 1997). De effecten van de daarop volgende strandsuppleties op de mogelijkheden voor rekolonisatie van de vooroever door bodemdieren laten zich niet inschatten. Omdat de eenden wekenlang op ter plaatse hebben gefoerageerd, moet er na de vooroeversuppletie, en al dan niet tijdens de strandsuppletie een nieuwe voedselbron zijn ontstaan, door immigratie of door broedval. In de geschiedenis van het Noordwijkse zeetrekten werden gedurende twee eerdere perioden noemenswaardige groepen zee-eenden voor de kust gezien (Leopold et al. 1995; van Dijk et al. 2011): in 1978 en van 1985 tot 1987 (Figuur 2). In 1978 werden ook elders langs de Hollandse kust verhoogde aantallen zee-eenden geteld door zeetrekters, oplopend tot 10.000 vogels bij de Hondsbossche Zeewering in april/mei van dat jaar. In januari 1987 streek opnieuw een groep van enkele duizenden vogels neer bij de Hondsbossche Zeewering, maar deze verplaatste zich na een vorstperiode in februari naar Zandvoort, en groeide aan tot 50-60.000 vogels. De groep bestreek een groot gebied, met uitlopers naar IJmuiden en Noordwijk (van Dijk 1987; Baptist & Camphuysen 1987). Op grond van registraties van massastrandings van tweekleppige schelpdieren op de kust werd later aannemelijk gemaakt dat de eenden zowel in 1978 als in 1987 leefden van Halfgeknotte Strandschelpen *Spisula subtruncata*.



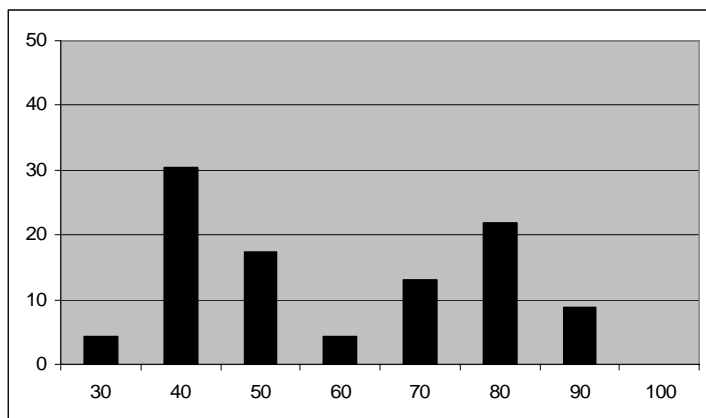
Figuur 2. Jaarlijkse, maximale aantallen pleisterende Zwarte Zee-eenden voor de telpost Noordwijk, (1972-2009) op basis van zeetrek gegevens, Jelle van Dijk, NZG.

In 1993 kon worden bevestigd dat de Zwarte Zee-eenden voor de Hollandse kust *Spisula*-banken opzochten. In april van dat jaar verschenen naar schatting 60-100.000 Zwarte Zee-eenden voor de NZG zeetrekpost Camperduin (data Nick van der Ham, NZG), nadat ze eerder door visserij op *Spisula* verdreven waren van hun voorkeurslocatie ten noorden van Terschelling. Benthosbemonsteringen bij zowel Terschelling als Camperduin toonden aan dat hier dichte, en uitgestrekte banken voorkwamen van *Spisula subtruncata* (den Hollander 1993; Leopold et al. 1995). In de winter van 1993 bleven de eenden voor de kust van Noord-Holland hangen en werd er ter hoogte van Noordwijk geen verhoogde presentie opgemerkt (Figuur 2). Eenzelfde situatie ontstond in 1996 (maximaal 70.000 Zwarte Zee-eenden bij Petten) en in 1997 (maximaal 25.000 bij Petten). Vervolgens stortte het *Spisula* bestand in (Craeymeersch & Perdon 2006; Goudswaard et al., 2008) en daalden de aantallen overwinterende Zwarte Zee-eenden in Nederland scherp (Arts 2008; Baptist & Leopold 2009). Dit beeld geldt voor heel Nederland, en ook voor de situatie voor de Hollandse kust (Figuur 3). Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen dat *Spisula* weer massaal terugkeert in de Nederlandse kustwateren en het ligt daarom voor de hand dat de eenden bij Noordwijk een andere voedselbron benutten.

In de huidige situatie is nog niet goed duidelijk wat de (resterende) eenden in de Nederlandse kustzone eten na de ineensstorting van het *Spisula*-bestand. Er is een omslag geweest van een door *Spisula* gedomineerd systeem naar een systeem waarin de Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus* het benthos domineert. *Ensis* komt tegenwoordig zeer talrijk voor, langs de hele Nederlandse kust en is een soort met een hoge vlees/schelpgewicht ratio. Daar staat voor de eenden tegenover, dat *Ensis* door zijn langwerpige vorm en snel ingraafgedrag (Swennen et al. 1985) wellicht een minder geschikte prooi is dan *Spisula*. Er is nog onvoldoende onderzoek gedaan aan het dieet van de Zwarte Zee-eend in Nederland na de *Spisula/Ensis* switch om precies te kunnen aangeven hoe belangrijk *Ensis* tegenwoordig is als prooi. Incidentele waarnemingen en vooralsnog beperkt onderzoek aan maaginhouden van dood gevonden eenden laten echter zien dat Zwarte Zee-eenden *Ensis* eten en dat ze daarvoor een voorkeur lijken te hebben voor de kleinere (jongere) exemplaren (Leopold et al. 2008; Figuur 4). Vergelijkbare gegevens komen sinds kort beschikbaar uit België (Eric Stienen, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, pers. comm.) en Denemarken (Skov et al. 2008).



Figuur 3. Jaarlijkse, maximale aantallen overwinterende Zwarte Zee-eenden voor de Hollandse kust, (1990-2009) op basis van vliegtuig- en scheepssurveys, en zeetrekgegevens (data RIKZ, IMARES en NZG).



Figuur 4. Procentuele verdeling van de gegeten schelp lengtes (mm) van *Ensis*, afgeleid van slotjes uit de magen van zes dood gevonden Zwarte Zee-eenden (herkomst: noord Nederland; n=23 slotjes). Uit: Leopold et al. (2008).

In november/december 2009 zaten de eenden voor Noordwijk steeds tamelijk dicht onder de kust (300-1000 m van het strand). Als ze door getij of wind verdriften keerden ze steeds weer terug naar hun voorkeurslocatie voor de zeetrekpost. Ter plaatse doken de eenden naar voedsel, maar uit directe waarnemingen kon niet worden afgeleid welke prooi soort gegeten werd. Meestal wordt ervan uitgegaan, dat herstel van de bodemfauna na een zandsuppletie jarenlang duurt, maar dit geldt dan met name voor meerjarige benthosoorten die niet mobiel zijn. Blijkbaar is functioneel herstel van het systeem, althans in termen van zee-eendenvoedsel, op kortere termijn mogelijk. De vraag hierbij is, om welke benthosoort(en) dit gaat in het onderhavige geval. Zee-eenden hebben in Nederland gefloreerd toen er veel *Spisula subtruncata* als voedsel beschikbaar was (Leopold et al. 1995), maar deze voedselbron is na een piekvoorkomen begin jaren 90 (vdve) geleidelijk steeds minder algemeen geworden. *Spisula* is gevoelig gebleken voor zandsuppleties (van Dalfsen & Essink 1997) en de neergang van *Spisula* valt min of meer samen met een toename aan vooroeverzandsuppleties. Een oorzakelijk verband tussen beide zaken lijkt echter niet aannemelijk (Baptist & Leopold 2009). Dat een recent gesuppleerde vooroever snel attractief zou zijn voor zee-eenden is echter weer het andere uiterste: een opvallende en onverwachte ontwikkeling!

Er zijn vijf verschillende scenario's denkbaar waaronder het gebied snel na de suppletie attractief geworden is voor zee-eenden:

1. Er heeft een massale broedval plaatsgevonden van een geschikte prooi soort. Een waarschijnlijke kandidaat hiervoor is *Ensis directus* omdat deze soort thans de meest algemene macrobenthosoort is lang de Nederlandse kust;
2. Er zijn bodemdieren het gebied binnengetrokken die geschikt zijn als voedsel. Gedacht kan worden aan aas- of detritus-eters, die een tijdelijke voedselbron, samenhangend met sterfte van bodemdieren in of onder het suppletiezand, benutten. Gedacht kan worden aan Zeeklitten *Echinocardium cordatum* (detritus-eter) of diverse soorten polychaete wormen (*Nephtys* of *Nereis*: aas- en detritus-eters);
3. Er is een andere, tijdelijke natuurlijke voedselbron ontstaan, bijvoorbeeld doordat een of andere vissoort ter plaatse (veel) eieren heeft afgezet. Van duikende eenden is bekend dat ze dergelijke tijdelijke rijkdommen goed kunnen benutten (Bishop & Green 2001; Evert 2004; Lok et al. 2008; Anderson et al. 2009);
4. Er is een niet-natuurlijke, tijdelijke voedselbron beschikbaar geweest, bijvoorbeeld in de vorm van verloren scheepslading. In de literatuur is één dergelijk geval beschreven: rond 1890 verloor een schip een lading bonen bij Helgoland en op de plaats van het ongeluk werden zo'n 1000 Zwarte Zee-eenden gedurende vier weken lang foeragerend waargenomen (Bauer & Glutz von Blotzheim 1969).
5. De presentie van de eenden bij Noordwijk berustte op toeval: de groep had even goed ergens anders kunnen neerstrijken.

Het derde en vierde scenario lijken in het geval Noordwijk onwaarschijnlijk. De winterse vooroever van de Nederlandse Noordzee lijkt geen geschikte plek om weken lang viseieren of verloren bonen (of iets vergelijkbaars) op één plek vast te houden. Scenario 5 is met een beperkte inzet niet te onderzoeken, maar de voedselsituatie bij Noordwijk kan in het voorjaar vergeleken worden met andere delen van de vooroever, na de jaarlijkse integrale inventarisatie van schelpdieren door IMARES in het voorjaar van 2010. Het feit dat de eenden gedurende hun verblijf sterk vasthielden aan de locatie suggereert dat er juist hier voor hen iets te halen viel. Scenario's 1 en 2 bieden meer perspectief en om deze reden is besloten om het (epi)benthos voor de kust bij Noordwijk te gaan onderzoeken.

2. Kennisvraag

Doel van dit onderzoek is om een inzicht te krijgen in het voorkomen van macrobenthossoorten die geschikt kunnen zijn als voedsel voor zee-eenden, in de eerder gesuppleerde vooroever, die vervolgens wellicht ook onder invloed heeft gestaan van strandsuppleties. Daartoe is het benthos bemonsterd in de vooroeveroppetiezone van 2006 en daarnaast in de niet gesuppleerde vooroever voor strandpaal 81 (referentiegebied Noord) en in de minder zwaar gesuppleerde (ook in 2006) vooroever tussen paal 91 en 92 (referentiegebied Zuid; vergelijk Tabel 1 en Figuur 6). Benthossoorten die in potentie een voedselbron voor zee-eenden kunnen vormen, hebben in deze rapportage de prioriteit. Dit zijn soorten die ter plaatse in hoge dichtheden voorkomen, voldoende groot zijn (> circa 1 cm) maar ook weer niet te groot (kleiner in diameter dan het keelgat van een zee-eend, circa 3 cm) (Leopold et al. 1995; 2008).

Vragen van secundair belang zijn hierbij:

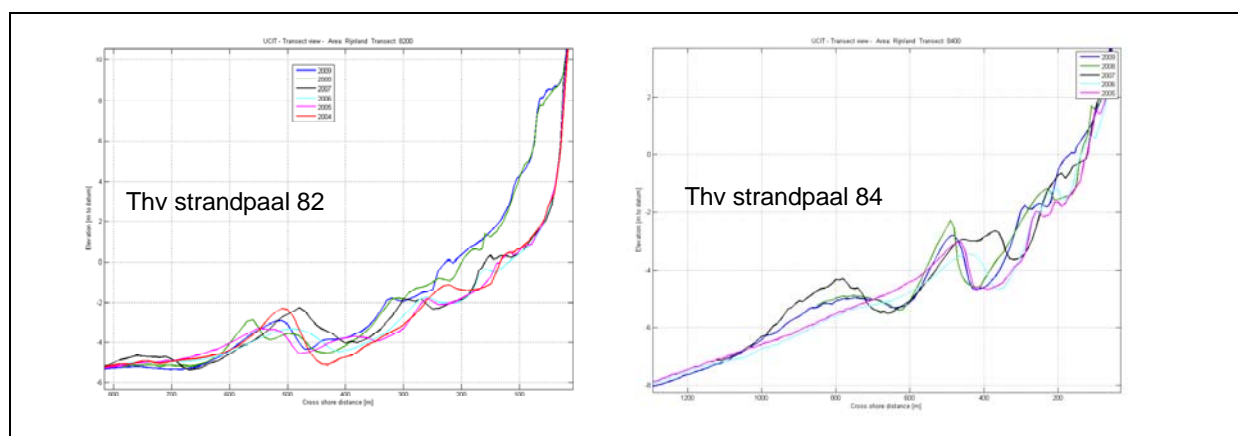
- a. Hoe is het benthos over de vooroever (gesuppleerd en niet gesuppleerd) verdeeld?
- b. Hoe is het profiel van de vooroever en hoe verhoudt zich dit tot het voorkomen van benthos?
- c. Hoe is de totale biodiversiteit van het macrobenthos?

Deze rapportage richt zich op het voorkomen van de meest talrijke soorten macrobenthos die in potentie geschikt zijn als voedsel voor zee-eenden: schelpdieren, krabben en stekelhuidigen. Op of in de bodem liggende viseieren of andersoortig, niet natuurlijk voedsel werd bij de bemonstering niet aangetroffen en om deze reden krijgen de scenario's die deze mogelijke voedselbronnen beschrijven verder geen aandacht. Beschreven wordt het voorkomen van soorten, dichtheden, maten en vleesinhoud, verdeeld over een te inventariseren oppervlak.

3. Methoden

3.1 Suppletie- en onderzoeksgebied

De vooroeversuppletie voor Noordwijk van 2006 is gelegd tussen 700 en 1000 meter uit de kust, tussen strandpalen 81.5 en 89 (John de Ronde, Deltares, *in litt.*). De vooroever loopt hier vanaf het strand tot circa 400 m uit de kust relatief steil af tot 4 m diepte. Op 500 m uit de kust ligt de eerste brekerbank (slechts ruim 2 meter diep) en zeewaarts van deze bank loopt de vooroever meer geleidelijk af naar dieper water (Figuur 5). De suppletie is dus buiten de genoemde brekerbank aangelegd.



Figuur 5. Dwarsdoorsneden van het profiel van de vooroever, ter hoogte van strandpalen 82 en 84 (aangeleverd door John de Ronde, Deltares). NB: tussen beide figuren verschilt de schaal op zowel de X- als de Y-as.

3.2 Bodem- en benthosonderzoek

Centraal in het gebied van de grote vooroeversuppletiezone van 2006 is door Deltares verkennend onderzoek gedaan met behulp van multibeam en sidescan sonar, op de dag voorafgaand aan de benthosurvey. De benthosurvey zelf vond plaats op 12 en 13 januari 2010. Het centrale deel van genoemde suppletiezone werd bemonsterd door 55 van Veen happen te nemen, verdeeld over 8 raaien loodrecht op de kust, van circa 500-1200 m uit de kust (Figuur 6). In de twee referentiegebieden, gelegen ten noorden en zuiden van de suppletiezone, werden elk 21 van Veen happen genomen. De referentiegebieden werden zo dicht mogelijk bij de suppletiezone gesitueerd, op stukken vooroever die zo veel mogelijk eenzelfde diepteprofiel hadden als het suppletiegebied Noordwijk-Katwijk. Dit werd tijdens de survey, ter plaatse in overleg met de kapitein van het onderzoeksschip, de Rotterdam, bepaald. Aantal en exacte ligging van de monsterlocaties werden eveneens aan boord bepaald, binnen de mogelijkheden die de survey bood (diepgang schip, beschikbare tijd).

Op grond van de bevindingen met de multibeam en sidescan sonar werden tijdens de survey nog enkele happen genomen op plaatsen met een –naar het zich liet aanzien- bijzondere bodemstructuur. De posities voor deze extra monsters betroffen verschillende opvallende bodemtypen en de verzoeken om extra monsters te nemen kwamen op verschillende momenten gedurende de bemonstering op het schip aan. Er zijn drie series extra punten, door Deltares aangeduid met “Speciaal”, “B” en “E” (Figuur 6). Al deze extra monsters liggen in het suppletiegebied en zijn niet meegenomen in vergelijkingen tussen dit gebied en de beide referentiegebieden, maar apart behandeld.

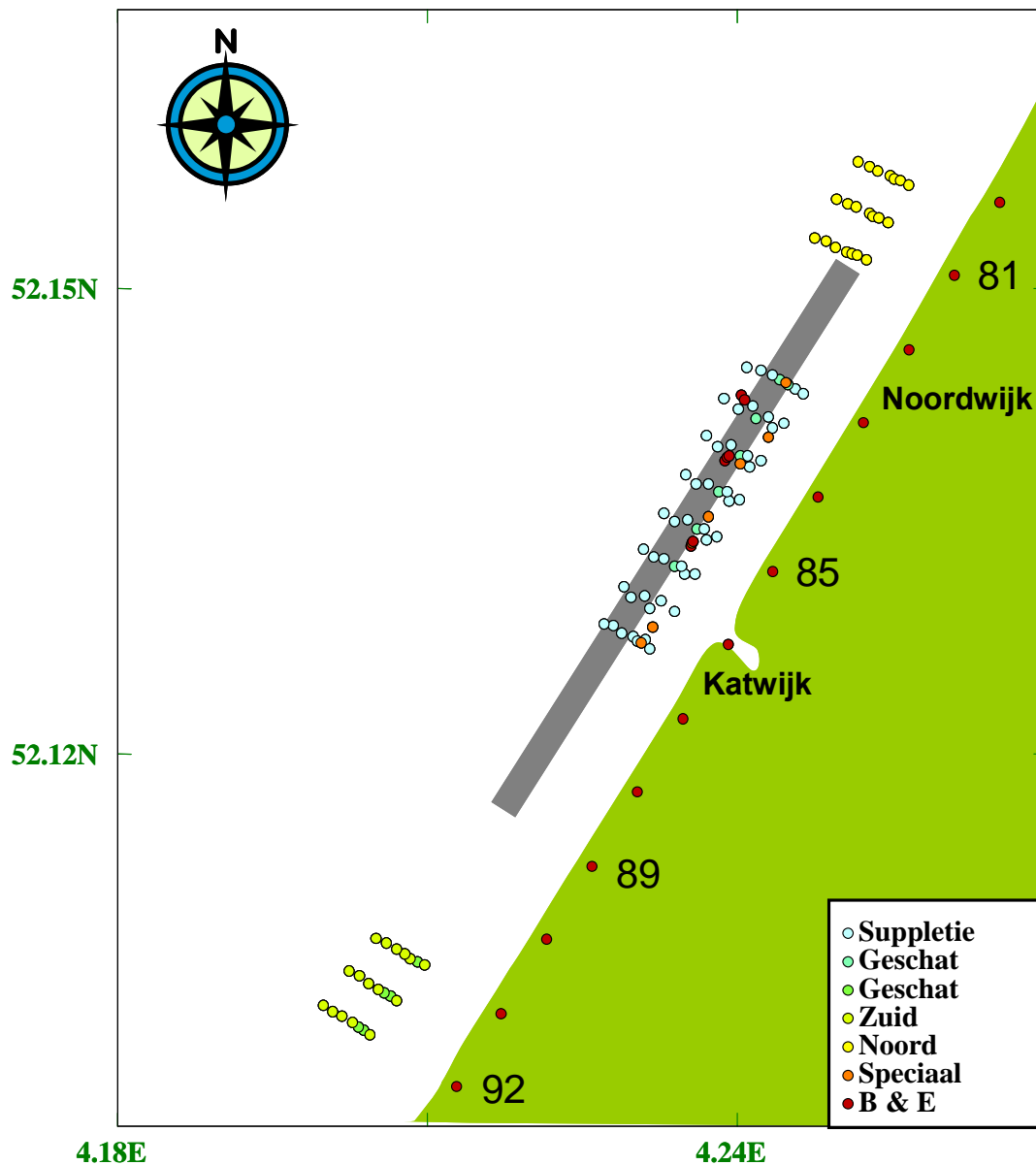
Er werd gekozen voor de Van Veen happer als monstertuig, omdat hiermee snel gewerkt kan worden en dus veel monsters kunnen worden genomen. Dit gaat ten koste van de accuratesse, waar het kleine, of zeldzame, of dieper levende benthosoorten betreft. Dit werd echter als een klein probleem gezien in het licht van de onderzoeksvraag, die zich richt op stapelvoedsel van zee-eenden, die per definitie relatief groot, talrijk en ondiep levend zijn. Op iedere monsterlocatie werd één hap genomen die direct werd uitgezeefd over een 1 mm zeef. Alle

potentiële zee-eendenprooien werden levend uitgezocht, gedetermineerd, opgemeten en in de computer ingevoerd. Veel van dit werk kon tijdens het monstereen aan boord worden gedaan, maar op de tweede dag van de bemonstering konden de verwerkers het tempo niet bijhouden, omdat er veel dieren naar boven werden gehaald. Monsters die niet direct verwerkt konden worden zijn wel aan boord uitgezeefd en de monsters die niet verder aan boord konden worden uitgezocht werden vervolgens in zijn geheel, met alle aanwezige levende dieren, naar het laboratorium afgevoerd en daar de volgende dag uitgezocht. Dit kon zonder verdere voorzorgmaatregelen, omdat de lucht- en watertemperatuur rond het vriespunt lagen waardoor de opgehapte dieren lang in leven bleven.

Voor eventueel vervolgonderzoek naar de totale aanwezige biodiversiteit werd alle uitgezeefde materiaal van ieder derde monster in zijn geheel op formaline bewaard, nadat de grotere "eendenvoedsel-soorten" uit deze fractie waren verwijderd. Deze formalinemonsters zijn beschikbaar voor vervolgonderzoek, en worden in dit rapport verder niet besproken.

De Van Veen happer die werd gebruikt (VH-4 van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek) bemonstert 44x41 cm aan bodemoppervlak (0.1804 m² per hap). Met andere woorden: de aantallen per monster moeten met 5.54 worden vermenigvuldigd om dichtheden te krijgen als n/m².

Datum, tijd, diepte en geografische locatie werd voor ieder punt op de brug van de Rotterdam vastgelegd, maar deze registratie ging ten aanzien van de positie en diepte mis voor 7 opeenvolgende Suppletiepunten en voor 5 opeenvolgende Zuid punten; deze posities zijn achteraf gereconstrueerd ("Geschat"; zie legenda bij figuur). Dit kon doordat de gevaren route bekend was, de tijden van alle monsternames inclusief die met ontbrekende posities en omdat de punten volgens een vast patroon ten opzichte van elkaar werden genomen. Ontbrekende dieptes werden geïnterpoleerd op grond van wel geregistreerde dieptes van omliggende punten. De diepte-registratie ging ook mis bij 6 andere Suppletiepunten; ook deze dieptes zijn achteraf gereconstrueerd aan de hand van de wel geregistreerde dieptes van omliggende punten.



Figuur 6. Het gebied van de suppletie (grijze baan) voor de kust van Noordwijk/Katwijk. Rode punten aan land geven de strandpalen. Rond het suppletiegebied zijn op 55 locaties bodemhappen genomen (blauwe punten). Op 21 punten in referentiegebied Noord (gele punten) en op 21 punten in referentiegebied Zuid (groene punten) zijn ter vergelijking ook happen genomen. De "Speciaal" en de "B & E" punten zijn extra punten op grond van bijzondere bodemkarakteristieken ter plaatse (op grond van multibeam en sidescan sonar opnames). Punten waarvan de exacte locatie achteraf moest worden geschat zijn met licht verschillende kleuren aangegeven, met meer naar groen neigende kleuren in de Suppletiezone en in referentiegebied Zuid.

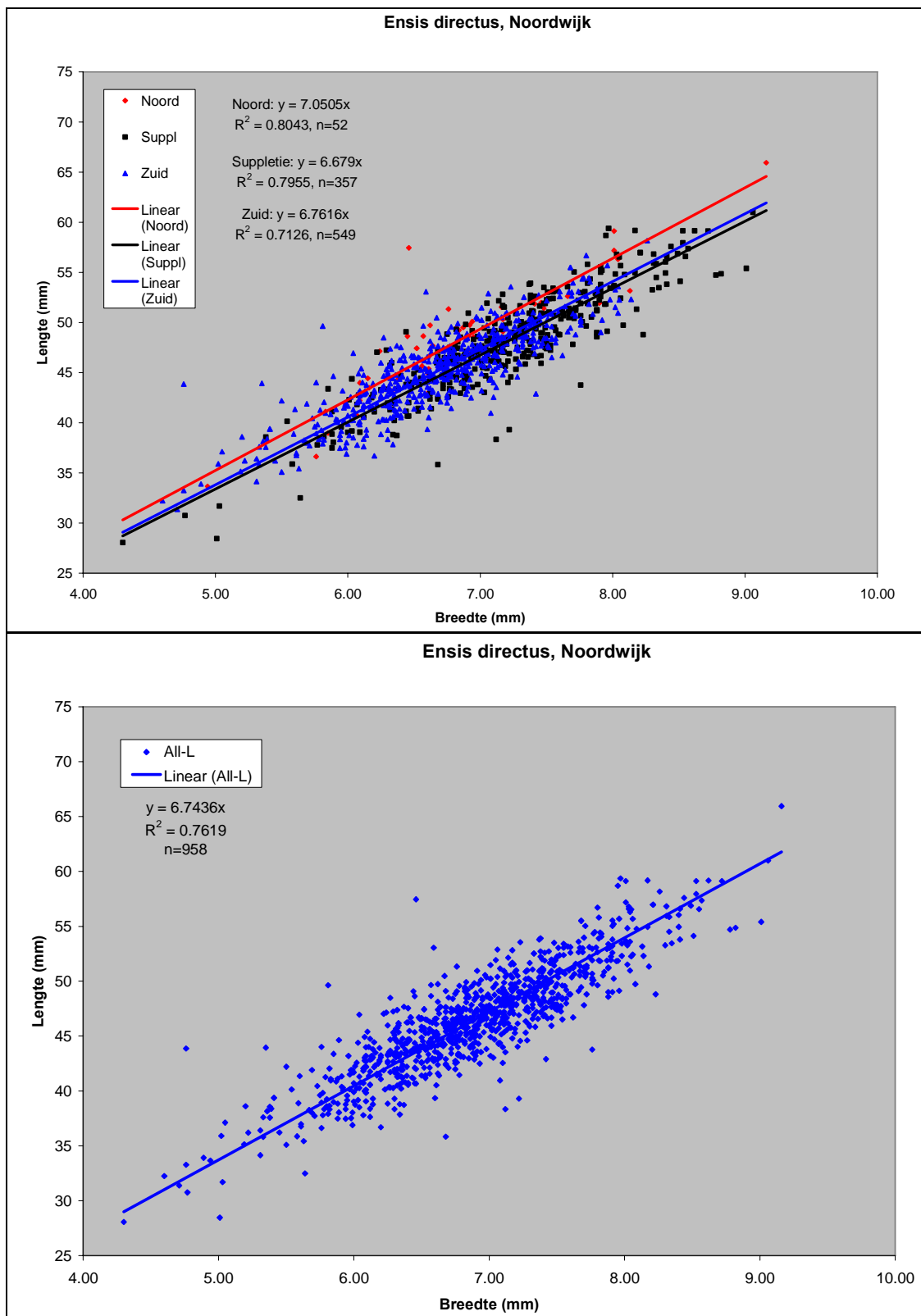
3.3 Biomassa onderzoek

Van alle opgehapte, intacte schelpdieren en stekelhuidigen (*Echinocardium*) werd de lengte gemeten. De langwerpige *Ensis* gaat in de Van Veen happen vaak stuk en van deze soort werd steeds de breedte van de schelp, 3 mm onder de top gemeten. Bij alle exemplaren die intact waren (n=959) werd ook de schelpenlengte gemeten zodat later, door middel van regressieanalyse, ook de lengte van kapotte exemplaren kon worden geschat. De lengte-breedte verhouding was voor alle strata (referentiegebied Noord, suppletiegebied en referentiegebied Zuid) lineair en de relatie verschilde niet tussen strata (Figuur 7) zodat met gepoolde gegevens kon worden gewerkt.

Van andere soorten (twee vissen, een Miside *Gastrosaccus* sp. en een garnaal *Crangon* sp.) werd eveneens de lengte gemeten; van krabben werd de breedte van het rugschild gemeten; dieren zonder harde delen (1 Slibanemoon *Sagartia troglodites* en 3 exemplaren van de Sipunculide *Sipunculus nudus*) en heremietkreeften werden alleen geteld.

Alle intacte opgehapte individuen (exclusief de twee vissen, een Schol *Pleuronectes platessa* en een Lozano's Grondel *Pomatoschistus lozoni*, die levend werden teruggezet in zee) werden levend bewaard en naar het laboratorium op Texel afgevoerd. Van alle individuen van schaarse soorten werd hier het versgewicht, drooggewicht en asvrij-drooggewicht bepaald; voor de soorten *Ensis directus* en *Echinocardium cordatum* werd dit voor een steekproef gedaan. Hierbij werd per grootteklasse een gelijk aantal individuen at random uit het totaal beschikbare materiaal genomen. De aldus verkregen regressievergelijkingen tussen lengte en AVDW werden gebruikt om voor alle opgehapte individuen het AVDW te bepalen. Het AVDW van schaarsere soorten werd voor ieder individu apart bepaald.

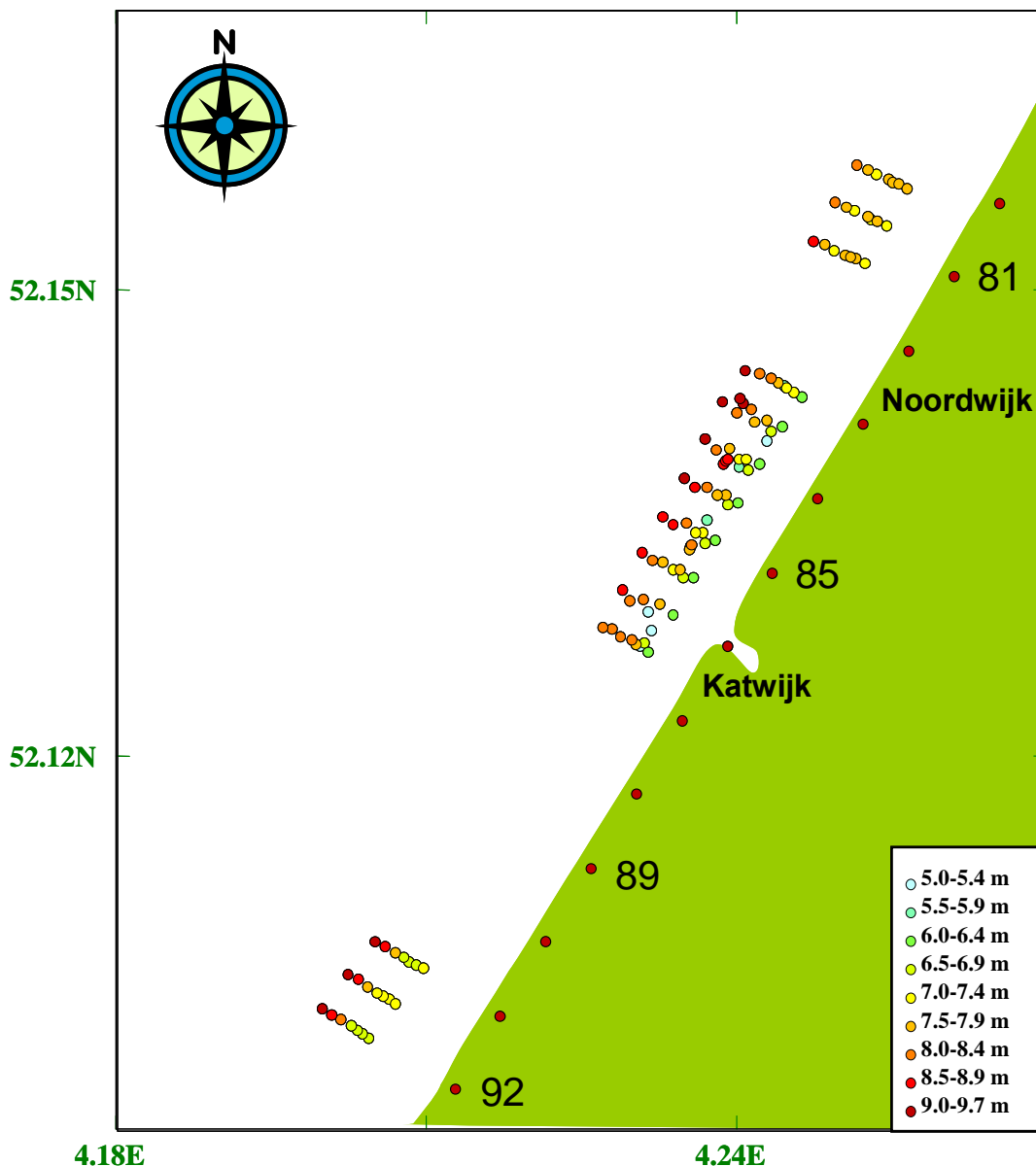
Een directe koppeling tussen eenden en benthos kon ten tijde van de benthosurvey niet meer worden gelegd, omdat de eenden inmiddels vertrokken waren. De vondst van een dode Zwarte Zee-eend op het Noordwijkse strand op 2 januari voorzag hier deels in. Maag- en darminhoud van deze eend zijn in het kader van deze rapportage onderzocht op nog aanwezige voedselresten. De eend werd in redelijk verse toestand op het strand, ter hoogte van strandpaal 79.5 gevonden door Kees Kooimans en aangeboden voor onderzoek. Het ging om een eerste-winter wijfje, in goede lichamelijke conditie. Uit- en inwendig trauma wezen op een gewelddadige verdrinkingsdood: de vogel was vermoedelijk tijdens het foerageren in een net gezwommen. Maag- en darminhoud werden onder stromend water uitgespoeld en vleesresten verwijderd. Het overgebleven schelpmateriaal werd gedroogd en gefotografeerd; de grote hoeveelheid materiaal die dit opleverde kon niet binnen het raamwerk van dit project worden uitgezocht. We volstaan daarom met een korte beschrijving.



Figuur 7. Relatie tussen schelpenlengte en de breedte van de schelp 3 mm onder de top bij Ensis directus. A. Boven: datapunten voor ieder stratum afzonderlijk geanalyseerd. B. Onder: alle datapunten samen. Merk op dat de lijn voor referentiegebied Noord op relatief weinig punten is gebaseerd.

4. Resultaten

De waterdieptes waarop werd gehapt varieerden van 5 tot bijna 10 meter (Figuur 8). Daarbij lijkt de spreiding binnen de suppletiezone iets groter dan in de referentiegebieden en lijken de dieptes in Zuid een grotere range te hebben dan in Noord. Er is echter geen rekening gehouden met hoogteverschillen als gevolg van het getij. Binnen de suppletiezone valt op, dat de extra punten (gelegen buiten het min of meer vaste raaienpatroon) qua diepte afwijken van de reguliere punten. Deze verschillen kunnen worden verklaard doordat de extra punten aan het eind van de survey zijn genomen en dus op een ander moment in de getijdencyclus dan de reguliere punten. Dit geeft aan dat de meetnauwkeurigheid in de orde van 1-2 meter was. Verschillen in diepte tussen de drie deelgebieden lijken dus marginaal.



Figuur 8. Hap-posities en geregistreerde dieptes ten tijde van de hap.

4.1 Diversiteit

In de gezamenlijke 105 genomen bodemhappen (21 in stratum Noord, 55 in stratum Suppletie, plus 8 extra "Special" happen in dit stratum, 21 happen in stratum Zuid) werden 19 verschillende soorten dieren aangetroffen. Hierbij waren de schelpdieren met 8 tweekleppigen en 1 slak in de meerderheid, gevolgd door de kreeftachtigen (5 soorten). Verder werd 1 soort stekelhuidige (de Zeeklit), 1 anemoon, 1 Sipunculide en twee vissen gevangen.

In totaal werden 3860 dieren gevangen. Slechts twee soorten kwamen in grote aantallen in de monsters voor: de Amerikaanse Zwaardschede met 3660 exemplaren en de Zeeklit met 127. Verder kwamen alleen Witte Dunschaal, Zaagje en Kleine Heremietkreeft uit op 10 exemplaren of meer in alle monsters samen (Tabel 2). Omdat de relatieve aantallen per stratum mede samenhangen met het aantal genomen happen, is hiervoor gecorrigeerd door de aantallen te delen door het totaal bemonsterde oppervlak per stratum. De resulterende dichtheden, als n/m^2 zijn gegeven in tabel 3. Tabel 4 geeft de biomassa's (in grammen asvrij-drooggewicht per vierkante meter).

Tabel 2. Overzicht van alle macrobenthossoorten en aantallen (inclusief vissen) die in de happen werden aangetroffen. De genomen monsters op de extra punten "B" en "E" konden binnen het bestek van dit project niet worden uitgezocht. De bovenste twee regels geven de aantallen happen per stratum en het gezamenlijke bemonsterde oppervlak per stratum.

		Aantal happen	21	55	21	8	105
		Σ gehapt bodemoppervlak m^2	3.7884	9.9220	3.7884	1.4432	18.942
Genus	Species	Nederlandse naam	Noord	Suppletie	Zuid	Speciaal	Totaal
Abra	alba	Witte Dunschaal	5	3	5		13
Donax	vittatus	Zaagje	5	5			10
Spisula	subtruncata	Halfgeknotte Strandschelp		1			1
Macoma	balthica	Nonnetje			1		1
Tellina	fabula	Rechtsgestreepte platschelp	1		2		3
Tellina	tenuis	Tere platschelp	2				2
Ensis	directus	Amerikaanse zwaardschede	661	1636	1250	113	3660
Solen	marginatus	Gewone Messchede		1			1
Lunatia	alderi	Glanzende Tepelhoren	1				1
Echinocardium	cordatum	Zeeklit	7	113	3	4	127
Diogenes	pugillator	Kleine Heremietkreeft	12	8	1	4	25
Gastrosaccus	spec.	Myside				1	1
Pinnotheres	pisum	Erwtenkrab		1	1		2
Crangon	spec.	Garnaal	1			1	2
Liocarcinus	holsatus	Gewone Zwemkrab	1		1	3	5
Sagartia	trogloydes	Gewone Slibanemoon	1				1
Sipunculus	nudus	Sipunculide		2	1		3
Pomatoschistus	lozanoi	Lozanos Grondel		1			1
Pleuronectes	platessa	Schol	1				1

Tabel 3. Dichtheden van de verschillende macrobenthossoorten in n/m², per stratum.

Species	Noord	Suppletie	Zuid	Speciaal	Totaal
<i>Abra alba</i>	1.320±2.988	0.302±1.270	1.320±3.882	0	0.686±2.394
<i>Donax vittatus</i>	1.320±4.928	0.504±1.608	0	0	0.528±2.494
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0.101±0.747	0	0	0.053±0.051
<i>Macoma balthica</i>	0	0	0.264±1.210	0	0.053±0.541
<i>Tellina fabula</i>	0.264±1.210	0	0.528±1.667	0	0.158±0.928
<i>Tellina tenuis</i>	0.528±1.667	0	0	0	0.106±0.761
<i>Ensis directus</i>	174.48±130.50	164.89±154.60	329.96±191.40	78.298±93.952	193.22±169.15
<i>Solen marginatus</i>	0	0.101±0.747	0	0	0.053±0.051
<i>Lunatia alderi</i>	0.264±1.210	0	0	0	0.053±0.541
<i>Echinocardium cordatum</i>	1.848±5.901	11.389±23.138	0.792±2.650	2.772±5.132	6.705±17.675
<i>Diogenes pugilator</i>	3.168±3.313	0.806±2.483	0.264±1.210	2.079±4.124	1.320±3.029
<i>Gastrosaccus spec.</i>	0	0	0	0.693±1.960	0.053±0.541
<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0.101±0.747	0.264±1.210	0	0.106±0.761
<i>Crangon spec.</i>	0.264±1.210	0	0	0.693±1.960	0.106±0.761
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0.264±1.210	0	0.264±1.210	2.079±2.869	0.264±1.186
<i>Sagartia troglodes</i>	0.264±1.210	0	0	0	0.053±0.541
<i>Sipunculus nudus</i>	0	0.202±1.047	0.264±1.210	0	0.158±0.928

Tabel 4. Biomassa's van de verschillende macrobenthossoorten in gram AVDW/m² ± 1 SD per stratum.

Species	Noord	Suppletie	Zuid	Speciaal	Totaal
<i>Abra alba</i>	0.007±0.017	0.002±0.007	0.008±0.024	0	0.004±0.014
<i>Donax vittatus</i>	0.024±0.098	0.014±0.049	0	0	0.012±0.056
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0.004±0.028	0	0	0.002±0.020
<i>Macoma balthica</i>	0	0	0.001±0.002	0	0.000±0.001
<i>Tellina fabula</i>	0.004±0.017	0	0.009±0.029	0	0.003±0.015
<i>Tellina tenuis</i>	0.012±0.039	0	0	0	0.002±0.018
<i>Ensis directus</i>	9.425±8.128	9.748±9.453	16.95±8.85	3.673±4.699	10.661±9.388
<i>Solen marginatus</i>	0	0.001±0.010	0	0	0.001±0.007
<i>Lunatia alderi</i>	0.000±0.001	0	0	0	0.000±0.001
<i>Echinocardium cordatum</i>	0.157±0.536	1.037±2.104	0.232±0.734	0.380±0.848	0.650±1.636
<i>Diogenes pugilator</i>	0.097±0.117	0.021±0.072	0.005±0.022	0.111±0.214	0.040±0.100
<i>Gastrosaccus spec.</i>	0	0	0	0.010±0.027	0.001±0.008
<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0.003±0.022	0.008±0.036	0	0.003±0.022
<i>Crangon spec.</i>	0.025±0.116	0	0	0.076±0.214	0.011±0.078
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0.070±0.322	0	0.025±0.115	0.156±0.276	0.031±0.172
<i>Sagartia troglodes</i>	0.082±0.376	0	0	0	0.016±0.168
<i>Sipunculus nudus</i>	0	0.010±0.052	0.013±0.060	0	0.008±0.046

4.2 Potentieel eendenvoedsel

Het benthos voor de kust van Noordwijk-Katwijk werd gedomineerd door twee soorten: *Ensis* en *Echinocardium*, die beide in potentie geschikt eendenvoedsel zijn, zolang het jongere exemplaren betreft. Als we naar de grootteverdeling van deze twee soorten kijken, blijkt dat de meerderheid van de aanwezige individuen klein was, en door eenden gegeten kon worden (Figuur 9). Opvallend is dat Zeeklitten in de Suppletiezone in veel hogere dichtheden werden aangetroffen dan elders (Figuur 10). De meeste individuen waren juvenielen, alleen in stratum Zuid werden (uitsluitend) enkele iets grotere exemplaren gevonden. De meeste exemplaren waren echter kleiner dan 2½ cm en zouden door Zwarte Zee-eenden kunnen worden gegeten.

Voor *Ensis* geldt ook dat de meeste exemplaren nog geen jaar oud waren, en kleiner dan 7 cm schelpenlengte (Tabel 5). Deze lengtes kunnen door Zwarte Zee-eenden worden gegeten (Leopold et al. 2007; 2008). De dichtheden jonge *Ensis* waren gelijk in strata Noord en Suppletie, maar in stratum Zuid waren ze nog twee keer zo hoog. Bijzondere bodem-echo's op de multi-beam en sidescan sonar leken indicatief voor lagere dichtheden *Ensis* (Tabel 5).

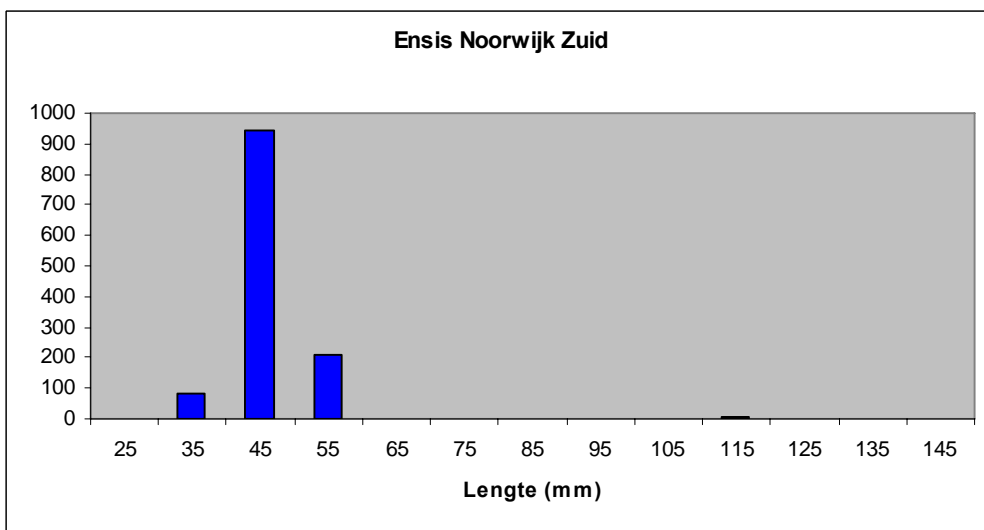
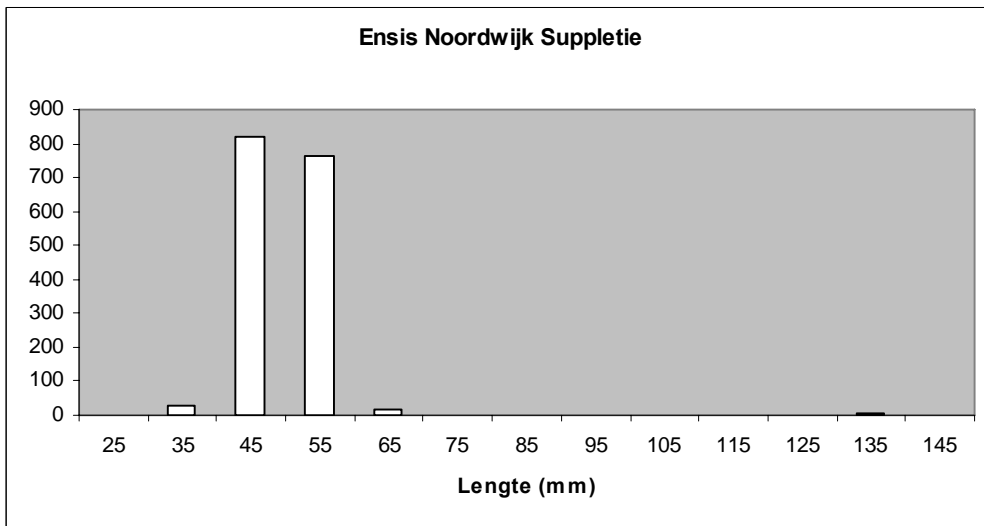
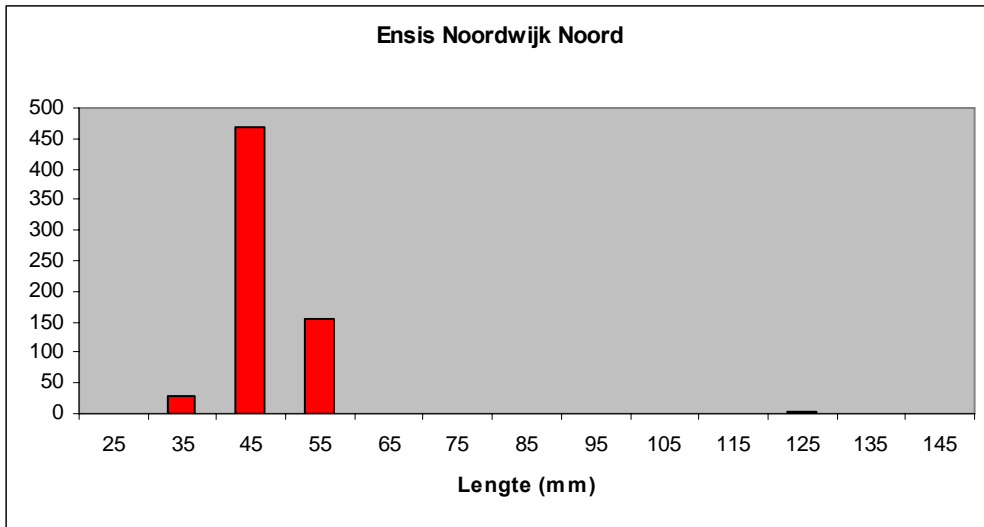
De zwaardscheden leken in de Suppletiezone wel iets beter gegroeid dan in strata Noord en Zuid. Vooral in Zuid, waar de dichtheden het hoogst waren, waren de dieren het kleinst en bevatten dus ook per individu het minste vlees. Als we de gemeten schelpbreedtes nemen als maat voor de groottes van *Ensis* in de verschillende strata, dan is *Ensis* in de Suppletiezone significant breder (groter) dan *Ensis* in stratum Noord (T-toets: $t=12.38$, $P<0.001$) en ook dan *Ensis* in stratum Zuid ($t=22.46$, $P<0.001$). De *Ensis* in stratum Zuid is het kleinst, een ook significant kleiner dan de *Ensis* in stratum Noord ($t=5.56$, $P<0.001$). In termen van vleesinhoud (gram AVDW) maakt het verschil tussen de mediane *Ensis* in de Suppletiezone versus de mediane *Ensis* in zone Zuid een groot verschil (25%): zie Tabel 5. Dit verschil in vleesinhoud zou de reden kunnen zijn dat de eenden zich vooral in de suppletiezone ophielden.

Tabel 5. Aantallen en dichtheden van jonge, voor eenden eetbare Amerikaanse Zwaardscheden in de verschillende strata. Tevens zijn gegeven: de mediane groottes (lengtes en breedtes) en vleesinhoud (gram AVDW) van de *Ensis* per stratum. De onderste twee regels geven de gemiddelde breedte en standaarddeviaties van de daadwerkelijk gemeten maat bij alle individuen: de schelpbreedte 3 mm onder de top.

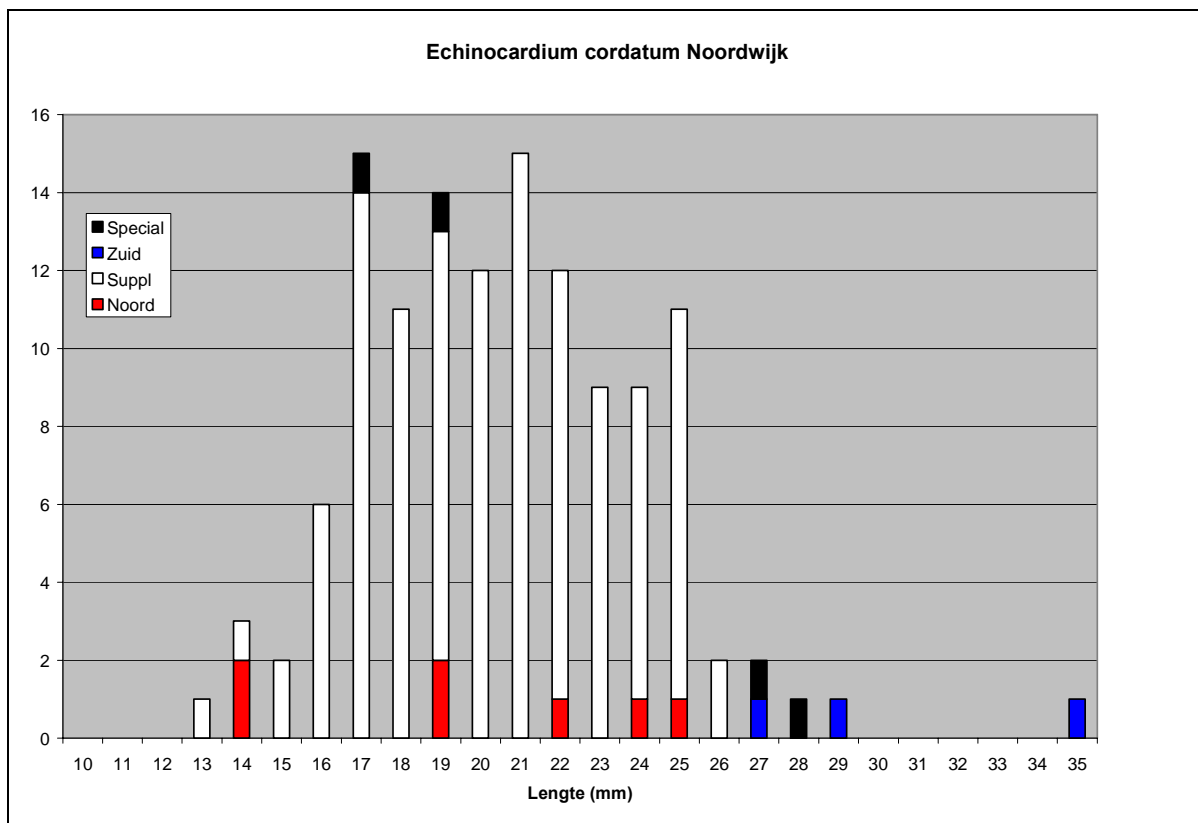
<i>Ensis directus</i>	Noord	Suppletie	Zuid	Speciaal
totaal	661	1636	1250	113
totaal-0-jarig (< 7 cm lang)	655	1630	1237	113
Meerjarige (> 7 cm lang)	6	6	13	0
nul-jarigen/m ²	169	161	320	77
mediane 0-jarige Lengte	47.27	49.77	46.23	47.21
mediane 0-jarige Breedte	7.01	7.38	6.86	6.99
Mediaan AVDW	0.043	0.050	0.040	0.042
Gemiddelde breedte	7.02	7.39	6.85	7.02
SD van gem. breedte	0.64	0.66	0.62	0.74

De regressievergelijkingen schelpenlengte-AVDW voor *Ensis* staan gegeven in Figuur 11 en 12. Deze zijn zowel berekend voor de schelpenlengte, als voor de schelpbreedte. Beide geven een goede correlatie en omdat voor veel opgehapte individuen alleen de breedte bekend was, is deze maat verder gebruikt.

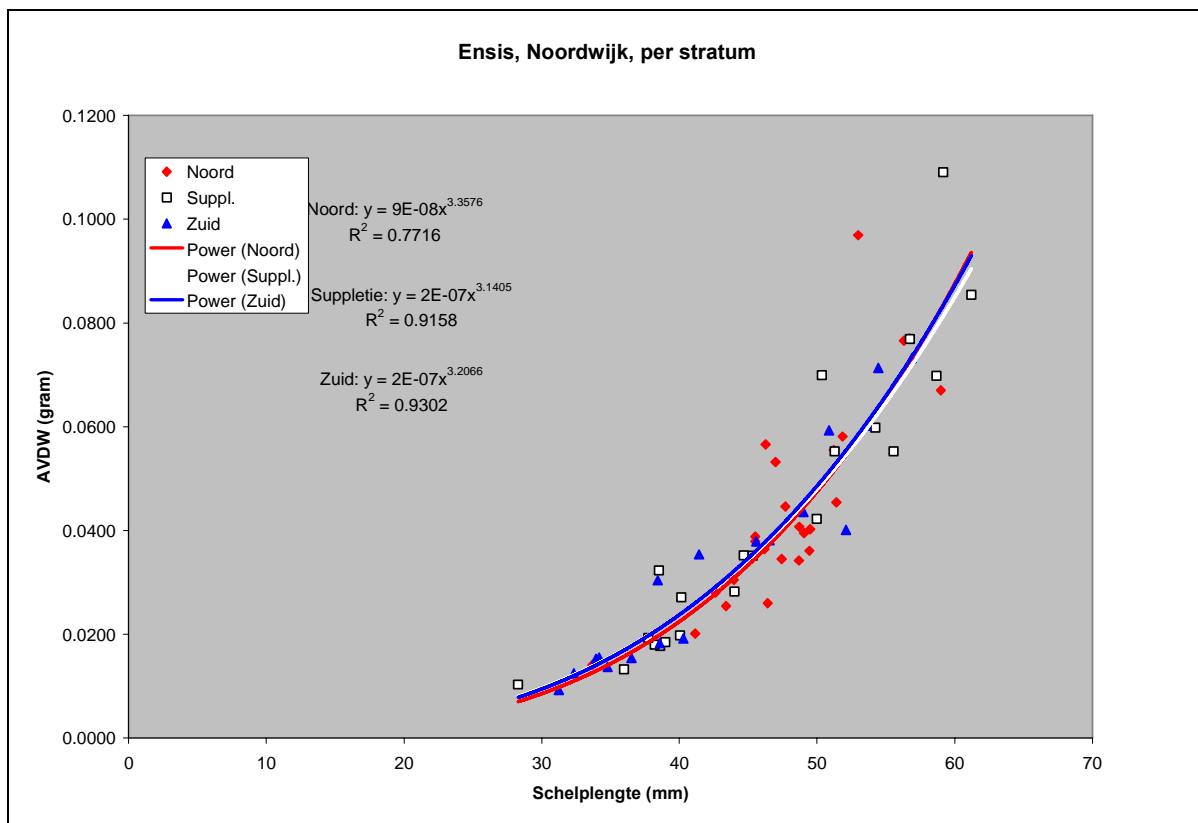
De regressievergelijkingen die gebruikt zijn om de vleesgewichten te schatten voor *Echinocarium*, *Abra* en *Donax* zijn gegeven in Figuur 13.



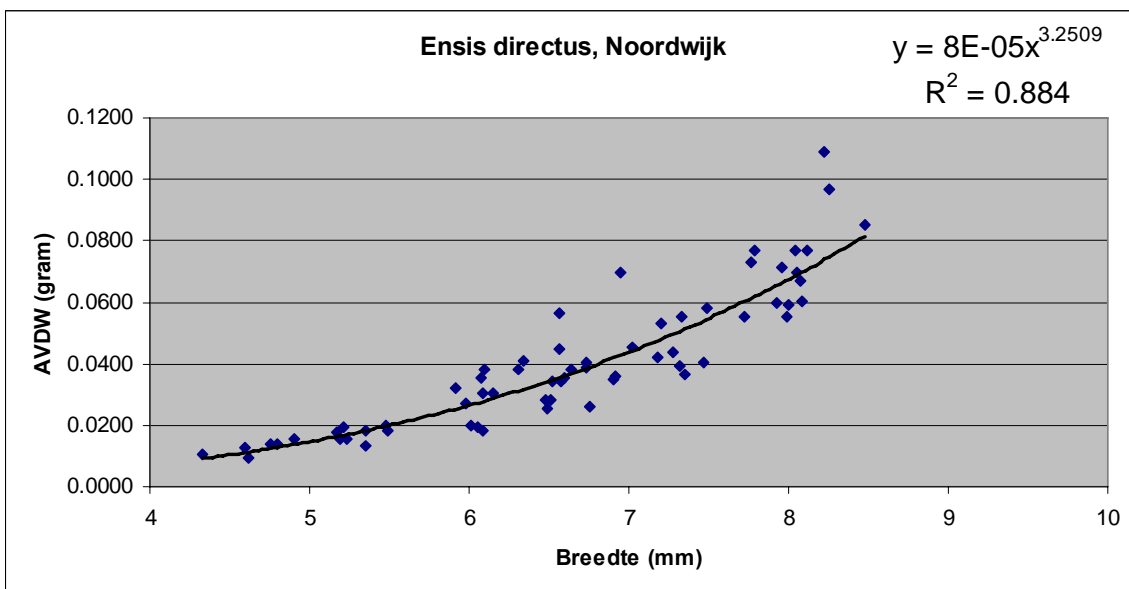
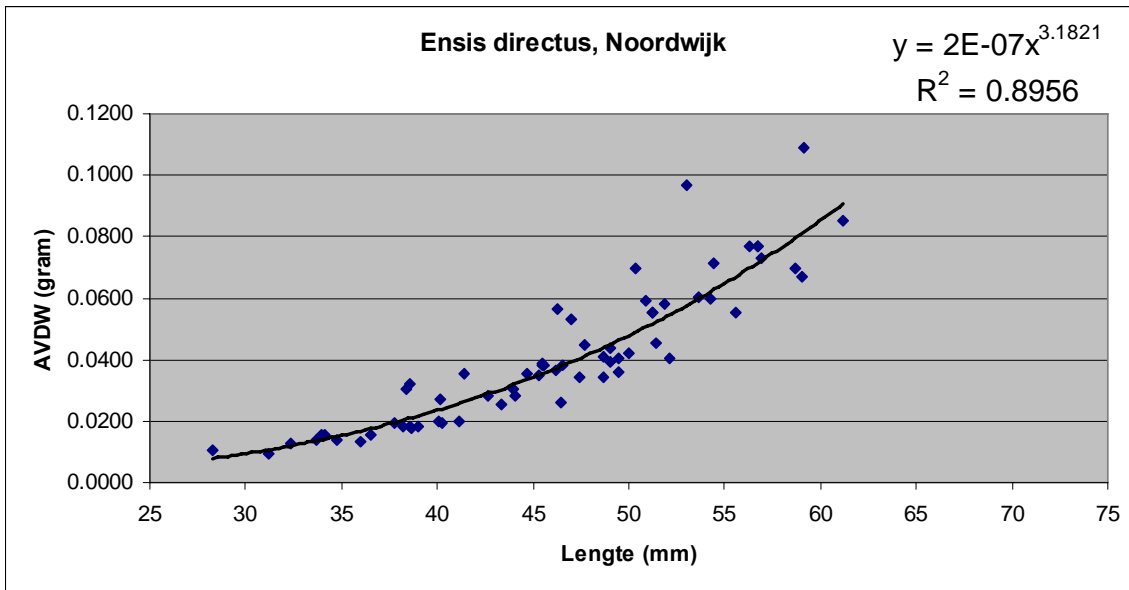
Figuur 9. Lengte-frequentie verdelingen van de schelpengtes van Amerikaanse Zwaardscheden, per stratum. Schelpengtes zijn geschat aan de hand van de gemeten breedtes van de toppen van de schelpen (Figuur 7B).



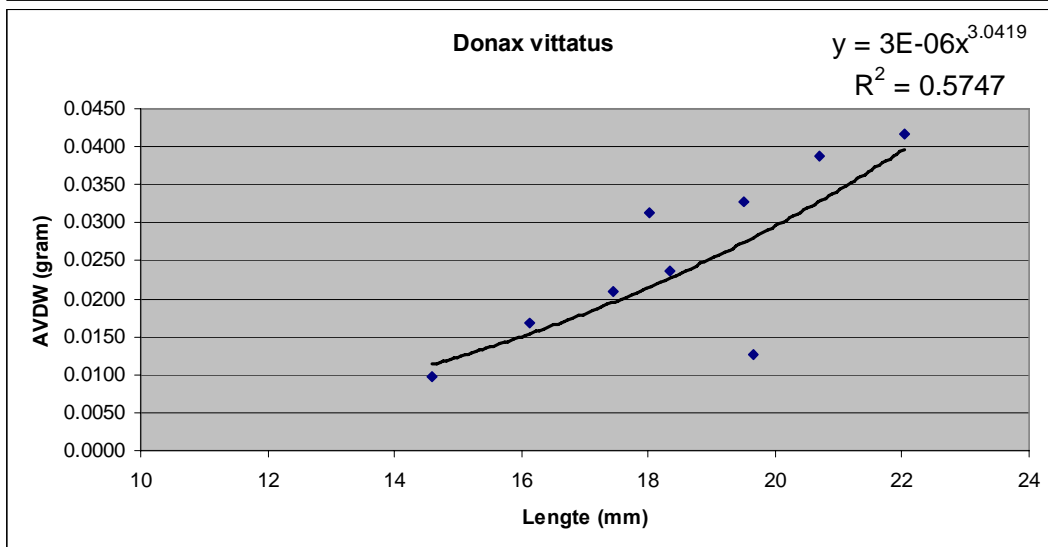
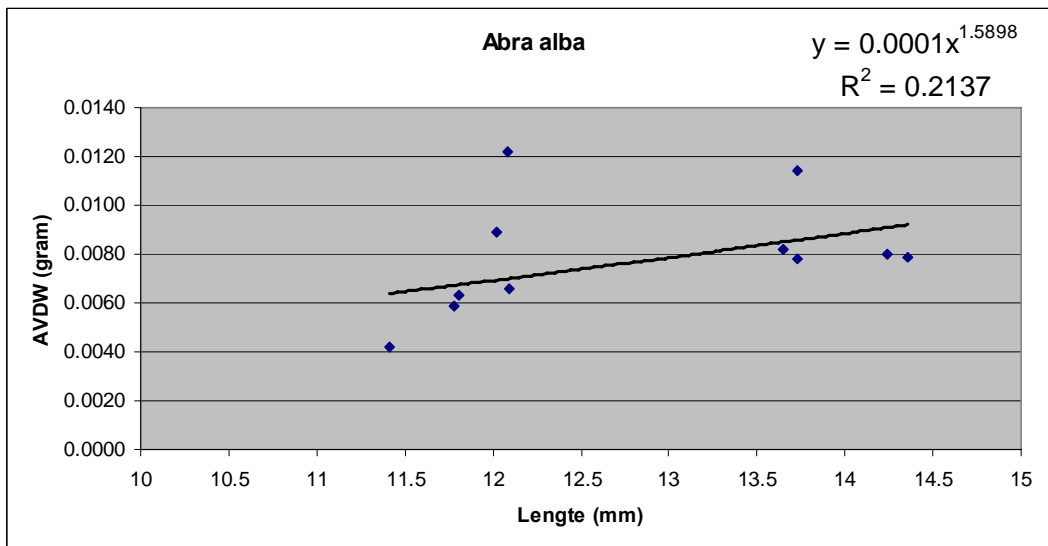
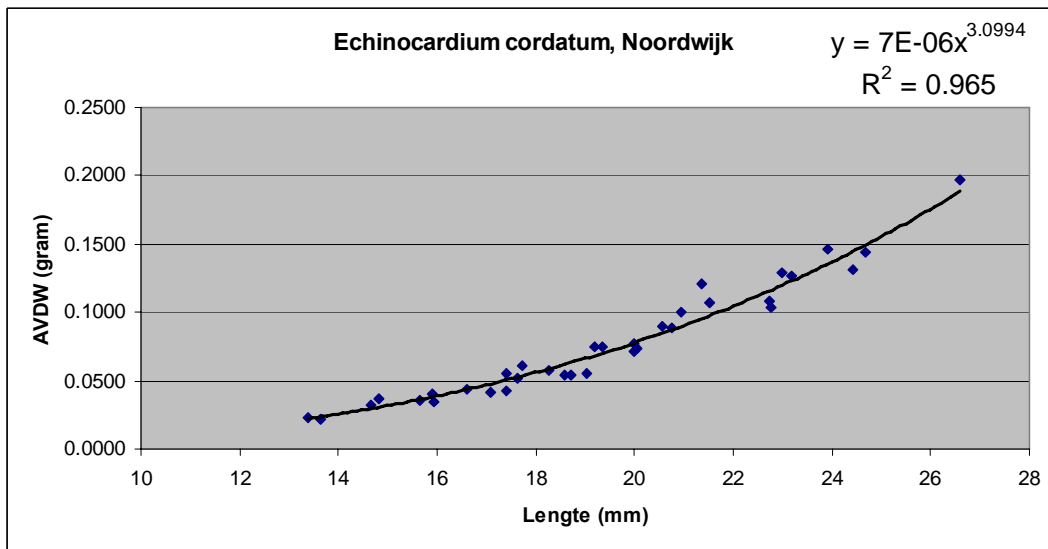
Figuur 10. Lengte-frequentie verdelingen van de schelpengtes van Zeeklitten, per stratum.



Figuur 11. Regressies tussen Ensis-schelpengte en vleesinhoud voor de afzonderlijke strata.



Figuur 12. Het verband tussen schelpenlengte (mm) en vleesgewicht (gram AVDW) (boven) en tussen de breedte van de schelp, 3 mm onder de top en vleesgewicht (gram AVDW) (onder) voor Amerikaanse Zwaardscheden bij Noordwijk. Data voor de verschillende strata zijn hier gecombineerd omdat de regressielijnen voor de afzonderlijke strata samenvallen (Figuur 11).



Figuur 12. Het verband tussen schelpenlengte (mm) en vleesgewicht (gram AVDW) voor de Zeeklit (boven), de Witte Dunschaal (midden) en het Zaagje (onder). Data voor de verschillende strata zijn gecombineerd.

4.3 Eendenvoedsel

De maag en darm van de Zwarte Zee-eend die op 2 januari 2010 bij Noordwijk op het strand werd gevonden, bevatten schelpresten en vlees van tientallen jonge *Ensis directus* (Figuur 13). In de maag werd bovendien een doublet (met vleesinhoud) van een Zaagje (*Donax vittatus*) van 17.80 mm lengte aangetroffen. Er werden geen sporen (haren of exo-skelet fragmenten) van *Echinocardium* of van polychaete wormen (kaken) gevonden. Nader onderzoek aan de breedte van fragmenten van toppen van *Ensis*, van de diktes van de schelpfragmenten en aan de maten van de slotjes van *Ensis* in dit materiaal kan nog uitwijzen hoe groot de gegeten *Ensis* is geweest (cf Leopold et al. 2007; 2008), maar dit kon binnen het bestek van dit project niet worden uitgevoerd.

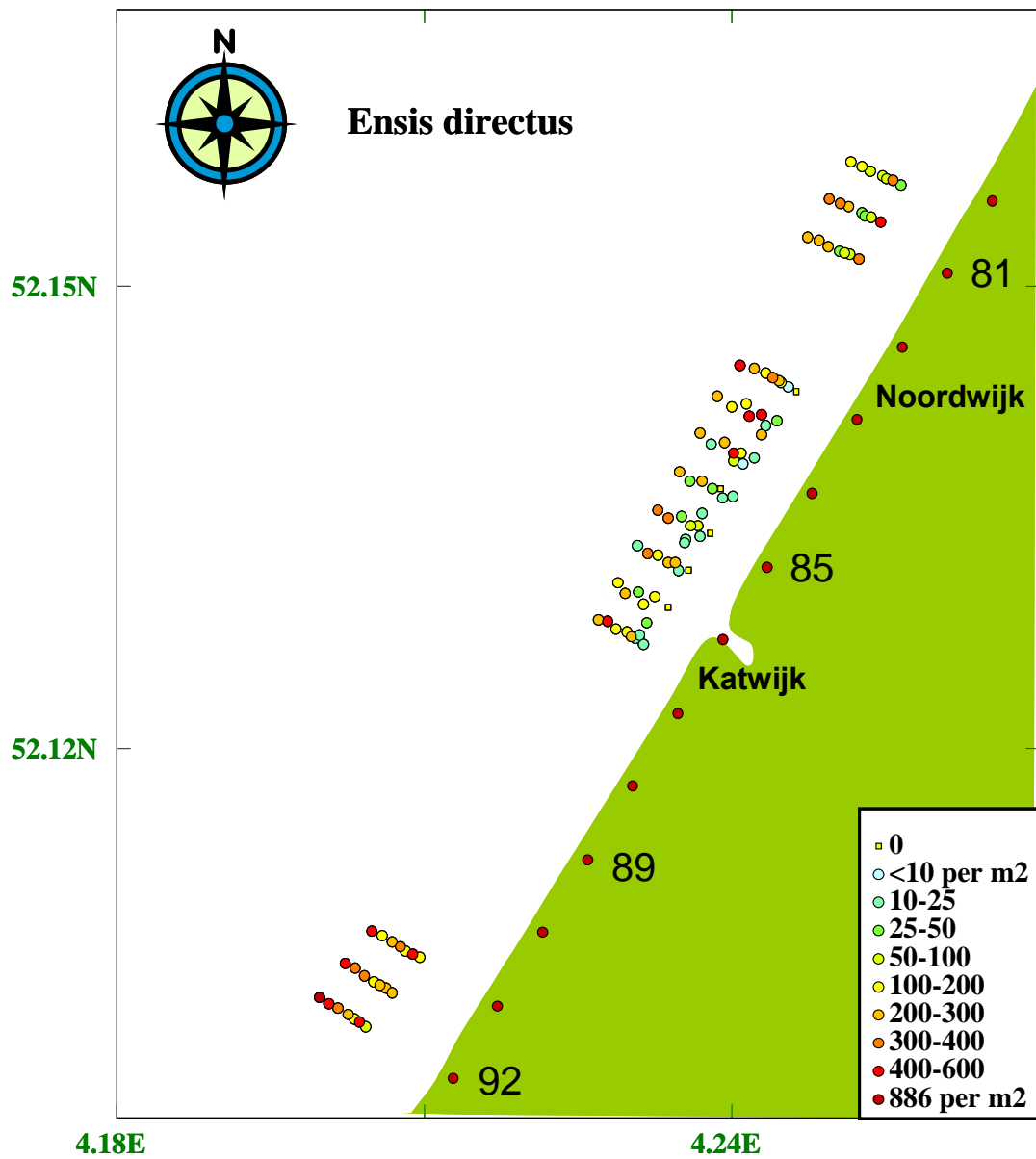


Figuur 13. Talrijke schelpfragmenten van *Ensis directus* in de maag (links) en darm (rechts) van een Zwarte Zee-eend, die op 2 januari 2010 bij Noordwijk op het strand werd gevonden.

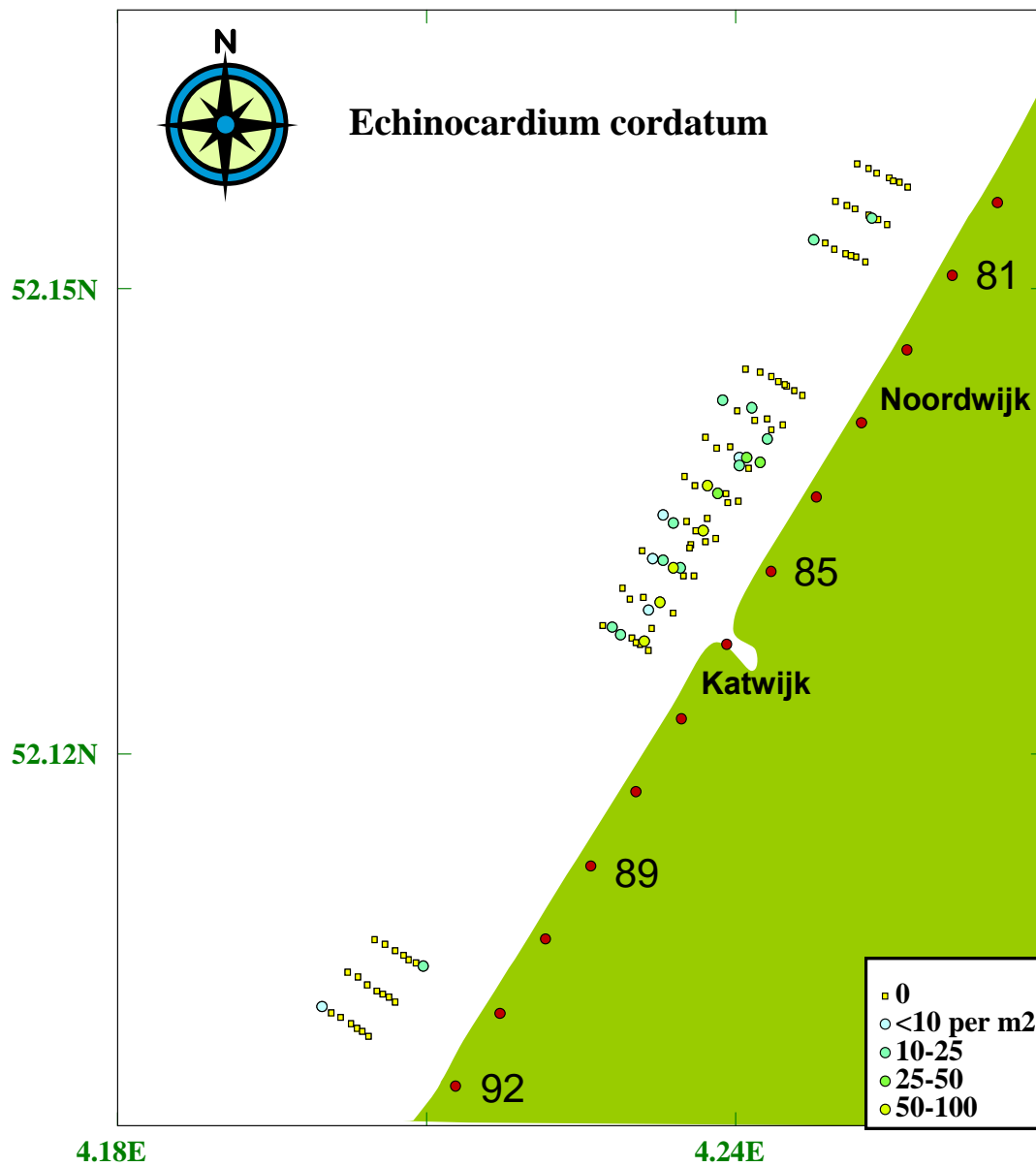
Een Zwarte Zee-eend heeft per (winter)dag ongeveer 103 gram asvrij-drooggewicht (AVDW) aan schelpdier vlees nodig (Leopold et al. 1998). Dit komt overeen met 2050 gemiddelde jonge *Ensis* uit de Suppletiezone (samen 1875 gram aan natgewicht) per eend per dag. Tussen half november en half december hebben de vogels 5193 vogeldagen in het gebied doorgebracht (figuur 1) en in die tijd moeten ze ruim 10,6 miljoen stuks *Ensis* hebben geconsumeerd (bij de gemiddelde vleesinhoud van jonge *Ensis* in de Suppletiezone). Aan versgewicht (schelp plus vleesinhoud) betekent dit een totaal van 9740 kilo *Ensis*.

4.4 Verspreiding *Ensis* en *Echinocardium*

De verspreiding van *Ensis* en *Echinocardium* zijn weergegeven in Figuren 14 en 15. *Ensis* komt in vrijwel alle happen voor, maar lage dichtheden bevinden zich vooral aan de ondiepe (land)zijde van het suppletiegebied. *Echinocardium* komt vooral, en wijd verspreid voor in het Suppletiegebied en nauwelijks in de referentiegebieden Noord en Zuid.



Figuur 14. Verspreiding van jonge Amerikaanse Zwaardscheden (aantallen per vierkante meter) in het studiegebied.



Figuur 15. Verspreiding van de Zeeklit (aantallen per vierkante meter) in het studiegebied.

5. Conclusies

De bemonsterde suppletiezone was circa 3.5 km lang en 1 km breed. Ten tijde van de bemonstering, dus nadat de eenden hier waren vertrokken, was de (resterende) dichtheid aan jonge *Ensis* 161.5 individuen per vierkante meter. Dit houdt in, dat er nog een geschatte voedselvoorraad lag van 565.250.000 jonge, eetbare *Ensis*, ruim 50 keer zoveel als de geschatte consumptie van de eenden in november/december. De eenden hebben dus slechts 2% van het aanwezige bestand aan jonge *Ensis* geconsumeerd, voordat ze weer van de locatie vertrokken. Het lijkt daarom onwaarschijnlijk dat de eenden vertrokken zijn vanwege een voortijdige uitputting van hun voedselvoorraad.

De dichtheden *Ensis* waren binnen het suppletiegebied echter relatief laag aan de landzijde, dus daar waar de eenden de meeste tijd hebben verbleven. Hier is het water het minst diep en is het foerageren daardoor het meest efficiënt, althans bij gelijke dichtheden. We kunnen dus de mogelijkheid niet uitsluiten dat de eenden hun voedsel op de voor hen meest gunstige plaats wel degelijk zodanig hebben uitgedund, dat hun foerageerefficiëntie in de loop van december terugliep. Verder zeewaarts lag nog veel *Ensis*; onbekend is vooralsnog hoe zwaar de factor waterdiepte weegt voor deze eenden.

Als we naar de energiebehoefte kijken van de eenden, dan moeten deze vogels hard werken om hun dagelijkse portie binnen te krijgen. Om per dag 2020 *Ensis* te kunnen eten, moet een eend per uur circa 100 prooien vinden, pakken, inslikken, kraken in de maag en verteren. Dat lijkt een zware opgave en extra kosten voor duiken wanneer op dieper water moet worden gefoerageerd, zijn dan medebepalend voor de energiebalans. Ook kleine verschillen in grootte en vleesinhoud maken een aanzienlijk verschil in de aantallen prooien die per dag gegeten moeten worden. Wellicht zijn de kosten voor foerageren op *Ensis* dermate hoog, in vergelijking met de opbrengsten, dat alleen met succes op *Ensis* gefoerageerd kan worden als deze schelpdieren zeer talrijk zijn, relatief veel vlees bevatten en bovendien in ondiep water liggen. Waar de kritische grenzen in deze liggen is vooralsnog niet duidelijk.

De suppletiezone onderscheidde zich niet alleen van de referentiegebieden Noord en Zuid door een hogere vleesinhoud per *Ensis*, maar ook door een relatief hoge dichtheid aan Zeeklitten (11.15 individuen per vierkante meter, nadat de eenden waren vertrokken; Tabel 3). Vertaald naar aantallen betekent dit dat er in de suppletiezone nog 39 miljoen Zeeklitten aanwezig waren nadat de eenden waren vertrokken. Er is geen bewijs dat Zwarte Zee-eenden Zeeklitten eten. De enige maag/darm inhoud van een Noordwijkse eend die kon worden onderzocht, bevatte geen resten van Zeeklit. Wel zat zowel de maag als de darm vol *Ensis* en sectie wees verder uit dat deze eend door trauma en verdrinking om het leven was gekomen. De eend was dus naar alle waarschijnlijkheid tijdens het foerageren gestorven en de maaginhoud is daarmee een goede maat voor het dieet van dit individu. Omdat slechts 1 eend bekeken kon worden, kan slechts de voorzichtige conclusie getrokken worden dat *Ensis* een belangrijke voedselbron voor de Zwarte Zee-eenden bij Noordwijk moet zijn geweest. Consumptie van Zeeklitten kan echter op grond van dit ene exemplaar niet worden uitgesloten. Zeeklitten zijn mobiel en trekken zich tijdens koude naar dieper water terug. Wellicht zijn de dichtheden Zeeklitten veel hoger geweest voordat de winter inviel en zijn de eenden juist vertrokken toen de Zeeklitten zich naar dieper water terugtrokken. Dat de "laatste eend" foerageerde op *Ensis* is daarom niet noodzakelijkerwijs indicatief voor de prooikeuze aan het begin van de winter.

Opvallend is dat het suppletiegebied rijker was dan de referentiegebieden. De *Ensis* was er harder gegroeid en er waren veel hogere aantallen detritus etende Zeeklitten aanwezig. Het lijkt niet erg waarschijnlijk dat de betere groeiomstandigheden samenhangen met de vooroeversuppletie uit 2006. Niet alleen is er de nodige tijd verstreken tussen deze suppletie en de hier besproken bemonstering, ook is referentiegebied Zuid in 2006 eveneens gesuppleerd, zij het met minder zand per vierkante meter (Tabel 1). Wel is het strand ter hoogte van de zone die hier als suppletiegebied wordt aangeduid, in zowel 2007 als in 2008 gesuppleerd en van het strand weglekkende voedingstoffen kunnen een positieve invloed hebben gehad op de voedselvoorziening van *Ensis* en *Echinocardium* in de vooroever. Mogelijk hebben de eenden deze verhoogde productie opgemerkt en benut.

6. Dankwoord

De kiem van dit project ontstond toen zeetrekters, rond kerst 2009 meldden dat er ongewoon hoge aantallen zee-eenden voor het suppletie-strand van Noordwijk zaten. Marcel Rozemeijer van RWS-Waterdienst zag hierin de kans voor onderzoek en is in staat geweest zo snel te handelen dat nog geen maand later een schip met bemanning ter plaatse kon zijn waardoor het project kon worden uitgevoerd. Marcel heeft, samen met zijn Deltares collega Jan van Dalen ook een dag aan boord doorgebracht en enthousiast geholpen bij het verwerken van de bodemonsters. Kapitein Wil Padmos en zijn bemanning, zowel op de brug als aan dek leverden een knap stukje werk, bij temperaturen onder nul (aan dek!). Er was een snelle, prettige en goede samenwerking met experts van Deltares (John de Ronde en Marco de Kleine), waarbij gegevens werden uitgewisseld over de suppleties en de bodemgesteldheid ten tijde van de survey. IMARES collega's Arnold Bakker, Babeth van der Weide, Lilian de Vos en Andre Meijboom sprongen in bij de labwerkzaamheden, toen bleek dat wel erg veel bodemdieren waren opgehaald. Marcel Rozemeijer, Petra Damsma en John de Ronde voorzagen de concept-versie van het rapport van commentaar. De opdrachtverstrekking voor dit project liep via Gerard van Berkel, van Stichting La Mer, in Gouda.

7. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 maart 2010. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Anderson E.M., Lovvorn J.R., Esler D., Boyd W.S. & Stick K.C. 2009. Using predator distribution, diet and condition to evaluate seasonal foraging sites: sea ducks and herring spawn. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 386: 287-302.
- Arts F.A. 2008. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, februari 2008. Rapport Waterdienst 2008.030.
- Baptist H.J.M. & Camphuysen C.J. 1987. Concentraties Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de Hollandse en Zeeuwse kust, 9-11 maart 1987. *Sula* 1:17-18.
- Baptist M.J. & Leopold M.F. 2009. The effects of shoreface nourishments on *Spisula* and scoters in The Netherlands. *Marine Environmental Research* doi:10.1016/j.marenvres.2009.03.003.
- Bauer K.M. & Glutz von Blotzheim U.N. 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, 3 (Band 2). Akad. Verl., Frankfurt am Main 504pp.
- Bishop M.A. & Green S.P. 2001. Predation on Pacific Herring (*Clupea pallasii*) spawn by birds in Prince William Sound, Alaska. *Fish. Oceanogr.* 10 (Suppl. 1): 149-158.
- Van Dalfsen J.A. & Essink K. 1997. RIACON - Risk Analysis of Coastal Nourishment Techniques, National Evaluation Report (The Netherlands). Report RIKZ-97.022, 98 pp.
- Van Dijk J. 1987. Veel Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de kust van Zuid-Holland in januari-februari 1987. *Sula* 1:15-17.
- Van Dijk J., van Stijn H.J. & Spierenburg P.J. 2011 (verwacht). Vogels van Noordwijk III.
- Evert U. 2004. Nahrungsökologie von Meerestenten in der Pommerschen Bucht. Diplomarbeit, Institut für Meereskunde & Institut für Polarökologie, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 43p.
- Goudswaard P.C., Kesterloo J.J., Perdon K.J. & Jansen J.M. 2008. Mesheften (*Ensis directus*), halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*), kokkels (*Cerastoderma edule*) en otterschelpen (*Lutraria lutraria*) in de Nederlandse kustwateren in 2008. IMARES rapport C069/08, 27p.
- Den Hollander N. 1993. Zwarte Zeeëenden (*Melanitta nigra*) en schelpdiervisserij. Studentenverslag, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee en DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel.
- Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold M.F., van der Land M.A. & Welleman H.C. 1998. *Spisula* en zee-eenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland. BEON-rapport 98-6.
- Leopold M.F., Spannenburg P.C., Verdaat H.J.P. & Kats R.K.H. 2007. Identification and size estimation of *Spisula subtruncata* and *Ensis americanus* from shell fragments in stomachs and faeces of Common Eiders *Somateria mollissima* and Common Scoters *Melanitta nigra*. Ch 4 in: R.K.H. Kats. Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands. The rise and fall of breeding and wintering populations in relation to the stocks of shellfish. PhD Univ. Groningen, pp 63-85.
- Leopold M.F., van Stralen M. & de Vlas J. 2008. Zee-eenden en schelpdiervisserij in de Voordelta. Wageningen IMARES rapport C008/08, 50p.
- Lok E.K., Kirk M., Esler D. & Boyd W.S. 2008. Movements of pre-migratory Surf and White-winged Scoters in response to Pacific Herring spawn. *Waterbirds* 31: 385-393.
- Skov H., Durinck J., Erichsen A., Kloster R.M., Møhlenberg F. & Leonard S.B. 2008. Horns Rev II offshore wind farm food basis for Common Scoter. Baseline studies 2007-2008. Report commissioned by DONG energy, Orbicon/DHI/Marine Observers, 46p.
- Swennen C., Leopold M.F. & Stock M. 1985. Notes on growth and behaviour of the American razor clam *Ensis directus* in the Wadden Sea and the predation on it by birds. *Helgoländer Meeresunters.* 39: 255-261.

Verantwoording

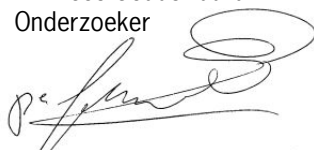
Rapport C021/10
Projectnummer: 430.61152.01

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. Kees Goudswaard
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 15-03-2010

Akkoord: Drs. Floris Groenendijk
Afdelingshoofd Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 15-03-2010

Aantal exemplaren: 30
Aantal pagina's: 30
Aantal tabellen: 5
Aantal figuren: 15
Aantal bijlagen: 0