

**Onderzoek bodemfauna t.b.v. Project Versterking
Houtribdijk**

zaaknummer 31107552

Rapportnummer: 20150755/rap02
Status rapport: Definitief
Datum rapport: 08 december 2015

Auteur: A.H.M. Boerkamp
Projectleider: A.H.M. Boerkamp
Kwaliteitscontrole: J. Kampen

Opdrachtgever: RWS GPO
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Leeswijzer	1
2 MATERIAAL EN METHODE	2
2.1 Onderzoeksgebied	2
2.2 Bemonstering	3
2.3 Analyse monster	3
2.4 Gegevensverwerking	4
3 RESULTATEN	5
3.1 Bodemsamenstelling	5
3.2 Bodemfauna	6
3.2.1 Dans of vedermuggen	7
3.2.2 Borstelwormen	7
3.2.3 Tweekleppigen	7
3.2.4 Slakken	8
3.2.5 Kreeftachtigen	8
3.2.6 Overige soorten	8
3.3 Statistische analyses	8
3.3.1 Diepte bemonsteringslaag	8
3.3.1 Invloed bodemmateriaal	9
3.3.1 Invloed diepte	9
4 CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN DISCUSSIES	10
4.1 Conclusies	10
4.2 Aanbevelingen	10
4.3 Discussies	11
5 LITERATUUR	12

BIJLAGEN

Bijlage 1.	Kaart ligging meetlocaties
Bijlage 2.	Kaart bodemsamenstelling
Bijlage 3.	Kaart totale aantallen fauna
Bijlage 4.	Kaart locaties en aantallen veder- of dansmuggen
Bijlage 5.	Kaart locatie en aantallen borstelwormen
Bijlage 6.	Kaart locatie en aantallen tweekleppigen
Bijlage 7.	Kaart locatie en aantallen slakken
Bijlage 8.	Kaart locatie en aantallen kreeftachtigen
Bijlage 9.	Kaart locatie overige soorten
Bijlage 10.	Resultaten statistische toetsing

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Momenteel vindt de planuitwerking voor de versterking van de Houtribdijk plaats. De dijk wordt deels versterkt met steen en deels met een zandige vooroever. Ten behoeve van het creëren van de zandige vooroever wordt het juridisch mogelijk gemaakt een zandwinput nabij de dijk op het Enkhuizerzand aan de Markermeerzijde te maken.

Het maken van de zandwinput op het Enkhuizerzand kan mogelijk negatieve effecten hebben op de in het gebied aanwezige kuifeenden. Kuifeenden verblijven tijdens de rui achter de aanwezige vooroeverdammen (hockeystick) bij de dijk en foerageren (vooral) 's nachts buiten de hockeysticks. Het maken van een zandwinput kan het foerageergebied mogelijk negatief beïnvloeden. Er is echter geen zicht op de locatie en omvang van de bodemfauna die als voedselbron voor kuifeenden geldt.

In het Markermeer verblijven kuifeenden die driehoeksmosselen, quaggamosselen en kleinere zachte bodemfauna eten. Kleine bodemfauna bestaat uit onder andere uit erwtenmosselen (Pisidium), brakwaterhorentjes (Potamopyrgus), mosselkreeftjes (Ostracoden), kreeftachtigen (Crustacea) en muggenlarven (Chironomidae). Tijdens de ruitijd eten de kuifeenden hoofdzakelijk kleine zachte bodemfauna. Over de exacte voedselvoorziening, en daarmee de draagkracht voor het gebied, is weinig bekend.

Uit gegevens uit 2006 blijkt dat Pisidium ten zuiden van het Enkhuizerzand is aangetroffen, op 5-6 km ten zuiden van de Houtribdijk. Daar foerageren de eenden 's nachts. De diepte is hier ca. 3 meter. De aanname is dat een diepte kleiner dan ca. <2 m ervoor zorgt dat door golfdynamiek bodemfauna zich niet kan vestigen. Verder blijkt uit gegevens dat tot 2 km van de dijk de voedselvoorraad beperkt is. Er zijn echter onvoldoende gegevens om een uitspraak te kunnen doen over de voedselomvang in het Markermeer en het eventuele effect (locatiekeuze) van een zandwinput op de voedselvoorraad.

1.2 Doel

Dit onderzoek heeft als doel inzicht te krijgen in het voedselaanbod voor de ruiende kuifeenden in het onderzoeksgebied voor de zandwinning. Daarbij is gekeken naar de kleine bodemfauna en eventuele effecten van een zandwinput op de voedselvoorraad.

De onderzoekshypothese is:

het voedsel bevindt zich met name op de dieptelijnen (tussen 2 en 3,5 meter), dus hoofdzakelijk op de overgangen tussen diepe en ondiepere delen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt materiaal en methode besproken en in hoofdstuk 3 de resultaten van het onderzoek. Het rapport eindigt met een hoofdstuk conclusies, aanbevelingen en discussie. In de bijlagen zijn de resultaten op kaart weergegeven.

De tabellen met gegevens zijn vanwege de omvang digitaal aangeleverd.

2 MATERIAAL EN METHODE

Door Rijkswaterstaat zijn de volgende randvoorwaarden voor het onderzoek opgesteld:

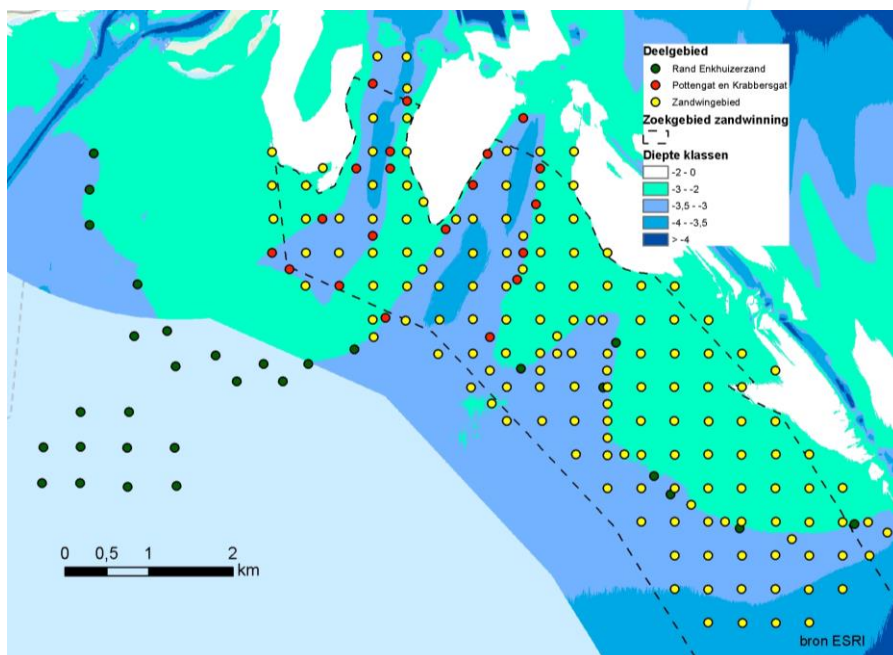
- Er worden 200 monsters genomen. 30 monsters op / rond de rand van het Enkhuizerzand. 150 monsters in het zandwingebied gekozen volgens een grid waarbij een aantal meer gecentreerd liggen rond de dieptelijn van -3 meter. 20 liggen nabij de twee geulen (Pottengat en Krabbersgat).
- Het onderzoek moet eind juli met uitloop naar eerste week van augustus worden uitgevoerd omdat de ruitijd van de kuifeenden augustus - september is. In juli is deze faunagroep voldoende ontwikkeld om te kunnen worden vastgesteld in het veld.
- Onderzoek is gericht op bodemfauna groter dan 1 mm. Meten en wegen van monsters is niet nodig.
- De bodemsamenstelling en diepte worden opgenomen.
- Het bodemonmonster wordt genomen op de bovenste 10 centimeter van de bodem.
- De bodemfauna moet worden bemonsterd met een Van Veenhapper. Per locatie één hap met een Van Veenhapper (met monsteroppervlak tussen 400 – 500 cm²).
- Er worden maximaal 3 pogingen gedaan om een goed monster te krijgen door elke keer 20 meter op te schuiven.

2.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied ligt in het Markermeer nabij Enkhuizen ten zuiden van de Houtribdijk. Er zijn binnen het onderzoeksgebied 200 meetlocaties neergelegd verdeeld over drie deelgebieden:

- 30 locaties op / rond de rand van het Enkhuizerzand (2-3,5 m dieptelijnen en zo'n 5-6 km uit de kust -> buiten zoekgebied voor de zandwinning. Van de locaties die verder weg liggen was geen diepte van bekend (zie kaart), dat is in het veld gemeten.
- 20 liggen nabij de twee geulen (Pottengat en Krabbersgat).
- 150 monsters in het zandwingebied zijn gekozen volgens een 400 meter grid waarbij een aantal locaties meer gecentreerd liggen rond de dieptelijn van -3 meter.

De ligging van de meetlocaties zijn weergegeven in figuur 2.1. In bijlage 1 is een kaart opgenomen met de ligging van de meetlocaties en de locatiecode.



Figuur 2.1. Onderzoeksgebied en de ligging van de punten in drie deelgebieden

2.2 Bemonstering

De bemonstering is op 22, 23 en 24 juli uitgevoerd. Eind juli is vlak voor de periode dat de kuifeenden gaan ruïen en in het gebied gaan foerageren. In die periode is het voedselaanbod maximaal.

Op 22 en 23 juli was het overwegend zonnig met op 22 juli een windkracht 3-4 uit west-zuidwest en op 23 juli windkracht 3-4 noordwest. Op 24 juli was het zonnig en windstil. Die dag is met twee teams bemonsterd.

De bemonstering is uitgevoerd met twee verzwaarde van Veenhappers met een oppervlak van 0,052 m² (16*32,5 cm) en 0,050 m² (19,5*25,5 cm). De aanwezigheid van oude schelpen bemoeilijkt de penetratie van de van Veenhapper in de harde zandige bodem. Om een zo goed mogelijk monster te krijgen is op elke locatie maximaal 3 keer in de buurt van de locatie bemonsterd waarbij het beste monster is bewaard voor verdere verwerking.

Bij het overbrengen van het monster in de monsteremmer is gekeken naar de bodemsamenstelling. In het veld zijn de percentages aan zand, schelpen, slib en organisch materiaal ingeschat.

De monsters zijn binnen zo snel mogelijk doch uiterlijk binnen 16 uur uitgespoeld over een 1 mm zeef. Organismen kleiner dan 1 mm zijn niet meegenomen bij dit onderzoek omdat ruiende kuifeenden alleen de soorten eten groter dan 1 mm. Grote schelpen zijn afgespoeld en uit het monstermateriaal verwijderd. De driehoeks- en quagga mosselen zijn geteld bij kleine aantallen en geschat bij grotere aantallen. Daarbij is een onderscheid gemaakt in grootte: klein (<0,5 cm), middel (0,5-1,5cm) en groot (>1,5cm). De mosselen zijn zo veel mogelijk uit het monstermateriaal verwijderd en teruggegooid in het water. Het residu op de zeef is overgebracht in een monsterpot en geconserveerd met 96% ethanol. Op zeven locaties was het residu op de zeef te groot en is een subsample genomen, op vier locaties is een kwart van het residu overgebracht in de monsterpot en op drie locaties is de helft van het residu overgebracht. Het subsample is vermeld op het veldwerkformulier en op het label.

De monsterpot is voorzien van een label in de pot met daarop locatiecode, projectcode, datum en eventueel subsample.

2.3 Analyse monster

De analyses van de monsters zijn uitgevoerd door Grontmij Nederland B.V. Het monster is eerst afgegoten over een 250 µm zeef. De code op de potdeksel is steeds gecontroleerd op overeenkomen met de code op het label in de pot.

Het monster is vervolgens rustig gespoeld over een 500 µm zeef en het gehele residu werd in een uitzoek bak overgebracht. In deze bak is het monstermateriaal uitgezocht en geteld. De bodemfauna groter dan 1 mm is gedetermineerd op de volgende niveaus:

- Ostracoden (mosselkreeftjes);
- Chironomidae (veder- of dansmuggen);
- Oligochaeta (borstelwormen);
- Pisidium en sphaerium op geslachteniveau (tweekleppigen).
- Potamopyrgus, Bithynia tentaculata, Valvata piscinalis, Lymnaea soortniveau (slakken).
- Crustacea (kreeftachtigen) op niveau wat het stadium toeliet. Het betrof voornamelijk juveniele exemplaren, waarvan niet te zien is of het Gammarus, Dikerogammarus of Echinogammarus betrof. Daarom is daar vaak Gammaridea als niveau aangehouden.
- Eventueel andere bodemfauna waar mogelijk op soortniveau. Dit betrof Trichoptera (schietsmotten) en (kolonie) Bryozoa (mosdiertjes)

De getelde aantallen zijn genoteerd. Verrekening voor het subsample is bij de verwerking van de gegevens uitgevoerd. De monsterrestanten zijn teruggedaan in een potje per locatie en het originele label is weer terug in de pot gedaan. Het monstermateriaal blijft bewaard tot minimaal 1 juli 2017.

2.4 Gegevensverwerking

De aantallen van de bodemfauna zijn omgerekend naar 0,050 m² oppervlak van de Van Veenhappers en voor het nemen van een subsample.

Het monster van de subsample is verrekend voor de bodemfauna uit de analyse. Voor driehoeksmosselen en quaggamosselen geldt deze verrekening niet omdat deze zijn geteld of geschat uit het volledige monster.

De gegevens zijn in ArcMap ingeladen en per soortgroep op kaart gepresenteerd. Tevens is de bodemsamenstelling en bemonsteringsdiepte op kaart weergegeven. Middels statistische berekeningen is gekeken of er significante effecten zijn voor de diepte van de bemonsteringslaag (ANOVA) en voor de aanwezigheid van slib (T-toets) en voor de waterdiepte (T-toets).



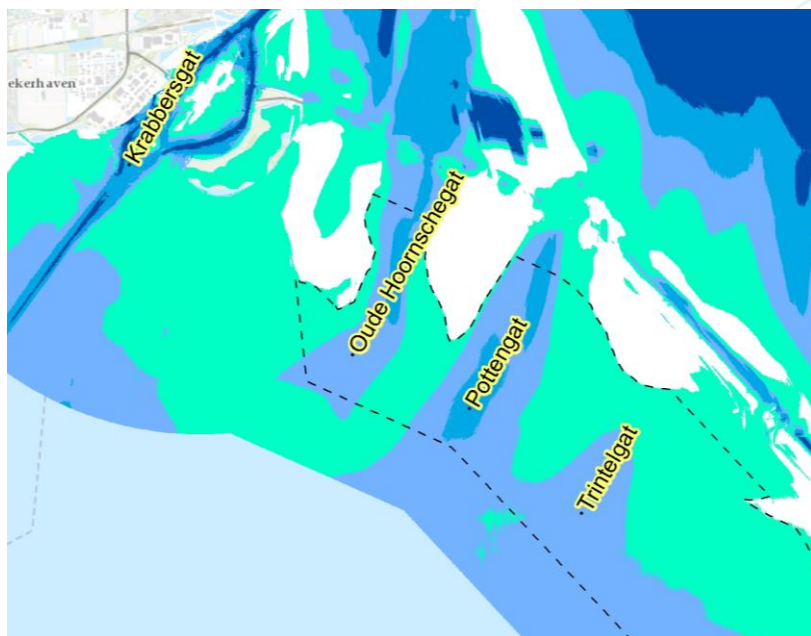
3 RESULTATEN

De locaties zijn voor aanvang van de werkzaamheden verdeeld in drie groepen, te weten op/ rond de rand van het Enkhuizerzand, nabij de twee geulen en het zandwingebied. Omdat de meeste punten zo dicht op elkaar liggen en de overgangen in diepte geen scherpe lijnen zijn maar geleidelijk overgangen, is bij de analyse van de gegevens geen rekening gehouden met de groepen. De gegevens zijn per locatie gepresenteerd.

3.1 Bodemsamenstelling

De waterdiepte en de samenstelling van de bodem is weergegeven op de kaart in bijlage 2. Op de kaart is de diepte in vijf diepteklassen weergegeven. Op de kaart zijn scherpe lijnen tussen de verschillende diepte klassen te zien, in de praktijk zullen dit geleidelijke overgangen zijn. Naast de taartdiagram die de bodemsamenstelling weergeeft is met een getal de gemeten diepte weergegeven in decimeters. De monsters zijn genomen tussen de 1,8 meter en 3,6 meter. De gemeten diepte komt op de meeste locaties overeen met de diepteklasse. Alleen op de randen van de overgang van de diepte klassen is er soms een klein verschil. Dit verschil kan verklaard worden doordat de bodemdiepte dynamisch is door de werking van wind, golven en stromingen die het bodemmateriaal verplaatsen.

Op de kaart is in het groen de ondiepere zandplaat te herkennen. Dit gebied heeft een diepte tussen de twee en drie meter. De diepte klassen laten vier geulen zien in het gebied. In het westen bij Enkhuizen ligt het Krabbersgat met daarin de Krabbersgatsluis. In het midden van het onderzoeksgebied liggen drie geulen op de zandplaat (zie figuur 3.1). Pottengat in het midden, deze geul loopt door tot de Houtribdijk. Pottengat is een geul die bekend is en staat ook met naam vermeld op kaarten. Ten westen van het Pottengat loopt ook een geul tot aan de Houtribdijk. De geul is omgeven door de ondiepere zandplaat. Dit is het Oude Hoornschegeat. Ten oosten van het Pottengat ligt ook nog ondiepere een geul welke tot halverwege de zandplaat reikt. Deze geul wordt in deze rapportage aangeduid als de "Trintelgat".



Figuur 3.1. Gebiedsaanduiding

Op de kaarten in bijlage 2 is te zien dat op de meeste locaties zand het hoofdbestanddeel vormt. Op de meeste locaties (195 locaties) zijn ook schelpen aangetroffen. Op 30 locaties was het aandeel schelpen 20% of meer. Het maximale aandeel was 40%. Deze locaties liggen in drie gebieden: het gebied 5-6 km uit de kust, op de zandplaat ten oosten van de Oostelijke geul en aan de buitenste rand van het Oude Hoornschegeat.

Slib is terug te vinden in de diepere delen. In het gebied zo'n 5-6 km uit de kust, in de geulen en ten zuidoosten van het onderzoeksgebied komen locaties voor waar meer slib voorkomt. Opvallend is dat in de geul van het Pottengat slib een kleiner aandeel heeft en op minder locaties is aangetroffen dan in de geul Oude Hoornschegat.

Organisch materiaal is op maar weinig locaties aangetroffen. In het gebied 5-6 km uit de kust zat bij de locaties aan de westzijde (E25 en E26) 5% organisch materiaal in het bodemmonster. Ook in de Oude Hoornschegat zat organische materiaal in het bodemmateriaal. Aan de oostzijde in deze geul zat op een drietal plaatsen organisch materiaal van enige betekenis in het bodemmonster. Bij KP9 en W25 betrof het 5% en bij KP10 was 30% van het bodemmateriaal organisch. Bij KP10 was het een mengsel van kleiachtig materiaal vermengd met veen. Waterplanten zijn op geen van de locaties aangetroffen.

3.2 Bodemfauna

Op alle locaties is fauna aangetroffen. Niet alle soorten komen voor, Ostracoden, Sphaerium en Bithynia tentaculata zijn niet aangetroffen. Bij het onderzoek naar de bodemfauna in 1995 zijn Sphaerium niet apart onderscheiden en Bithynia tentaculata niet meegenomen. Bij dit onderzoek zijn Ostracoden wel aangetroffen maar daarvoor is toen een speciale extra bemonstering met een schaaftnet uitgevoerd en is het bodemmateriaal over een fijnere zeef (0,5 mm) uitgespoeld (Van der Kamp, 1995). In tabel 3.1 is aangegeven op hoeveel locaties de soorten zijn aangetroffen. Te zien is dat borstelwormen op veel locaties voorkomen net als quaggamosselen en kreeftachtigen (Gamaridea).

Tabel 3.1. Aantal locaties waar bodemfauna is aangetroffen

Soorten/soortgroepen	Aantal locaties aangetroffen
Mosselkreeftjes	
Ostracoden	0
Dans- of vedermuggen	
Chironomidae	81
Borstelwormen	
Oligochaeta	182
Polychaeta	137
Tweekleppigen	
Quaggamosselen	142
Driehoeksmosselen	74
Corbicula	33
Sphaerium	0
Pisidium	31
Bivalvia	1
Slakken	
Potamopyrgus	73
Bithynia tentaculata	0
Valvata piscinalis	2
Kreeftachtigen	
Gammaridea	141
Dikerogammarus	1
Corophidae	10
Cyathura carinata	58
Overige soorten	
Trichoptera	2
Bryozoa	5

In bijlage 3 is per locatie het totale aantal bodemfauna per 0,05 m² weergegeven. Hiervoor zijn de aantallen van de alle soortgroepen zijn bij elkaar opgeteld. Te zien is dat de dichtheid van bodemfauna het grootst is in de diepere delen: het gebied 5-6 km uit de Houtribdijk, de geul Pottengat en het Oude Hoornschegat. Daarnaast is de dichtheid aan de rand van Oostelijke geul hoger en bij de meest zuidoostelijke gelegen punten van het onderzoeksgebied. De dichtheid is het kleinst op de het oostelijk deel van zandplaat nabij de Houtribdijk. Dit gebied maakt onderdeel uit van het zandwingebied. In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep de resultaten besproken.

3.2.1 Dans of vedermuggen

In bijlage 4 is te zien dat veder- en dansmuggen met name in de diepere delen (3-3,6 meter) zijn aangetroffen. De locaties met de hoogste aantallen liggen in het Krabbersgat, in de Westelijk geul, aan de uiterste zuidoostzijde van het onderzoeksgebied en in het gebied 5-6 km van de kust.

3.2.2 Borstelwormen

In bijlage 5 zijn de waarnemingen van borstelwormen weergegeven. Borstelwormen is meest aangetroffen soortgroep. Op 187 locaties zijn borstelwormen aangetroffen. De grootste aantallen >100 per 0,05 m² liggen met name in het Krabbersgat, aan de uiterste zuidoostzijde van het onderzoeksgebied en in gebied 5-6 km van de Houtribdijk. De locaties liggen tussen de 3 en 3,5 meter diep. Er is geen directe relatie met de bodemsamenstelling te zien. Borstelwormen komen zowel voor op locaties met slib als op locaties met zand en schelpen.

Oligochaeta zijn naar verhouding iets meer aangetroffen dan Polychaeta. Oligochaeta zijn op 182 locaties aangetroffen en Polychaeta op 137. Het gemiddelde aantal is respectievelijk 21 en 17.

3.2.3 Tweekleppigen

Onder tweekleppigen vallen zes soorten. In bijlage 6 zijn de resultaten weergegeven op vier kaarten. Er is één kaart waarop de totale aantallen tweekleppigen zijn weergegeven. Daarnaast zijn er nog drie kaarten gemaakt: aantallen driehoeksmosselen, aantallen quaggamosselen en locaties van de overige tweekleppigen (Pisidium, Corbicula en Bivalva). Sphaerium is op geen van de locaties aangetroffen.

Driehoeksmosselen zijn met name in een wat bredere strook langs de zandplaat aangetroffen. Het aantal varieerde van 1-70 per 0,05 m². Grote driehoeksmosselen (>1,5 cm) zijn niet aangetroffen. Middelgrote driehoeksmosselen (0,5-1,5 cm) zijn op 49 locaties aangetroffen waarbij het aantal varieerde van 1-10 per 0,05 m². Op 34 van de 49 locaties is maar één middelgrote driehoeksmossel aangetroffen. Op 46 locaties zijn kleine driehoeksmosselen aangetroffen met een aantal variërend van 1-60 per 0,05 m² (1-10 per 0,05 m² als de uitschieter van 60 buiten beschouwing wordt gelaten). Op 26 locaties is maar één kleine driehoeksmossel aangetroffen. Locatie W2 aan de westzijde van het onderzoeksgebied vormt een uitzondering met 60 kleine driehoeksmosselen per 0,05 m²

Quaggamosselen zijn op 142 locatie aangetroffen. Het aantal varieerde van 1 - 240 per 0,05 m². Op zeven locaties zijn mosselen groter dan 1,5 cm aangetroffen. Middelgrote (0,5-1,5 cm) quaggamosselen zijn op 109 locaties aangetroffen met aantallen tussen 1-50 per 0,05 m². Driehoeksmosselen kleiner dan 0,5 cm zijn het vaakst aangetroffen en wel op 140 locaties met aantallen variërend van 1-200 per 0,05 m². Echte klompen mosselen of mosselbanken zijn niet aangetroffen.

Corbicula's zijn met name in het Pottengat gevonden en op de ondiepere delen van de zandplaat (aan de Houtribdijk). Het aantal varieerde van 1-10 per 0,05 m².

Pisidiums zijn ook met name in het Pottengat aangetroffen en wat meer aan de rand van de Oostelijke geul op de rand van de zandplaat. Daarnaast zijn ze ook aangetroffen aan de zuidoostelijke rand van het onderzoeksgebied. De aantallen zijn laag vergeleken met de andere tweekleppigen (1-4 per 0,05 m²)

Eén individu kon niet verder worden gedetermineerd als Bivalva. Aangetroffen op W41, ten zuidoosten van het Pottengat.

3.2.4 Slakken

De resultaten van de slakken zijn weergegeven in bijlage 7. Slakken zijn niet in grote aantallen aangetroffen. Het hoogste aantal is 10 per 0,05 m² en dit aantal is maar op één locatie (W32) aangetroffen. Overige aantallen zijn lager dan 6 per 0,05 m². Van de verschillende soorten slakken is met name *Potamopyrgus* aangetroffen. *Valvata piscinalis* is maar op twee plaatsen aangetroffen en *Bithynia tentaculata* is niet aangetroffen. De grotere aantallen slakken komen met name in de geulen voor op een diepte van 3-3,5 meter.

3.2.5 Kreeftachtigen

In bijlage 8 zijn de aantallen kreeftachtigen weergegeven. Ze komen met name voor in de wat diepere delen: in de geulen, aan de rand van de zandplaat en 5-6 km van de Houtribdijk. Het betrof voornamelijk juveniele exemplaren, waarvan het niet te zien is of het *Gammarus*, *Dikerogammarus* of *Echinogammarus* betrof. Daarom is daar vaak *Gammaridea* als niveau aangehouden.

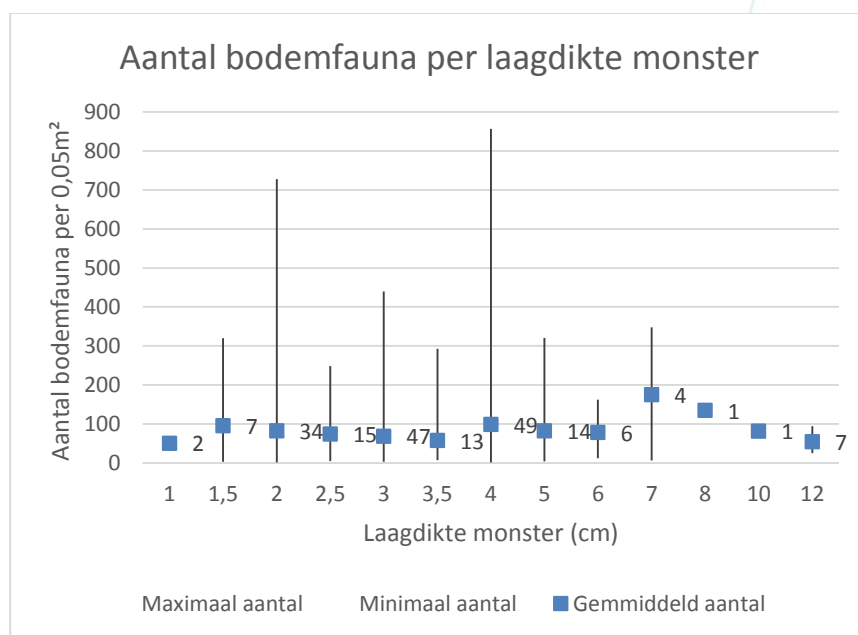
3.2.6 Overige soorten

Er zijn nog twee andere soorten aangetroffen Trichoptera (schietsmotten) en koloniën Bryozoa (mosdiertjes). Het hoogste aantal is één en in bijlage 9 zijn de locaties van deze soorten weergegeven.

3.3 Statistische analyses

3.3.1 Diepte bemonsteringslaag

Omdat de bodem van het onderzoeksgebied op veel plaatsen keihard is door de aanwezigheid van zand en schelpen is het best mogelijke monster genomen op basis van maximaal drie pogingen. De dikte van de bemonsteringslaag varieerde van 1-12 cm. Om te kijken of de laagdikte van het monster bepalend is geweest voor de hoeveelheid bodemfauna zijn de gegevens geanalyseerd. In figuur 3.2 is de laagdikte weergegeven met het aantal bodemfauna (gemiddelde, minimale en maximale waarde). Om hoeveel locaties het betrof is met een getal naast het gemiddelde weergegeven. Te zien is dat de spreiding rond het gemiddelde bij de meeste laagdiktes groot is.



Figuur 3.2. Aantallen bodemfauna per laagdikte monstermateriaal

Om te kijken of de laagdikte een significant effect heeft op het aantal aangetroffen bodemfauna is getoetst met een ANOVA (analyse van de variantie). De toetsresultaten zijn weergegeven in bijlage 10. Met een p-waarde van 0,90 laat de toetsing zien dat er geen significant verschil is tussen de verschillende laagdiktes ($p < 0,05$ is significant).

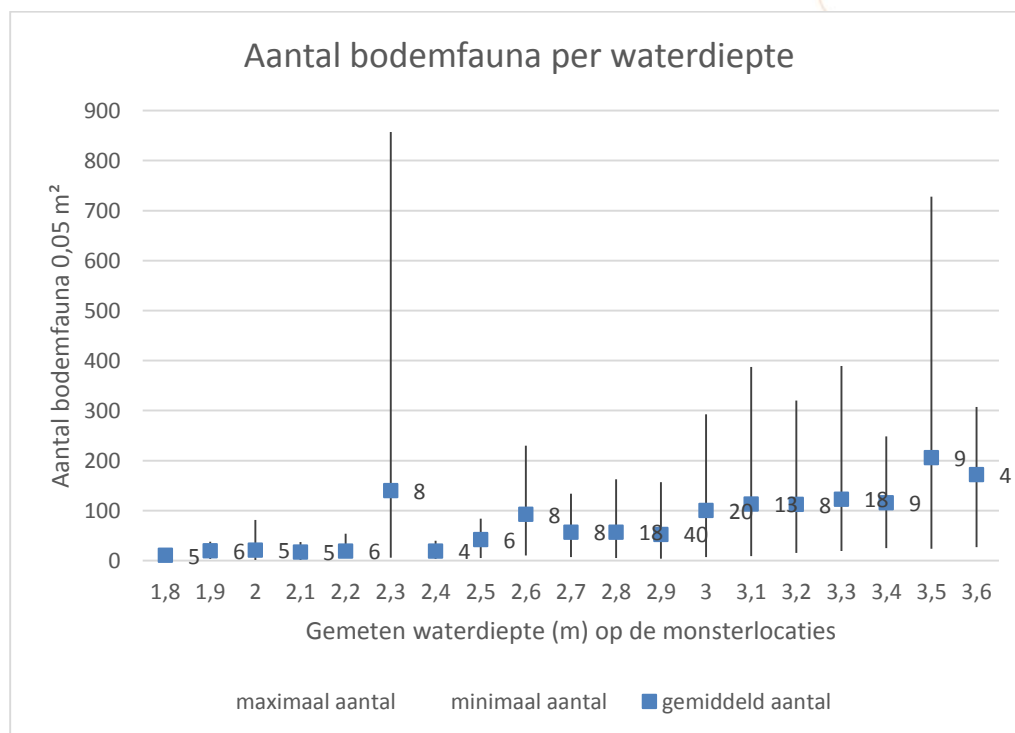
3.3.1 Invloed bodemmateriaal

Om te kijken of het type bodemmateriaal bepalend is voor het aantal bodemfauna is gekeken of de aanwezigheid van meer dan 5% slib meer bodemfauna oplevert. Middels een t-toets is gekeken of er een significant verschil is in het aantallen bodemfauna bij locaties met meer dan 5% slib en locaties met minder dan 5% slib. De toetsresultaten zijn weergegeven in bijlage 10. Met een p-waarde van 0,0003 laat de t-toets zien dat er een significant verschil is ($p < 0,05$ is significant). Bij locaties met slib komt dus meer bodemfauna voor.

3.3.1 Invloed diepte

Om te kijken of diepte een verschil maakt bij het aantal bodemfauna is gekeken naar de aantallen bodemfauna op locaties dieper en ondieper dan 2,5 meter en op locaties dieper en ondieper dan 3,0 meter. Met een p-waarde van 0,16 laat de t-toets zien dat bij de grens van 2,5 meter geen significant verschil is tussen beide groepen. Bij de grens van 3 meter is er wel een significant verschil, de p-waarde is 0,000002 ($p < 0,05$ is significant). Op de meetpunten dieper dan 3 meter komt meer bodemfauna voor.

In figuur 3.3 is de gemeten waterdiepte weergegeven met het aantal bodemfauna per 0,05 m² (gemiddelde, minimale en maximale waarde). Om hoeveel locaties het betrof is met een getal naast het gemiddelde weergegeven. Te zien is dat het aantal bodemfauna toeneemt met de diepte.



Figuur 3.3. Aantallen bodemfauna per gemeten diepte

4 CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN DISCUSSIES

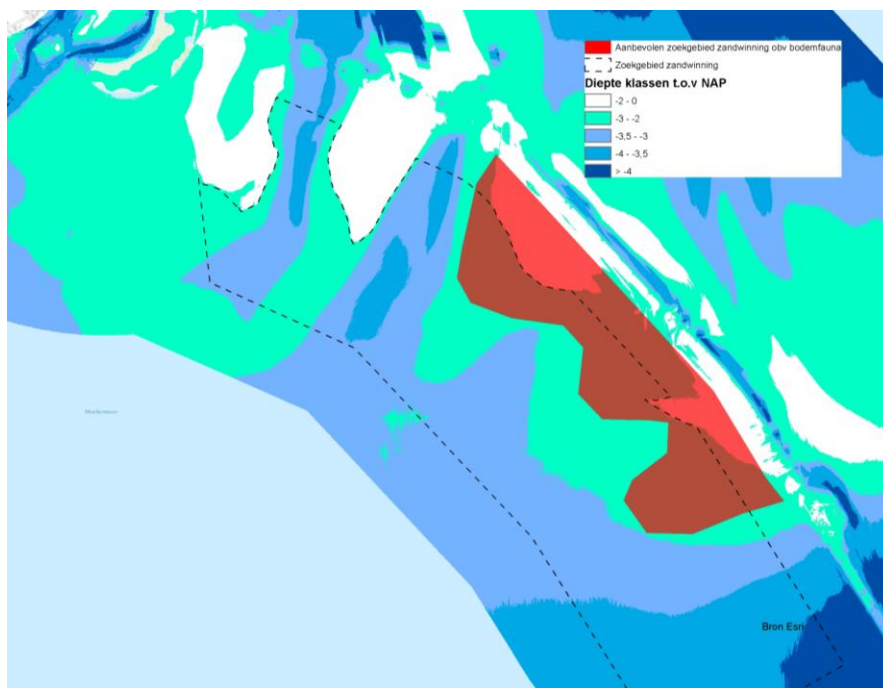
4.1 Conclusies

De onderzoekshypothese “Het voedsel bevindt zich met name op de dieptelijnen (tussen 2 en 3,5 meter) in het water, dus hoofdzakelijk op de overgangen tussen diepe en ondiepere delen” kan op basis van de resultaten worden gespecificeerd naar:

Het voedsel bevindt zich met name op de dieptelijnen tussen 3 en 3,5 meter in het water, dus hoofdzakelijk op de diepere delen. Indien de bodemsamenstelling gevarieerd is met, naast zand en schelpen, ook meer dan 5% slib dan is er ook meer bodemfauna aanwezig. Dit slib is uitsluitend in de diepere delen aanwezig.

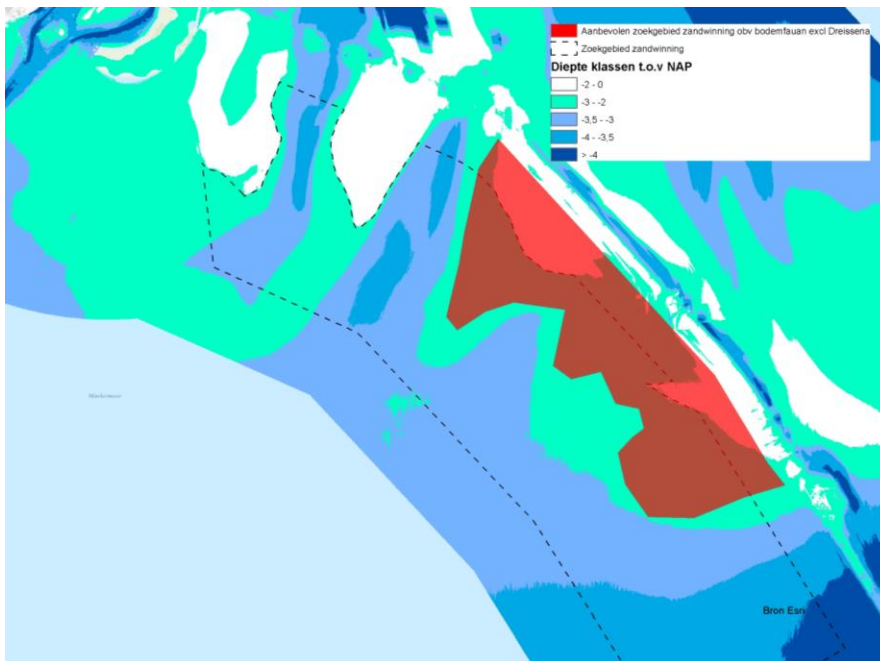
4.2 Aanbevelingen

Op basis van het voorkomen van de bodemfauna is in figuur 4.1 in het rood het zoekgebied voor zandwinning aangegeven. Het verdient aanbeveling om wel zo ver mogelijk van de -3 meter rand af te blijven want daar nemen de aantallen bodemfauna toe.



Figuur 4.1. Aanbevolen zoekgebied zandwinning op basis van de aanwezigheid van bodemfauna

Er is ook gekeken naar het beste zoekgebied op basis van de bodemfauna maar zonder de Dreissena (Driehoeksmosselen en voornamelijk quaggamosselen). De resultaten daarvan zijn weergegeven in figuur 4.2. Te zien is dat het zoekgebied op basis van de bodemfauna dan iets groter is.



Figuur 4.2. Aanbevolen zoekgebied zandwinning op basis van de aanwezigheid van bodemfauna exclusief Dreissena

4.3 Discussies

Dit onderzoek is uitgevoerd vanwege het mogelijke negatieve effect van het maken van een zandwininput op het Enkhuizerzand op het voorkomen van de bodemfauna en daarmee op de kuifeend. De resultaten wijzen uit dat bodemfauna meer voor komt in de diepere delen en bij een gevarieerde bodemsamenstelling. Het realiseren van een zandwininput kan wellicht op den duur een positief effect hebben op de bodemfauna mits deze niet te diep gemaakt wordt (met zuurstof tekorten tot gevolg). Er wordt een diepte gecreëerd en in die diepte kan zich wellicht slib gaan ophopen wat een goede voedingsbodem is voor bodemfauna.

5 LITERATUUR

Noordhuis, R. 2009. Tweekleppigen in IJsselmeer en Markermeer, 2006-2008. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.

Van der Kamp, J. 1995. Voedsel van ruiende duikeenden op het Markermeer. De bodemfauna van een internationaal belangrijk ruigebied. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.

ATKB kan u tevens van dienst zijn met:

BODEM

- Verkennend en nader (asbest) bodemonderzoek
- Partijkeuringen grond, bagger en niet vormgegeven bouwstof
- Opstellen saneringsplannen, bestekken conventionele en in-situ landbodemsaneringen
- Begeleiding, evaluatie van conventionele en in-situ landbodemsanering
- Non destructief bodemonderzoek (grondradar)
- Second opinions
- Monitorings- en nazorgplannen
- Juridisch advies bodemzaken
- Beleidsondersteuning
- Civieltechnisch onderzoek naar asfalt, zand en klei
- Coördinatie archeologisch onderzoek
- Coördinatie asbestonderzoek gebouwen

ECOLOGIE

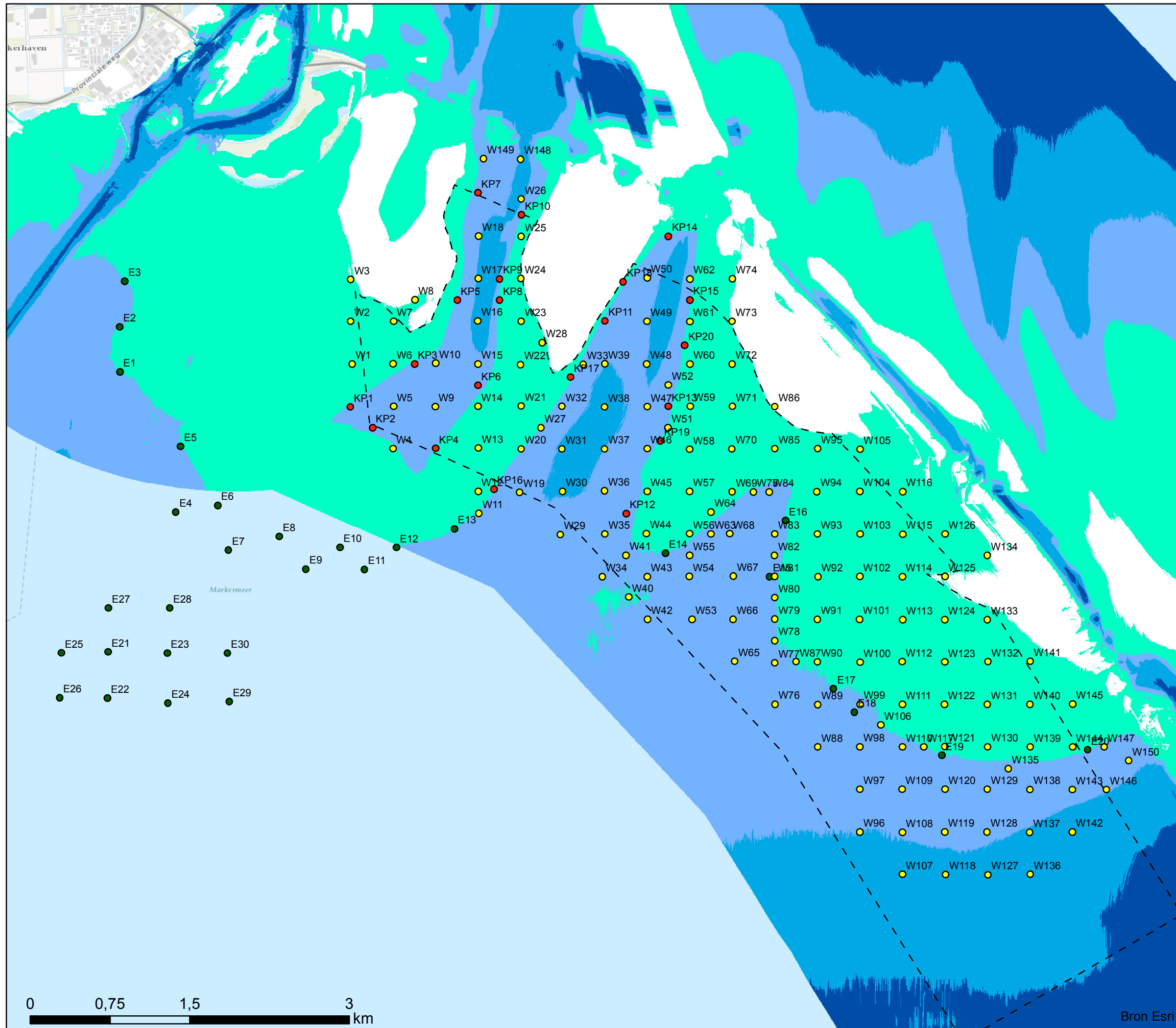
- Soortgericht onderzoek (o.a. vleermuizen, amfibieën, vogels)
- Toetsingen aan natuurwetgeving
- Ecologisch werkprotocol en begeleiding
- Vegetatiekarteringen
- Hydrobiologisch onderzoek
- Waterplantenonderzoek en ecoscans
- Visstandbemonstering
- Vismigratieonderzoek (vistelemetrie, pit-tag)
- Actief Biologisch Beheer
- Visserijmanagement
- Visbeheerplannen
- Beleidsstudies, beheerplannen en adviezen
- BREEAM-NL (gecertificeerd duurzaam bouwen)
- BREEAM-NL PLUS (duurzaamheid en milieuvergunning)

WATER & RUIMTE

- Kwalitatief en kwantitatief waterbodemonderzoek
- Baggerplan en werkplan baggerwerk
- Directievoering, toezicht en begeleiding baggerwerken
- Inrichting en beheer grondwatermeetnetten
- Grondwatermonitoring (grondwaterstand en -kwaliteit)
- Onderzoek en monitoring oppervlaktewaterkwaliteit
- Watervraagstukken
- Coördinatie/opstellen bemalingsplannen
- Watertoetsen en waterparagrafen
- Meldingen en vergunningen
- Coördinatie/opstellen ruimtelijke onderbouwing
- Saneringsplan en bestek waterbodemsanering
- Begeleiding en evaluatie van waterbodemsanering
- BREEAM-NL (gecertificeerd duurzaam bouwen en gebiedsontwikkeling)
- BREEAM-NL PLUS (duurzaamheid en milieuvergunning)

BIJLAGE 1





Ligging meetlocaties met code

Deelgebied

- Rand Enkhuizerzand
- Pottengat en Krabbersgat
- Zandwingegebied

Diepte klassen t.o.v NAP

- -2 - 0
- -3 - -2
- -3,5 - -3
- -4 - -3,5
- > -4
- - - Zoekgebied zandwinning

0 0,75 1,5 3 km

Bron Esri

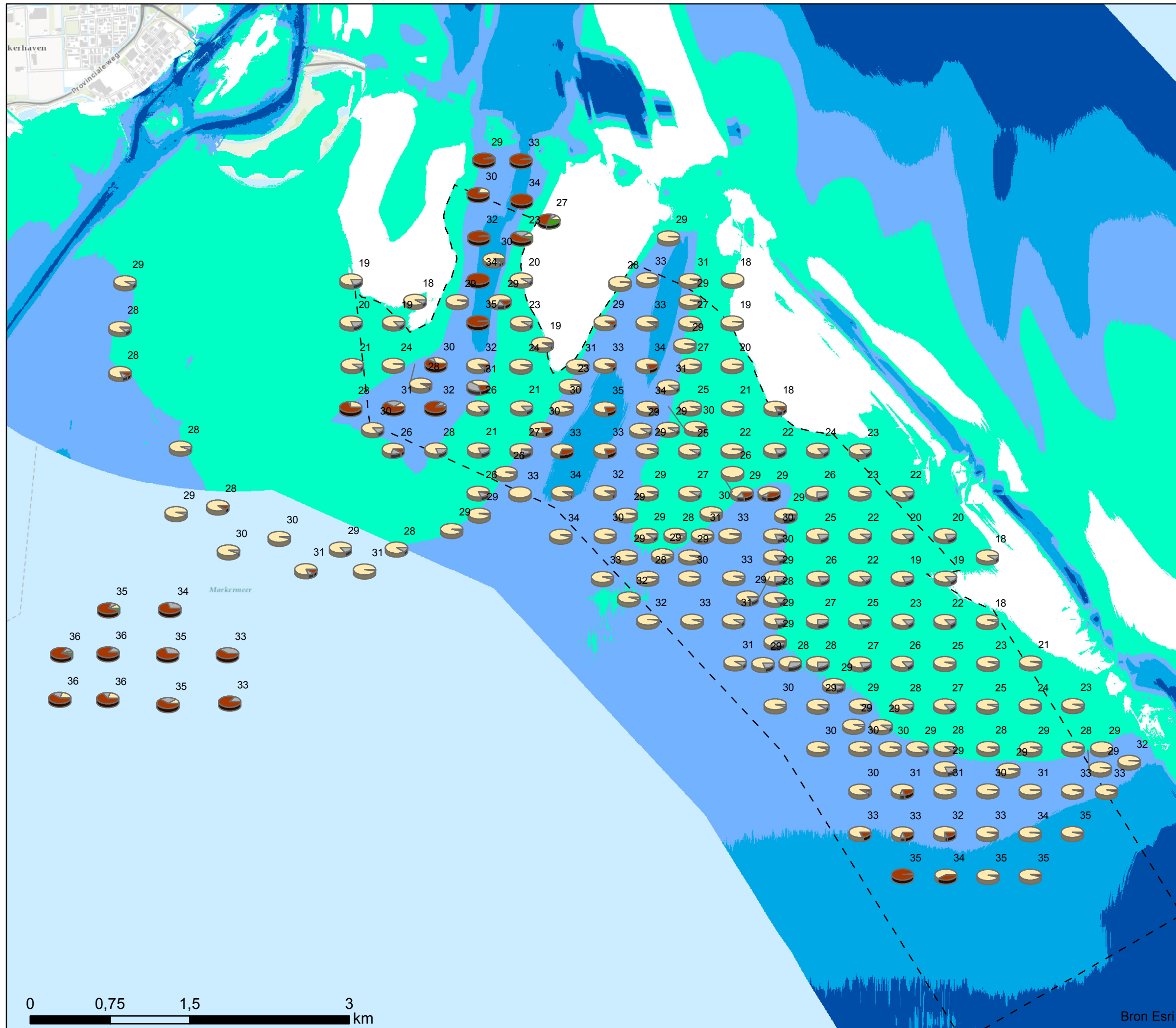
Tekeningnummer: 20150755/Tek13
 Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200 Email: info@at-kb.nl

BIJLAGE 2





Bodemsamenstelling en bemonsteringsdiepte

24 bemonsteringsdiepte (dm)

- Zand
- Schelpen
- Slib
- Organisch materiaal

Diepte klassen t.o.v NAP

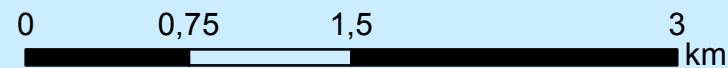
- 2 - 0
 - 3 - -2
 - 3,5 - -3
 - 4 - -3,5
 - > -4
- Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek02
 Datum: 25-11-2015



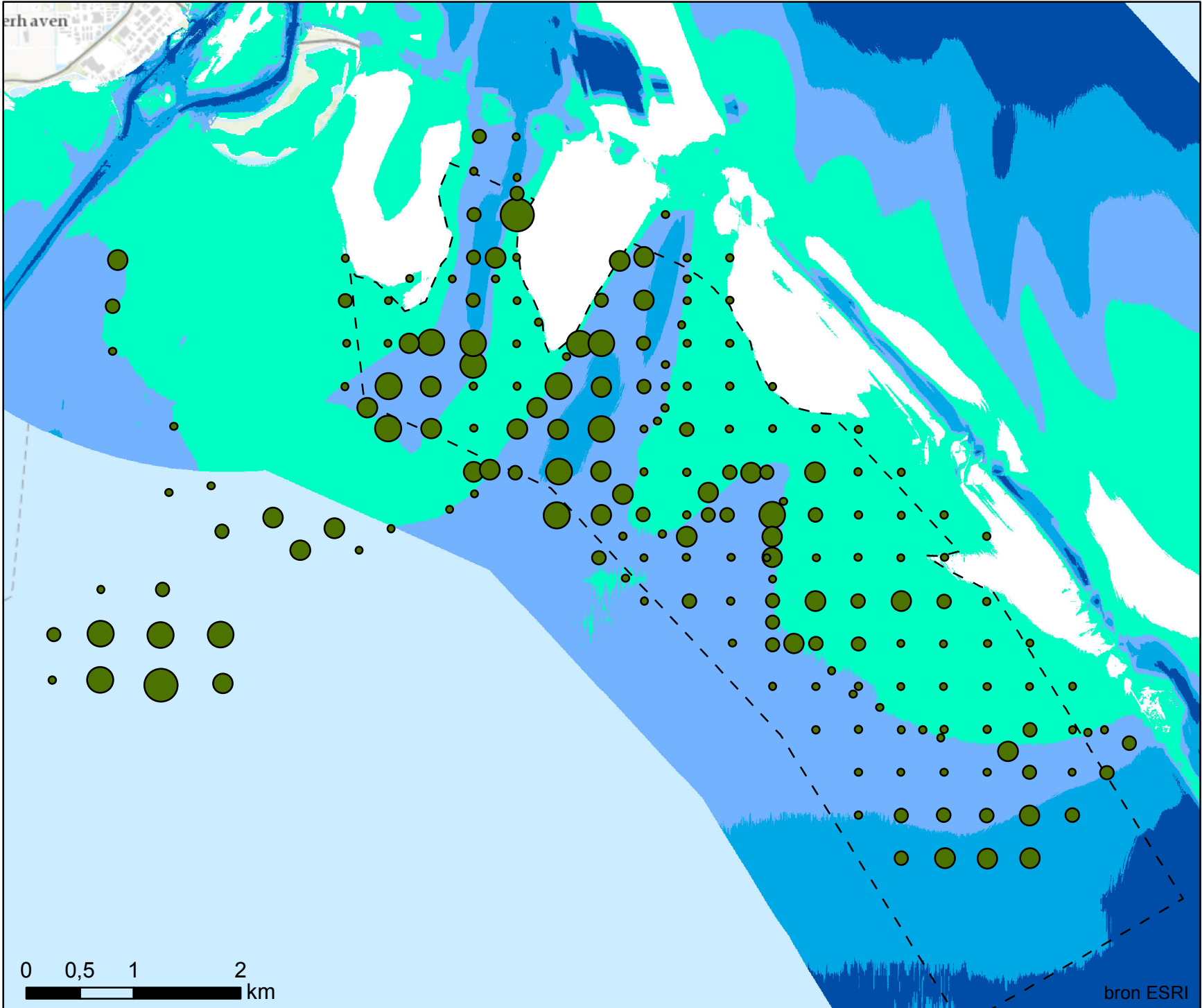
Telefoon: 088-1153200 Email: info@at-kb.nl



Bron Esri

BIJLAGE 3





Aantallen totale bodemfauna

Aantallen totale fauna (per 0,05 m²)

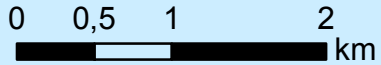
- 1 - 50
- >50 - 100
- >100 - 200
- >200 - 450
- >450 - 900

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
- -3 --2
- -3,5 - -3
- -4 --3,5
- > -4

┌ ─┘ Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek12
Datum: 25-11-2015

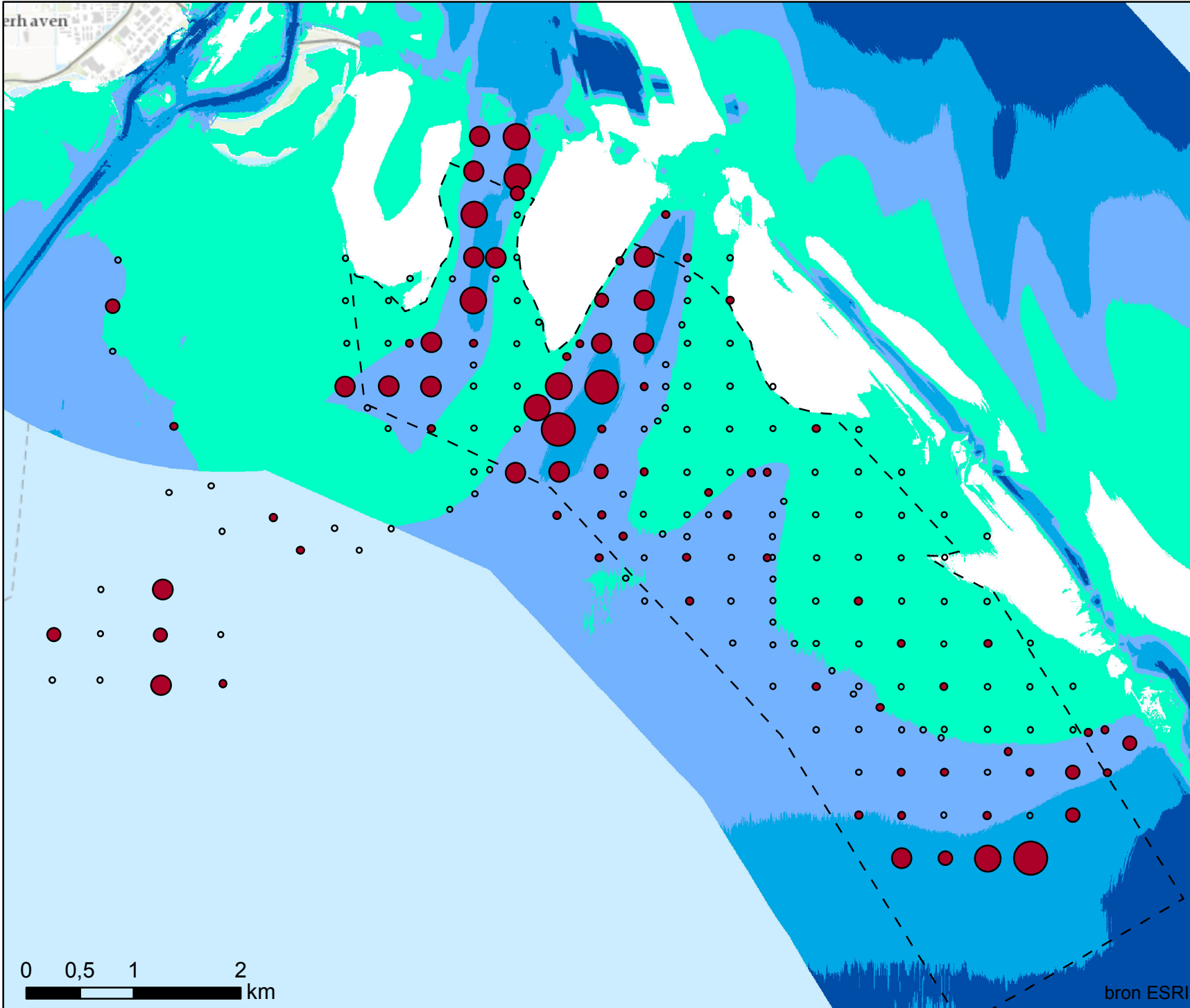


Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl

bron ESRI

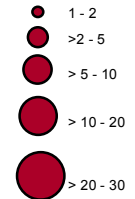
BIJLAGE 4





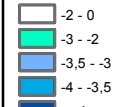
Resultaten Dans- en vedermuggen

Aantallen Dans- en vedermuggen (per 0,05 m²)



○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)



┌ ──┐ Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek03

Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200

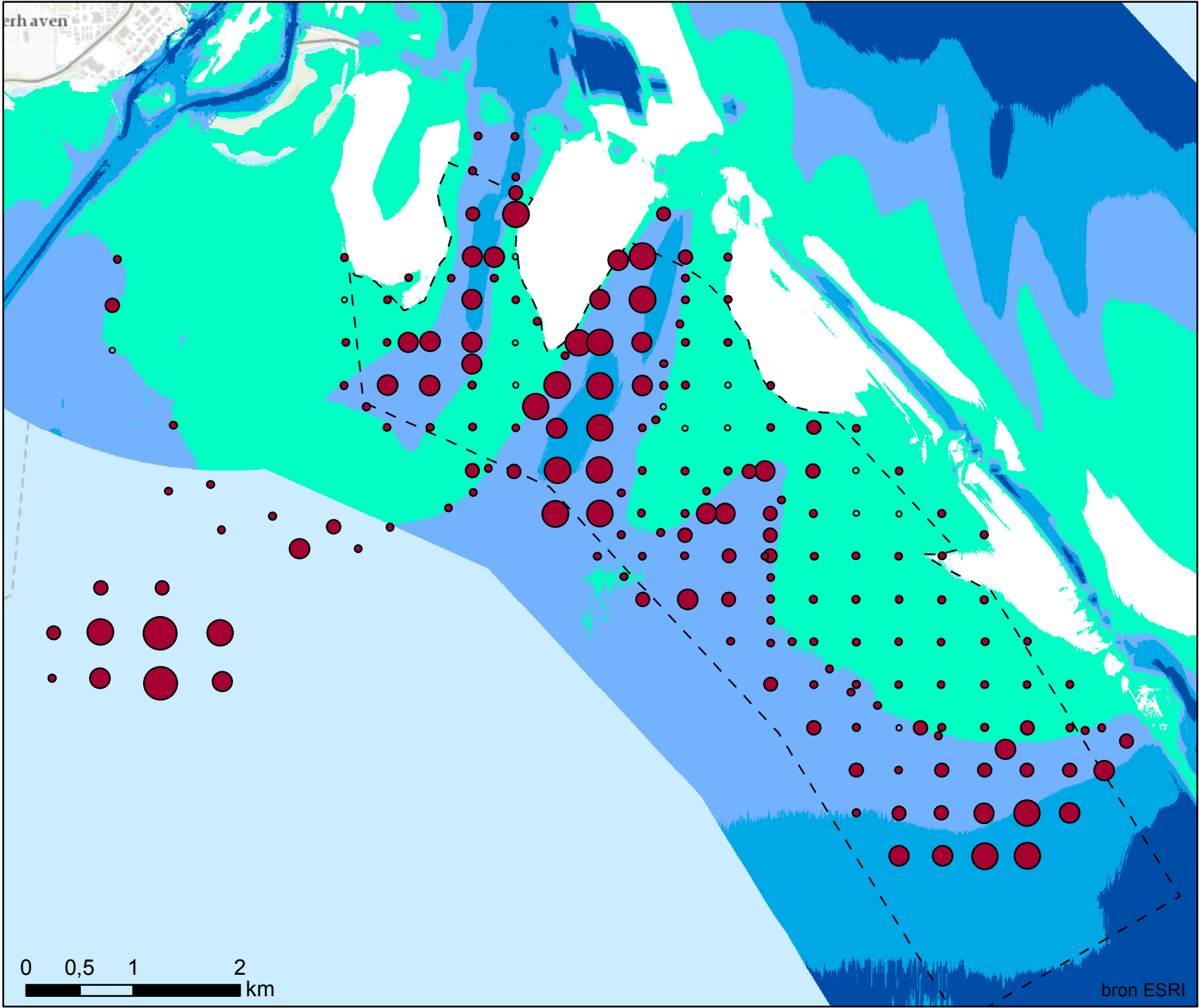
Email: info@at-kb.nl

0 0,5 1 2
km

bron ESRI

BIJLAGE 5





Resultaten Borstelwormen

Aantallen borstelwormen (per 0,05 m²)

- 1 - 20
- >20 - 50
- >50 - 100
- >100 - 300
- >300 - 600

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
- -3 - -2
- -3,5 - -3
- -4 - -3,5
- > -4

┌ ──┐ Zoekgebied zandwinning



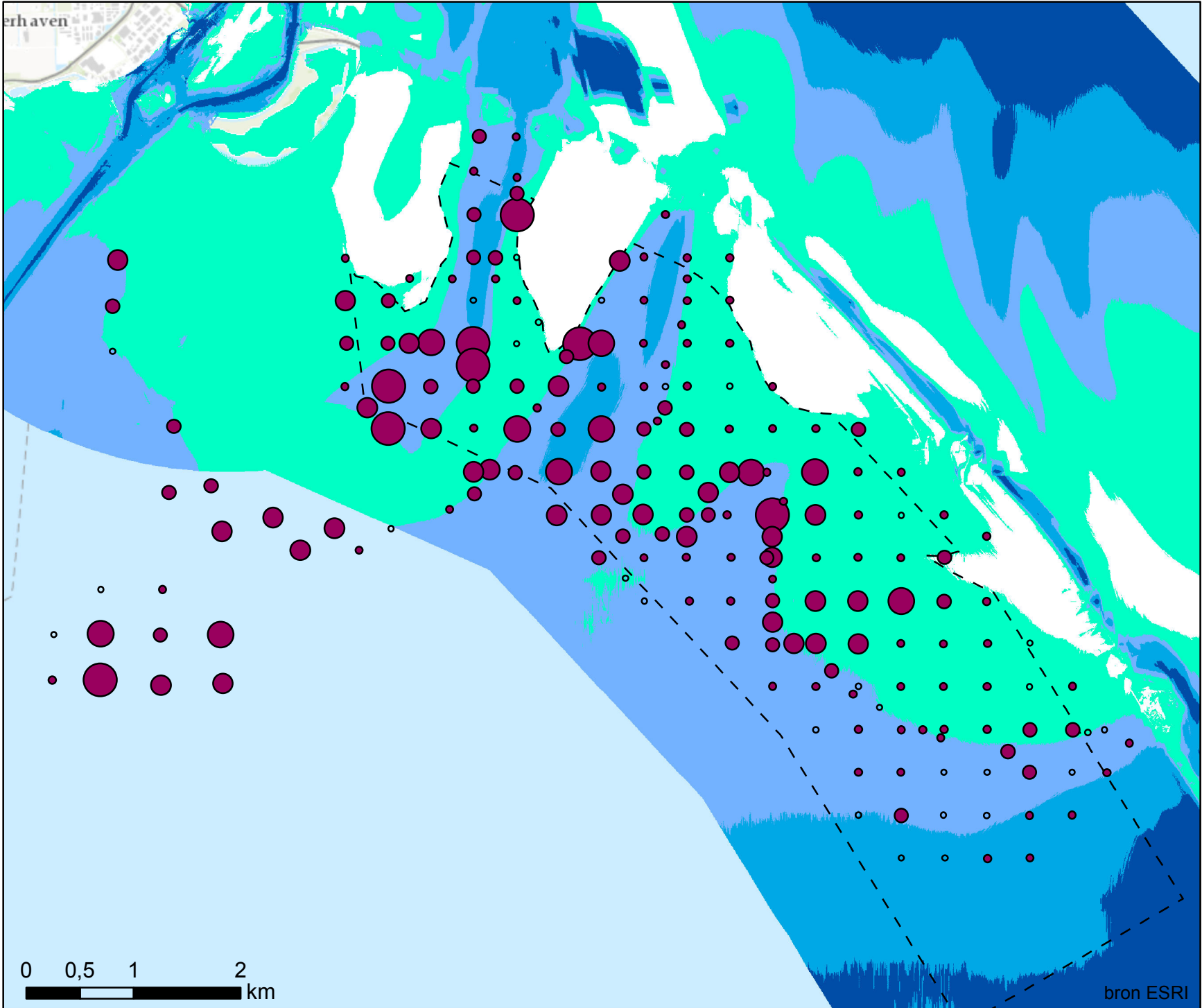
Tekeningnummer: 20150755/Tek04
Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl

BIJLAGE 6





Resultaten Tweekleppigen

Aantallen tweekleppigen (per 0,05 m²)

- 1 - 20
- >20 - 50
- >50 - 100
- >100 - 150
- >150 - 250

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
- -3 - -2
- -3,5 - -3
- -4 - -3,5
- > -4

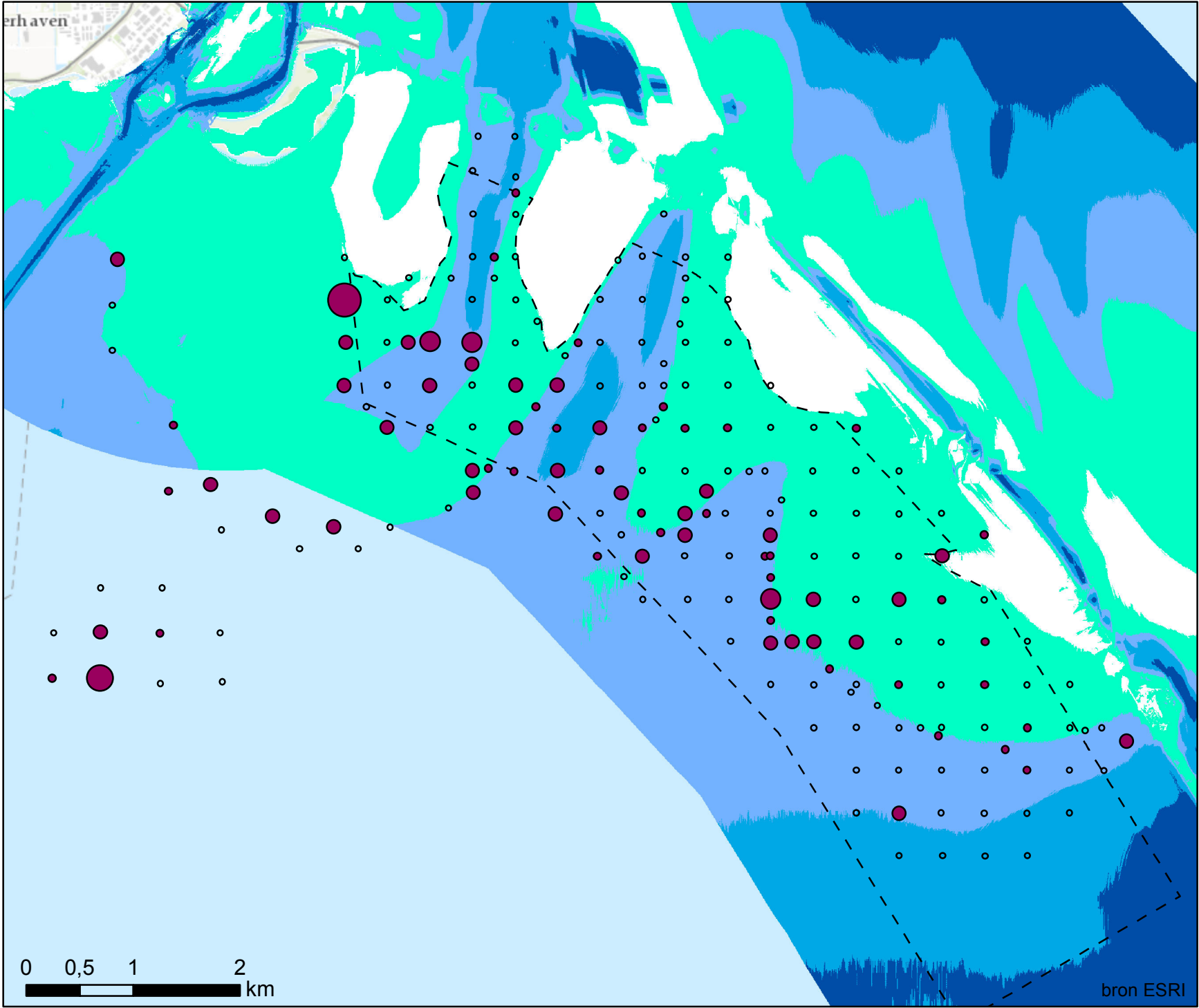
┌ ──┐ Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek05
Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl



Resultaten Driehoeksmosselen

Aantallen driehoeksmosselen (per 0,05 m²)

- 1
- >1 - 5
- >5 - 10
- >10 - 25
- >25 - 70

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
- -3 - -2
- -3,5 - -3
- -4 - -3,5
- > -4

┌ ──┐ Zoekgebied zandwinning

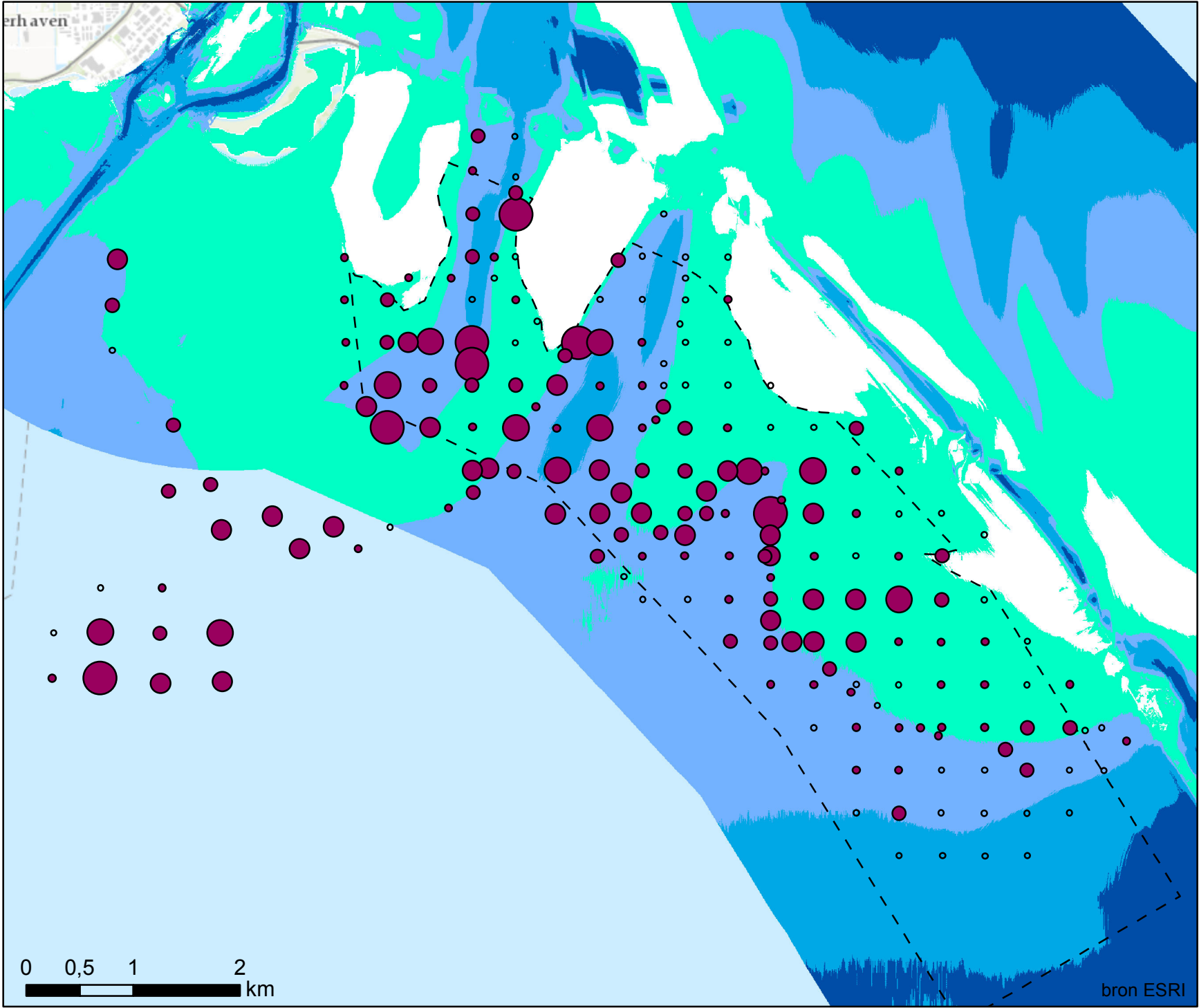


Tekeningnummer: 20150755/Tek06
Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl

bron ESRI



Resultaten Quaggamosselen

Aantallen quaggamosselen (per 0,05 m²)

- 1 - 20
- >20 - 50
- >50 - 100
- >100 - 150
- >150 - 250

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

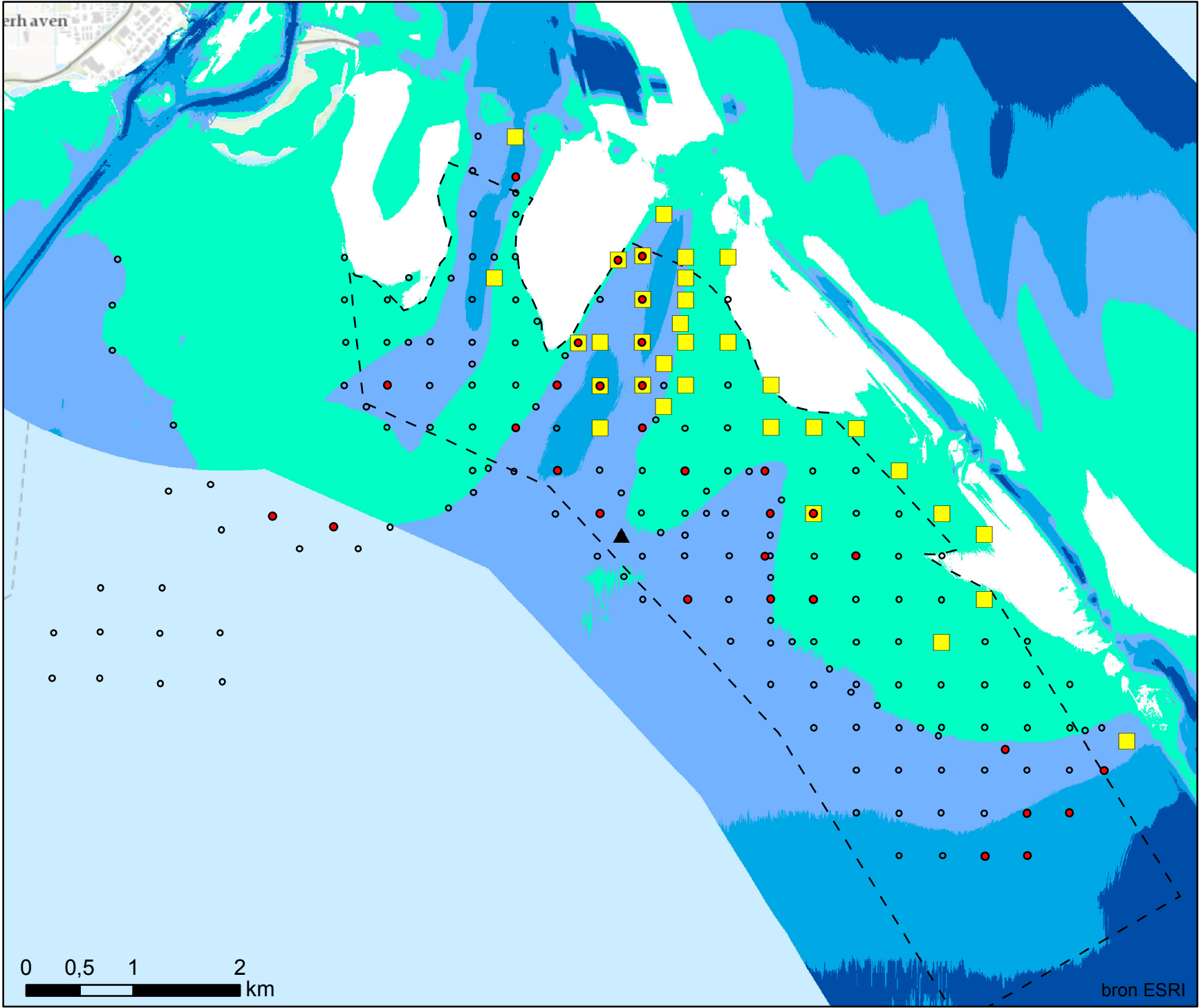
- -2 - 0
- -3 - -2
- -3,5 - -3
- -4 - -3,5
- > -4
- Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek07
 Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
 Email: info@at-kb.nl



Locaties Overige tweekleppigen

Locaties overige tweekleppigen

- Locaties overige tweekleppigen
- Locaties Corbicula
- ▲ Locaties Bivalva
- Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- 2 - 0
- 3 - -2
- 3,5 - -3
- 4 - -3,5
- > -4

Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek08
 Datum: 25-11-2015



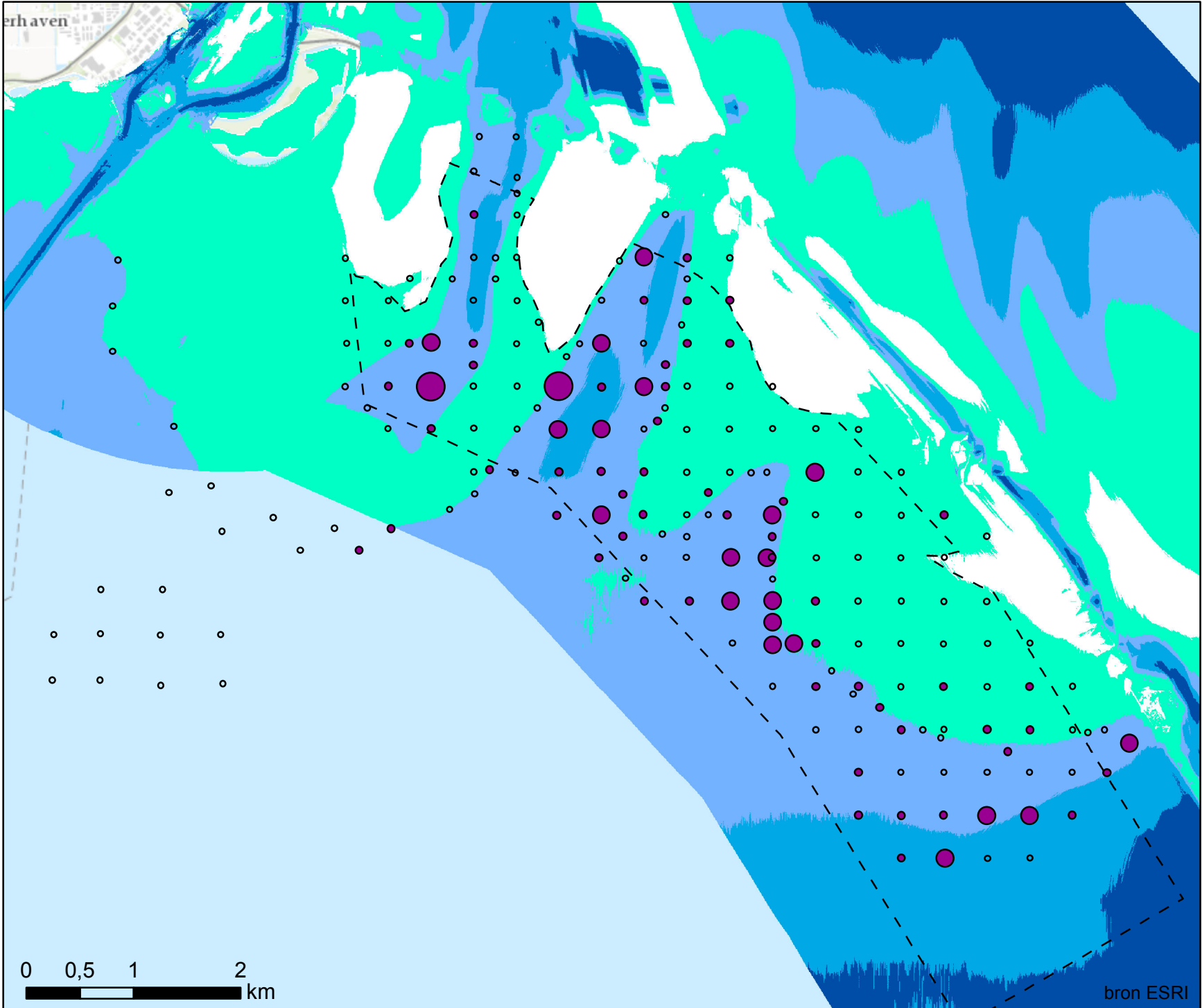
Telefoon: 088-1153200
 Email: info@at-kb.nl

0 0,5 1 2 km

bron ESRI

BIJLAGE 7





Resultaten Slakken

Aantallen slakken (per 0,05 m²)

- 1 - 2
- >2 - 5
- >5 - 10

○ Geen waarmetingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- 2 - 0
- 3 - -2
- 3,5 - -3
- 4 - -3,5
- >-4

Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek09
 Datum: 25-11-2015

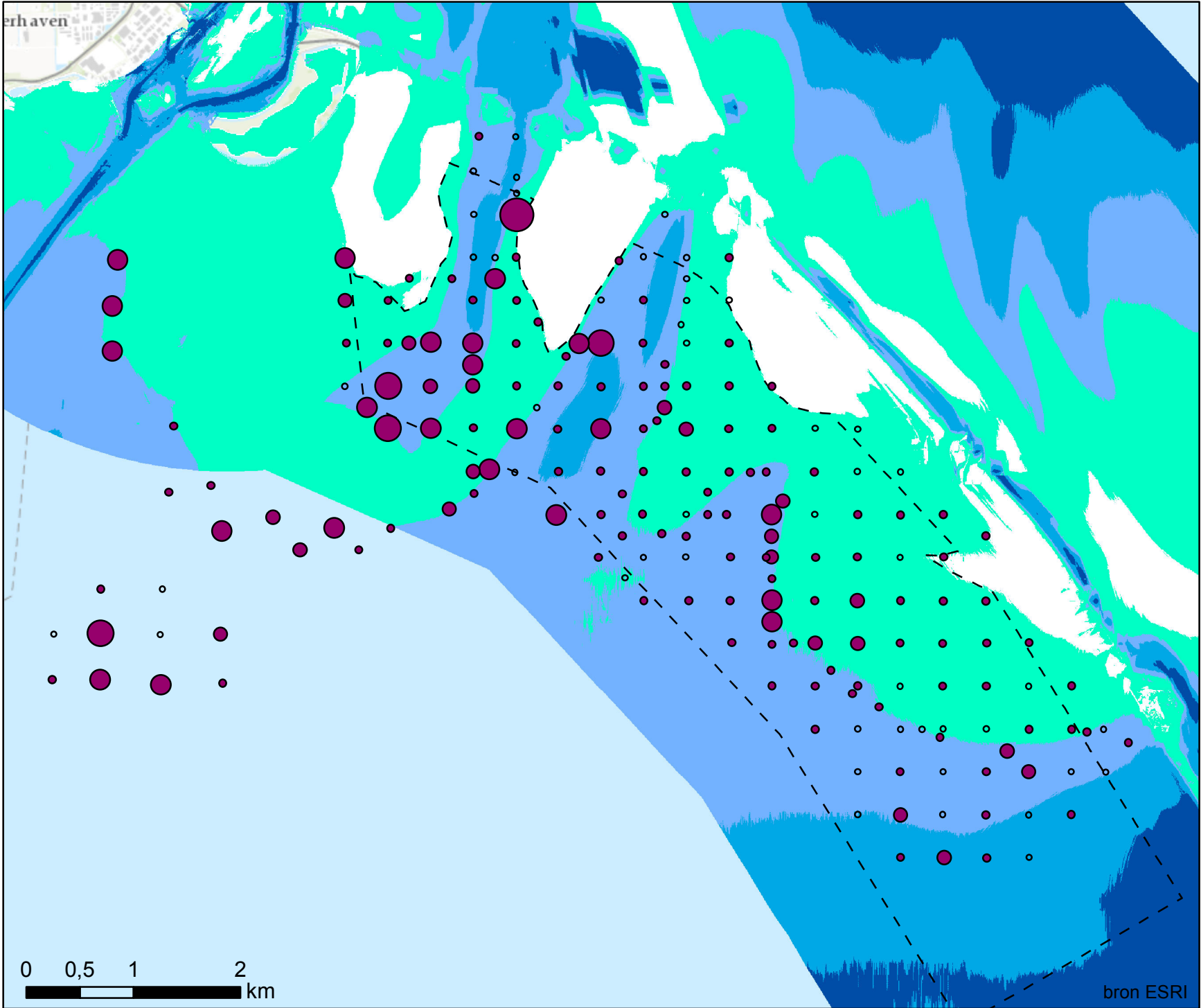


Telefoon: 088-1153200
 Email: info@at-kb.nl



BIJLAGE 8





Resultaten Kreeftachtigen

Aantallen kreeftachtigen (per 0,05 m²)

- 1 - 5
- >5 - 10
- >10 - 25
- >25 - 100
- >100 - 450

○ Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
 - -3 - -2
 - -3,5 - -3
 - -4 - -3,5
 - > -4
- ┌ ──┐ Zoekgebied zandwinning



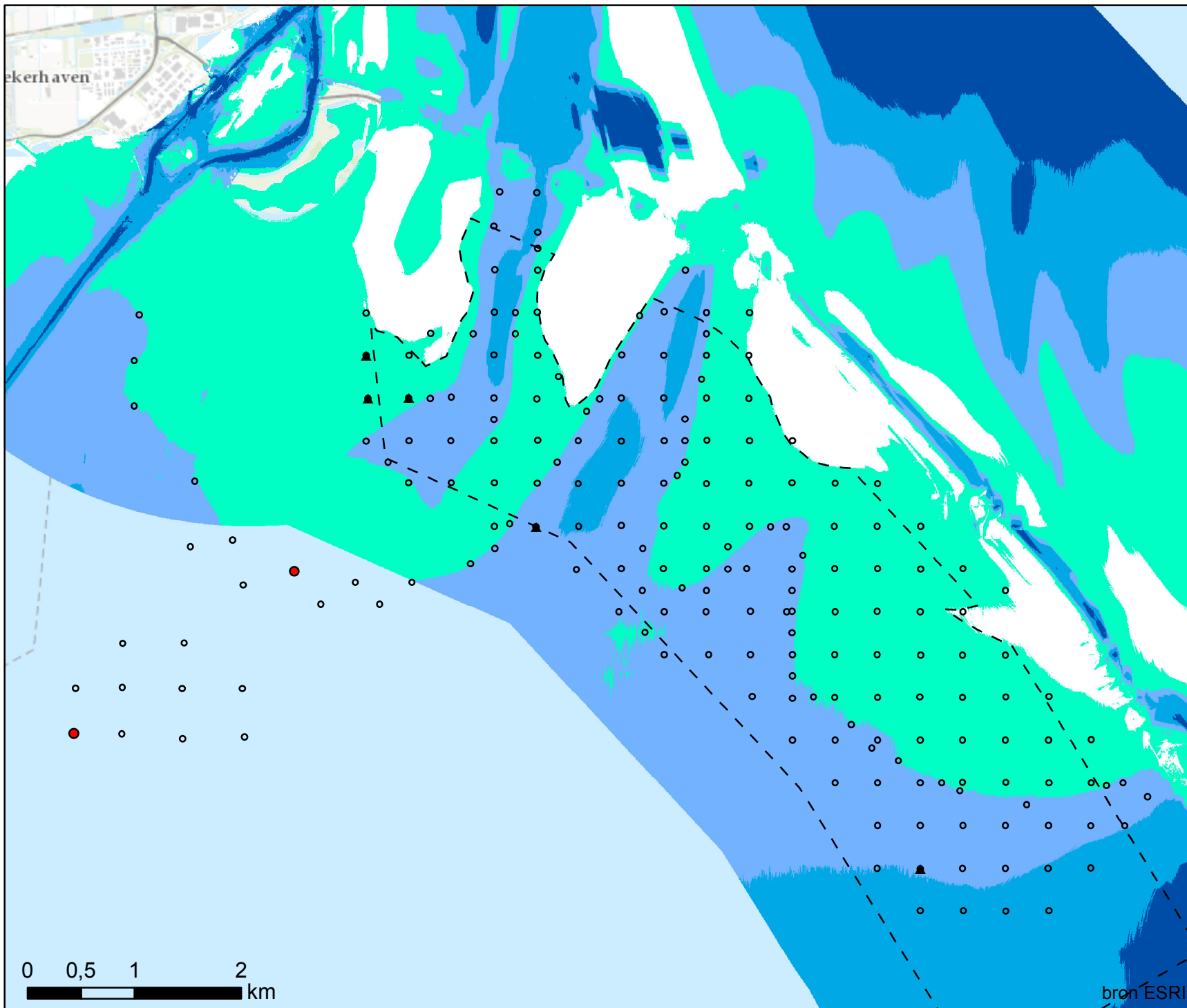
Tekeningnummer: 20150755/Tek10
 Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
 Email: info@at-kb.nl

BIJLAGE 9





ekerh aven

Locaties overige soorten

Overige soorten

- ▲ Bryozoa
- Trichoptera
- Geen waarnemingen

Diepte klassen (t.o.v. NAP)

- -2 - 0
- -3 --2
- -3,5 --3
- -4 --3,5
- > -4
- Zoekgebied zandwinning



Tekeningnummer: 20150755/Tek11
Datum: 25-11-2015



Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl

0 0,5 1 2
km

bron ESRI

BIJLAGE 10



Toetsing Laagdikte

Unifactoriële variantie-analyse

SAMENVATTING

<i>Groepen</i>	<i>Aantal</i>	<i>Som</i>	<i>Gemiddelde</i>	<i>Variantie</i>
1	2	102	51	444
2	7	667	95	14706
3	34	2805	83	17246
4	15	1119	75	4955
5	47	3229	69	8072
6	13	748	58	6379
7	49	4855	99	19581
8	14	1153	82	7483
9	6	470	78	3662
10	4	700	175	29064
11	1	135	135	#DEEL/0!
12	1	82	82	#DEEL/0!
13	7	385	55	868

Variantie-analyse

<i>Bron van variatie</i>	<i>Kwadratensom</i>	<i>Vrijheidsgraden</i>	<i>Gemiddelde kwadraten</i>	<i>F</i>	<i>P-waarde</i>	<i>Kritische gebied van F-toets</i>
Tussen groepen	76916,98	12	6409,75	0,52	0,90	1,80
Binnen groepen	2322895,27	187	12421,90			
Totaal	2399812,25	199				

Toetsing Slibdikte

F-toets: twee steekproeven voor varianties

	<i>Slib</i>	<i><5% slib</i>
Gemiddelde	159,6	58,5
Variantie	31417,4	3860,6
Waarnemingen	47	153
Vrijheidsgraden	46	152
F	8,137997835	
P(F<=f) eenzijdig	2,81018E-23	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	1,448673571	

T-toets: twee steekproeven met ongelijke varianties

	<i>Slib</i>	<i><5% slib</i>
Gemiddelde	159,6	58,5
Variantie	31417,4	3860,6
Waarnemingen	47	153
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	50	
T- statistische gegevens	3,840137105	
P(T<=t) eenzijdig	0,000173574	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,675905025	
P(T<=t) tweezijdig	0,000347147	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,008559112	

Toetsing diepte

F-toets: twee steekproeven voor varianties

	<i><=2,5 meter</i>	<i>>2,5 meter</i>
Gemiddelde	25,5	112,3
Variantie	12533,2	567367,0
Waarnemingen	39	162
Vrijheidsgraden	38	161
F	0,022090137	
P(F<=f) eenzijdig	0	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	0,633962486	

T-toets: twee steekproeven met ongelijke varianties

	<i><=2,5 meter</i>	<i>>2,5 meter</i>
Gemiddelde	25,5	112,3
Variantie	12533,2	567367,0
Waarnemingen	39	162
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	185	
T- statistische gegevens	-1,403246187	
P(T<=t) eenzijdig	0,081109805	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,653131869	
P(T<=t) tweezijdig	0,162219609	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1,972869946	

F-toets: twee steekproeven voor varianties

	<i><3 meter</i>	<i>>=3 m</i>
Gemiddelde	52,6	125,8
Variantie	7541,5	15645,0
Waarnemingen	119	81
Vrijheidsgraden	118	80
F	0,482039862	
P(F<=f) eenzijdig	0,00015222	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	0,717303221	

T-toets: twee steekproeven met gelijke varianties

	<i><3 meter</i>	<i>>=3 m</i>
Gemiddelde	52,6	125,8
Variantie	7541,5	15645,0
Waarnemingen	119	81
Gepaarde variatie	10815,66814	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	198	
T- statistische gegevens	-4,887017514	
P(T<=t) eenzijdig	1,05483E-06	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,652585784	
P(T<=t) tweezijdig	2,10967E-06	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1,972017478	