

Monitoring Kustsuppleties

J.T. van der Wal en J.A. van Dalfsen

Rapport C014/08



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

vestiging Den Helder

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat RIKZ
S. Marx
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Publicatiedatum: Augustus 2008

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2008 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister
Amsterdam nr. 34135929,
BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V2

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen 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 van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Samenvatting

In dit rapport wordt gerapporteerd over onderzoek naar het bodemleven (benthos) in een viertal gebieden voor de Noord-Hollandse kust. Het doel van de studie is om in vier suppletievakken een inventarisatie uit te voeren van de aanwezige bodemfauna. Hierbij wordt vooral aandacht gegeven aan het voorkomen van concentraties (banken) van de schelpdiersoorten Halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata* en mesheften, *Ensis spec.* Daarnaast wordt ook specifiek aandacht gegeven aan het voorkomen van kokerwormen, waaronder de Schelpkokerworm, *Lanice conchilega*, die mogelijk een stabiliserende werking hebben op de bodem en indien voorkomend in hoge dichtheden (banken) tevens een habitatstructurende rol kunnen spelen voor andere soorten. De inventarisatie dient inzicht te geven in de verspreiding van de bodemfauna in de suppletiegebieden en vooral van de genoemde specifieke aandachtsoorten. Deze beschrijving kan gebruikt worden in de toetsing van de suppletieactiviteit aan de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet.

De onderzochte gebieden suppletiewerken zijn Petten, Bloemendaal en Zandvoort. Daarnaast is een vierde gerelateerd gebied onderzocht, Bollen van Kijkduin. Deze locatie is onderzocht omdat wordt overwogen om deze zandbank te doorgraven en een vaargeul te creëren. Op deze wijze wordt de vaarroute voor schepen van en naar het deelgebied Julianadorp van het suppletiewerk Petten belangrijk ingekort. Deze doorgraving heeft uiteindelijk niet plaatsgevonden.

In alle gebieden zijn vanaf een schip met een van Veen-happer bodemmonsters verzameld. Het verzamelde materiaal is gebruikt om de sedimentsamenstelling te karakteriseren en om vast te stellen welke organismen ter plekke voorkomen. Van deze bodemdieren of benthos is door middel van taxonomische analyse de soort vastgesteld. Voor de suppletiewerken Bloemendaal en Zandvoort is ook gebruik gemaakt van side scan sonar. Met deze techniek kunnen vlakdekkende beelden van de zeebodem gemaakt worden en is het mogelijk om concentraties van de drie aandachtsoorten vast te stellen.

In alle gebieden is sediment aangetroffen dat in grote lijnen valt te karakteriseren als matig fijn zand, met lage slib- en organisch stofgehalten. De benthosgemeenschap op de bemonsterde locaties is soortenarm en is overal te kenschetsen als een *Nephtys cirrosa*-gemeenschap. Het bodemleven op de zandbank Bollen van Kijkduin is soortenarmer dan de andere bemonsterde gebieden. Wel is hier Zandspiering (*Ammodytes spec.*) aangetroffen. Bij het suppletiewerk Petten is een referentiegebied geselecteerd. In dit gebied – ter hoogte van strandpaal 31 - zijn voor zover bekend niet eerder suppleties uitgevoerd en zijn ook geen suppleties voorgenomen. De soortengemeenschap in het referentiegebied wijkt enigszins af van de andere deelgebieden van suppletiewerk Petten. Met name de aanwezigheid van enkele soorten hier, die elders ontbreken is opvallend. Als verklaring voor de aangetroffen verschillen wordt gewezen op het feit dat deze locatie nog niet door een eerdere suppletie verstoord is. Anderzijds zijn de verschillen bescheiden en is het goed mogelijk dat ‘rand’-effecten van eerdere suppleties deze plek toch al in enige mate beïnvloed hebben.

In het kader van de suppleties en de zorg omtrent mogelijke effecten zijn een drietal soorten als belangrijk aangemerkt. Van deze drie soorten is de Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) in het geheel niet aangetroffen. De soort is in 2007 wel waargenomen voor de kust van Noord-Holland, maar in dieper water verder uit de kust (Perdon & Goudswaard, 2007).

De andere twee soorten de Zandkokerworm (*Lanice conchilega*) en mesheften (*Ensis spec.*) zijn wel aangetroffen. Deze soorten zijn echter steeds in lage dichtheden gevonden en er zijn geen aanwijzingen dat belangrijke voorkomens (banken) tijdens de bemonstering gemist zijn. Van *L. conchilega* zijn bovendien vrijwel alle waarnemingen gedaan op de diepere locaties (ca. 7 meter diep of dieper) aan de zeezijde van de suppletiewerken .

Inhoudsopgave

	Pagina
Samenvatting.....	3
1 Inleiding	7
1.1 Doel.....	7
2 Werkwijze veldinventarisatie	11
2.1 Side scan sonar	12
2.2 Sediment- en bodemfaunabemonstering en analyse	13
3 Resultaten veldinventarisatie	17
3.1 Bodemsamenstelling	17
3.2 Macrofaunagemeenschap	18
4 Discussie en conclusies.....	25
5 Met dank aan	27
6 Referenties	29
7 Verantwoording.....	31
8 Kwaliteitsborging	33
Appendix A Suppletiewerk Petten	35
Appendix B Suppletiewerk Zandvoort.....	71
Appendix C Suppletiewerk Bloemendaal.....	87
Appendix D Monitoring Kustsuppleties: Bollen van Kijkduin	103
Appendix E Soortenlijst, gegroepeerd volgens taxonomische indeling	113

1 Inleiding

In het kader van kustveiligheid wordt de kustlijn door Rijkswaterstaat onderhouden. Hiervoor worden sinds 1990 regelmatig strand- en vooroeversuppleties uitgevoerd langs de Nederlandse kust. Deze kustlijnverzorging is erop gericht om met natuurlijke materialen (zand) de kusterosie tegen te gaan en de kustlijn te handhaven. Hiervoor wordt door middel van zandsuppletie materiaal in het bedreigde kustvak gebracht. Dit kan zijn direct op het strand of in de vooroever waarbij het zand dicht onder het bedreigde kustvak in zee wordt aangebracht. Door extra zand in het “zanddelend systeem” van de kustzone te brengen, worden aanrollende golven gebroken voor ze (veel) schade aan strand en duinvoet kunnen doen en komt er nieuw zand beschikbaar voor de opbouw van strand en duinen. Een voordeel is dat vooroeversuppleties goedkoper zijn dan strandsuppleties. Het is mogelijk dat de suppleties negatieve effecten hebben op bepaalde soorten en habitats die vallen onder de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet.

Aanzienlijke delen van de Kustzee, namelijk de Voordelta, de kustzone benoorden de Wadden en langs de kust van Noord-Holland zuidwaarts tot aan Petten, zijn bij de Europese Commissie aangemeld onder de Vogel- en Habitatrichtlijn. Echter ook het tussengelegen deel van de Kustzee kent belangrijke ornithologische waarden, alsmede een rijk bodemleven, een relatief hoge diversiteit aan vis en heeft een kinderkamerfunctie voor vis (Lindeboom et al. 2005). Significante verstoringen van de kwaliteit en ecologische ontwikkeling van de Kustzee is ongewenst, zelfs als deze veroorzaakt zouden worden door een activiteit die van groot nationaal belang is, zoals suppleties in het kader van de kustlijnverzorging.

De Vogel –en Habitatrichtlijn, die in Nederland zijn geïmplementeerd in de Flora en Faunawet en de Natuurbeschermingswet, schrijven voor dat activiteiten die mogelijk “significante gevolgen” hebben voor de in het gebied aanwezige beschermde natuurwaarden moeten worden getoetst. Bij een toetsing wordt bekeken of significante gevolgen zijn uit te sluiten en als dat niet het geval is of er mitigerende maatregelen mogelijk zijn. Zulke activiteiten kunnen alleen doorgang vinden als er sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang. Eventuele significante effecten dienen dan vooraf te worden gecompenseerd. Uit studies is gebleken dat het niet is uit te sluiten dat suppleties negatieve effecten hebben op bepaalde (beschermde) soorten en/of habitats (Speybroek, Degraer & Vincx 2004). Het betreft hier vooral schelpdiersoorten zoals *Spisula* en *Ensis*, die als voedsel kunnen dienen voor enkele beschermde soorten zeevogels en het Habitattype 1110 “permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken”. De kustlijnverzorging is van groot nationaal belang, maar de suppleties zullen om bovenstaande redenen aan de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet getoetst moeten worden.

Om bij de voorgenomen suppletieactiviteiten in 2008 rekening te kunnen houden met genoemde soorten en habitats is het noodzakelijk vooraf een veldinventarisatie uit te voeren om zo een beschrijving te kunnen geven van de aanwezigheid en verspreiding van deze soorten en habitats.

1.1 Doel

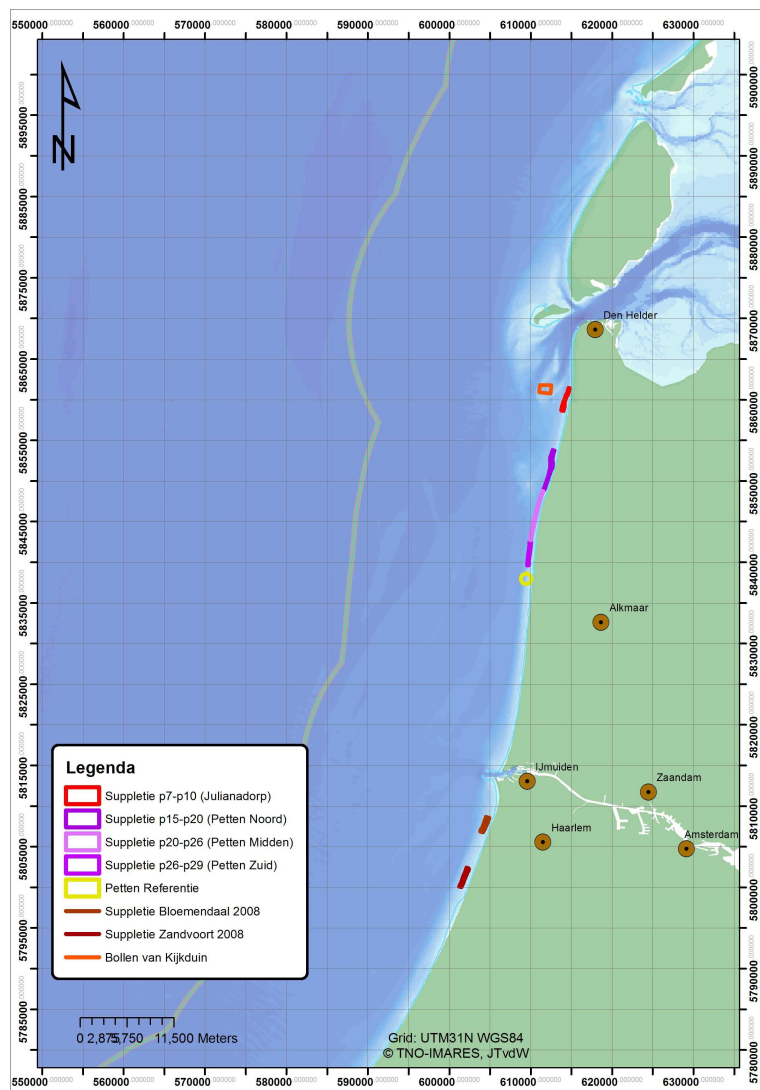
Het doel van de studie is om in vier suppletievakken (Tabel 1 en Figuur 1) voor de Noord-Hollandse kust een inventarisatie uit te voeren van de aanwezige bodemfauna. Hierbij wordt vooral aandacht gegeven aan het voorkomen van concentraties (banken) van de schelpdiersoorten Halfgeknottede strandschelp, *Spisula subtruncata* en mesheften, *Ensis spec.* Daarnaast wordt ook specifiek aandacht gegeven aan het voorkomen van kokerwormen, waaronder de Schelpkokerworm, *Lañice conchilega*, die mogelijk een stabiliserende werking

hebben op de bodem en indien voorkomend in hoge dichtheden (banken) tevens een habitatstructurerende rol kunnen spelen voor andere soorten. De inventarisatie zal inzicht geven in de verspreiding van de bodemfauna in de suppletiegebieden en vooral van de genoemde specifieke aandachtsoorten. Deze beschrijving kan gebruikt worden in de toetsing van de suppletieactiviteit aan de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet.

Tabel 1 Geïnventariseerde locaties, met namen, codes en indicatieve ligging t.o.v. de strandpalen.

Locatie	Naam	Deelgebieden	Code	Strandpaal
1	Suppletiewerk Petten	Petten Noord-Julianadorp	PNJ	7 tot 10
		Petten Noord	PNN	15 tot 20
		Petten Midden	PNM	20 tot 26
		Petten Zuid	PNZ	26 tot 29
		Petten Referentie	Pref	31
2	Suppletiewerk Zandvoort:	Zandvoort	ZVT	61 tot 63
3	Suppletiewerk Bloemendaal	Bloemendaal	BML	68 tot 70
4	Suppletiewerk Den Helder- Julianadorp	Bollen van Kijkduin	BvK	n.v.t.

Voor elk van de locaties is een separate rapportage gemaakt, die als bijlage aan dit rapport is toegevoegd. In die rapporten staan de verzamelde gegevens en worden die kort besproken. Deze rapportage biedt een overzicht en een synthese van de vier uitgevoerde inventarisaties. De vierde locatie ‘Bollen van Kijkduin’ is strikt genomen geen suppletie. De reden om dit gebied te beschrijven komt voort uit het voornemen een doorgraving van de zandbank uit te voeren teneinde de vaarroute voor de kustsuppletie bij Den Helder-Julianadorp (PNJ) te verkorten.



Figuur 1 De locatie van de onderzochte suppletiewerken voor de kust van Noord-Holland

2 Werkwijze veldinventarisatie

Voor alle vier suppletiewerken uit Tabel 1 is een veldinventarisatie uitgevoerd. Hiervoor is steeds gebruik gemaakt van het schip "WR 76 Herman Simon". Een overzichtskaart met de ligging van de geïnventariseerde locaties ten opzicht van de kust van Noord-Holland is opgenomen als Figuur 1.

Bij het uitvoeren van de gebiedsbeschrijving is steeds dezelfde strategie gehanteerd. De gebieden zijn aangewezen voor suppletie, waarbij de geplande locatie aan de zeezijde van de buitenste brekerbank ligt tussen de vijf en tien meter diepte. De bemonstering heeft zich dan ook op deze strook geconcentreerd.

Om de gevolgen van een ingreep vast te kunnen stellen wordt veelal de BACI methode gehanteerd. (Before-After Control-Impact), het is hierbij van belang om zowel de uitgangssituatie vast te leggen als de beschikking te hebben over een controle (of referentie) die niet wordt beïnvloed door de geplande ingreep. Op deze wijze is het mogelijk om de gevolgen van de ingreep – hier dus suppletie – vast te stellen waarbij in de beoordeling ervan rekening gehouden wordt met de natuurlijke variatie. Om mogelijke beïnvloeding van zandsuppleties op de ecologie van de ondiepe kust in de toekomst vast te stellen is, op basis van de suppletiegeschiedenis en de suppletieplannen voor 2008, een referentiegebied bij Petten geselecteerd (Petten Referentie, Figuur 1). Bij Petten Referentie zijn geen suppleties uitgevoerd en worden ook niet binnen afzienbare tijd voorzien.



Figuur 2 Vaartuig voor de veldinventarisatie "WR76 Herman Simon" (herkomst: <http://home.planet.nl/~topaze/wr76.htm>)

De veldinventarisaties zijn uitgevoerd in oktober 2007 voor Petten, Bloemendaal en Zandvoort. Voor de Bollen van Kijkduin is dit werk al eerder in het jaar uitgevoerd n.l. in juli 2007.

In overleg met de opdrachtgever is een wijze van bemonsteren overeengekomen waarbij voor bepaalde gebieden gebruik is gemaakt van side scan sonar voor het verkrijgen van vlakdekkende gegevens, naast het nemen van ground-truthing monsters (happen) om het aanwezige sediment en de aanwezige bodemfauna te kunnen beschrijven.

De inventarisatie met behulp van side scan sonar, een akoestische meettechniek, bij Bloemendaal en Zandvoort heeft plaatsgevonden door een aantal transecten parallel aan de kust op te nemen. Op deze wijze is het te

onderzoeken gebied vrijwel volledig in kaart gebracht. De belangrijkste reden om deze techniek in te zetten is de mogelijkheid om concentraties (velden) van kokerwormen (vooral *Lanice conchilega*) en/of concentraties van schelpdieren (met name *Ensis spec.*) te detecteren. Dit in navolging van de studie in 2005 (Van Dalfsen, 2006). Beide soorten zijn in principe herkenbaar doordat een deel van het organisme uitsteekt boven het substraatoppervlak, respectievelijk een deel van de woonbuis en een deel van de schelp. *Ensis* kan zich echter zeer snel ingraven en is dan niet meer duidelijk herkenbaar.

Voor Suppletiewerk Petten en bij de Bollen van Kijkduin is bij het beschrijven van de gebieden de side scan sonar niet ingezet.

Het uitvoeren van de –vlakdekkende– sonarinventarisatie vindt bij voorkeur plaats voor het nemen van de bodemonsters. Op basis van deze gegevens kan de bemonstering worden aangepast zodat gerichte bemonstering van afwijkende of ‘interessante’ locaties kan plaatsvinden.

Voor de biologische beschrijving en de sedimentsamenstelling zijn per gebied 10 bodemonsters genomen met een ‘van Veen-Happer’ (Figuur 4). De gebruikte apparatuur bemonsterde per hap een oppervlak van ca. 0.1 m².

De gebruikte methodieken voor bemonstering en analyse komen overeen met die uit eerder uitgevoerd onderzoek (Janssen & Mulder, 2002; Van Dalfsen, 2006). Een nadere omschrijving van de werkwijze wordt in de volgende paragrafen gegeven.

2.1 Side scan sonar

Een side scan sonar bestaat uit meetvis met daarin een transducer, die een akoestische bundel met een bepaalde frequentie uitzendt dwars op richting waarin de meetvis door het water wordt getrokken (Figuur 3). Deze bundel wordt na reflectie op de zeebodem, weer opgevangen door de sonarvis. De intensiteit van het ontvangen signaal en de verstreken tijdsduur, leveren informatie over de samenstelling van het materiaal en de afstand van het materiaal tot aan het schip. Op basis hiervan wordt een beeld van de bodem opgebouwd, gebaseerd op schaduwwerking. De gebruikte frequentie is bepalend voor het bereik (de breedte van het pad) en voor de resolutie van de informatie. Voor gedetailleerd onderzoek wordt een hoge frequentie (500 kHz t/m 1 MHz) gebruikt waarmee het pad smaller wordt. Lagere frequenties van 50 kHz t/m 100 kHz geven een veel groter bereik, maar minder resolutie. De kwaliteit van de sonarinformatie wordt mede bepaald door de wind en stromingen in het onderzoeksgebied.

Tijdens de veldinventarisatie Bloemendaal en Zandvoort is de sonarvis aan de stuurboordzijde van het schip de “WR76 Herman Simon” bevestigd waarbij de sonarvis ongeveer 0.5 m onder het schip uitstak. Het gebruikte sonarsysteem omvatte een Imagenex SportScan7 (Figuur 3), in combinatie met een Garmin76C GPS-apparaat. Beide apparaten waren aangesloten op een Compaq notebook computer waarop de invoer is verwerkt in software van Imagenex (win881ss.exe). De instellingen (Van Overmeeren, 2007) die gebruikt zijn staan in Tabel 2.



Figuur 3 De Imagenex SportScan7 sonarvis (buis met rode uiteinden) gemonteerd aan de stuurboordzijde van het schip.

Tabel 2 Instellingen sidescan sonar.

Frequency	Low (minder oplossend vermogen, grotere reikwijdte)
Range	90 meter
Side	Alleen Stuurboord

De ruwe gegevens van de sonar worden nabewerkt en leveren dan een, meestal in grijstinten weergegeven, beeld van de zeebodem op. De kleur (grijs)toon en de structuur van het beeld vormen aanwijzingen over het voorkomen van verschillen in structuur van de zeebodem. Dit kan b.v. grover sediment zijn of het voorkomen van organismen. Voor de suppletiewerken waar de side scan sonar is ingezet, is een kaart met de resultaten van de sonar opgenomen in de rapportage voor dat specifieke gebied.

2.2 Sediment- en bodemfaunabemonstering en analyse

De sedimentsamenstelling en de bentische macrofaunagemeenschap zijn in de verschillende gebieden beschreven aan de hand van bodemmonsters. De selectie van de locaties heeft plaatsgevonden op basis van de door Rijkswaterstaat verstrekte gegevens over de suppletiewerken en de kusthoogtekaarten. De kusthoogtekaarten zijn o.a. beschikbaar via een website: <http://www.watermarkt.nl/kustenzeebodem/>, die door Rijkswaterstaat wordt beheerd.

De bodembemonstering is uitgevoerd met een 'Van Veen-happer' met een bemonsteringsoppervlak van 0,1 m² (Figuur 4). Op elke locatie is 1 monster genomen voor het beschrijven van de sedimentsamenstelling en de bodemfauna. Eenmaal aan dek is het monster gefotografeerd en zijn (opvallende) visuele kenmerken op een

formulier vastgelegd. De geografische positie is voor elke locatie vastgelegd met behulp van DGPS en de waterdiepte met het echolood (gecorrigeerd voor een diepgang van 0,8 m.).

Uit elk monster is een klein submonster genomen ten behoeve van het bepalen van de sedimentkarakteristieken. Het sediment is verzameld in een plastic zak en voorzien van een unieke code. Het resterende deel van het monster is gebruikt voor bodemfauna-analyse. De monsters zijn daartoe aan boord gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 1 mm. Het residu is verzameld in een plastic pot voorzien van een unieke code en geconserveerd in een borax-gebufferde oplossing van 4-6% formaldehyde in zeewater. De monsters zijn tot aan de analyse in het laboratorium bewaard op kamertemperatuur. De gebruikte bemonsteringmethode en de wijze van analyseren is overeenkomstig met eerder uitgevoerde onderzoek in o.a. de brandingszone door Janssen en Mulder (2002) en Van Dalfsen (2006).

De sedimentmonsters zijn door TNO-NITG geanalyseerd voor korrelgrootteverdeling en slibgehalte. De korrelgrootteanalyse is uitgevoerd met een Malvern Master Sizer 2000. De monsters zijn hieraan voorafgaand gedroogd en vervolgens afgezeefd op 2 mm. De fracties >2 en >4 mm zijn apart gewogen. Het koolstofgehalte is bepaald door na droging de monsters stapsgewijs te verhitten tot een maximum van 1000°C en de procentuele gewichtafname te meten (LOI 105 –1000). Deze L.O.I. (loss on ignition) heeft als resultaat een waarde die overeenkomt met het totaal organisch koolstofgehalte of TOC van het sediment.

De bodemfaunamonsters zijn in het laboratorium gespoeld om de formaldehydeoplossing te verwijderen. Het residu is vervolgens uitgezocht met behulp van een stereomicroscop. De organismen zijn zoveel mogelijk gedetermineerd tot op soortniveau, waarbij voor elke soort de aantallen individuen per monsters zijn genoteerd.



Figuur 4 Van Veen-happer

Voor de analyse van de dichtheidsgegevens die met behulp van de taxonomische analyse tot stand komen is gebruik gemaakt van Primer (Clarke and Gorley, 2001). Voorafgaand aan deze numerieke analyse zijn de mobiele epifaunasoorten verwijderd die niet goed kwantitatief zijn te bemonsteren met een Van Veen happer. Juvenielen zijn niet als afzonderlijke soort meegenomen wanneer er ook adulte exemplaren van hetzelfde genus in het monster aanwezig waren. De soorten waarom het hier gaat zijn te vinden in Tabel 3. Op basis van 4th root

getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Een clusterdiagram (Figuur 32) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Monster die veel op elkaar lijken voor wat betreft de soortensamenstelling, staan dicht bij elkaar.

Tabel 3 Soorten behorende tot mobiele fauna die niet zijn meegenomen in de macrofauna-analyse. Juvenielen zijn bij de best passende groep (soort of genus) gegroepeerd.

Mobiele fauna			
CRANCRAN	Crangon crangon	Crustacea	Decapoda
GASTSPIN	Gastrosaccus spinifer	Crustacea	Mysidacea
SCHIKERV	Schistomysis kervillei	Crustacea	Mysidacea
AMMOSPEC	Ammodytes spec.	Chordata	Pisces
Juvenielen			
NEPHSP*J	Nephtys spec. juveniel	Annelida	Polychaeta
SCOLSP*J	Scolelepis species juveniel	Annelida	Polychaeta
ENSISP*J	Ensis species	Mollusca	Bivalva

3 Resultaten veldinventarisatie

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de veldinventarisaties die bij de vier suppletiewerken zijn uitgevoerd. Voor de volledige rapportage van de verzamelde gegevens wordt verwezen naar de rapportages die voor elk suppletiewerk separaat zijn gemaakt (Appendix 1 t/m 4).

3.1 Bodemsamenstelling

Op basis van de sedimentsamenstelling van de bodem van elk suppletiegebied is een gemiddelde waarde per gebied bepaald (Tabel 4). De waarden per deelgebied liggen steeds dicht bij elkaar. De basisgegevens zijn te vinden in de rapportages die voor elk suppletiewerk separaat gemaakt zijn (Van der Wal en Van Dalfsen, 2007a t/m d).

Tabel 4 Gemiddelde waarden van de sedimentkarakteristieken per gebied. Codering van de gebieden als in Tabel 1, PNS is de gemiddelde waarde voor alle te suppleren gebieden (PNJ; PNN; PNM en PNZ), PNT is de gemiddelde waarde voor alle gebieden bij Petten, inclusief referentie. d10, d50, d60 en d90 zijn percentielen van de korrelgrootteverdeling in μm . d60/d10 is een maat voor de sortering van het materiaal.

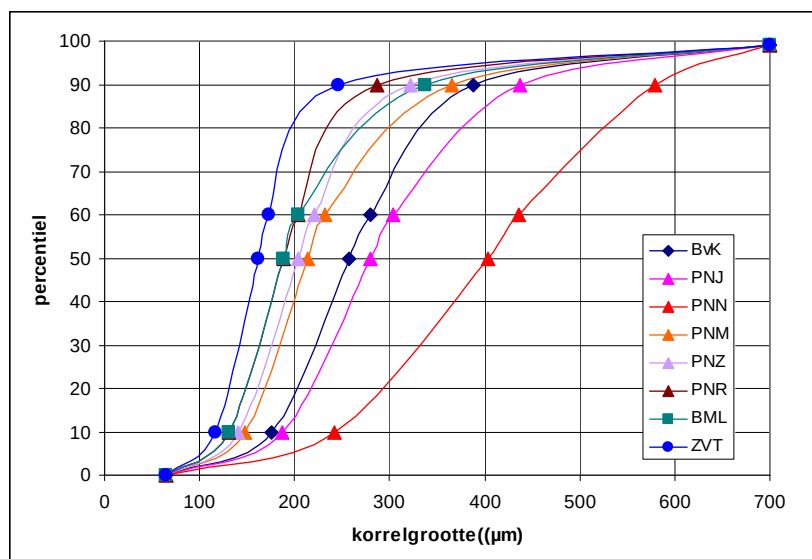
Gebied	Slib%	d10	d50	d60	d90	d60/d10	LOI%
BvK	0,2	175,7	257,8	279,2	388,1	1,59	1,7
PNJ	0,0	186,8	279,7	303,0	437,0	1,58	2,0
PNN	0,1	241,5	404,1	435,5	578,5	1,73	1,8
PNM	0,8	148,0	214,1	231,6	364,8	1,56	2,8
PNZ	0,7	140,1	203,5	220,6	321,9	1,57	3,2
PNR	0,9	131,1	188,9	204,4	287,1	1,56	4,3
PNS	0,4	176,7	270,6	292,6	420,9	1,61	2,5
PNT	0,5	168,2	255,3	276,0	395,8	1,60	2,8
BML	1,0	130,4	188,2	204,2	337,9	1,56	4,6
ZVT	1,6	117,0	162,0	173,5	245,6	1,48	5,5

Het sediment bij de Bollen van Kijkduin is een matig fijn zand, met vrijwel geen slib en een laag gehalte aan organische koolstof. Het is iets fijner dan het sediment bij Petten – Julianadorp (Figuur 5), dat verder op gelijke wijze te beschrijven valt. Het sediment bij Petten – Noord is wat grover dan de rest en is een matig fijn tot grof type zand. Ook hier zijn de gehalten aan slib en organisch koolstof laag.

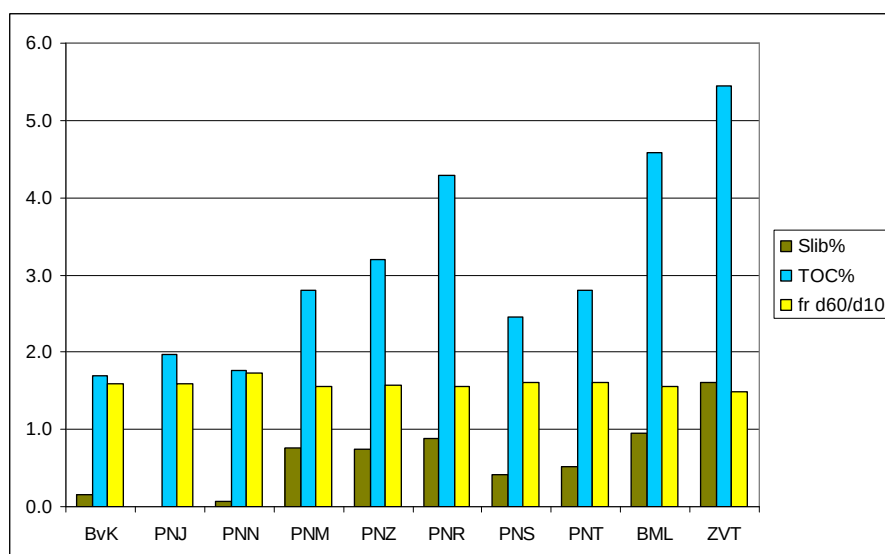
Verder naar het zuiden, Petten – Midden, - Zuid en – Referentie is sprake van fijn zand, met een klein beetje slib (bijna 1 %) en ook iets hogere gehalten organische koolstof. Dit ligt rond 2 tot 3 procent in de gebieden waar een suppletie voorzien is en op ruim 4 procent voor het referentiegebied (Figuur 6).

Ook bij Bloemendaal en Zandvoort gaat het om fijn zand. De trend van in zuidelijke richting licht oplopende gehalten van slib en organisch stof zet door (resp. ruim 1% en ca. 5%).

Alle sedimenten zijn als goed gesorteerd te karakteriseren op basis van de verhouding d60/d10 (ook wel aangeduid als uniformiteitparameter) van ca. 1,6. Vanaf de waarde 4 voor de uniformiteitparameter worden sedimenten als slecht gesorteerd beschouwd.



Figuur 5 Gemiddelde korrelgrootteverdeling per suppletiewerk of deelgebied. Codering van de gebieden als in Tabel 1.



Figuur 6 Gemiddelde slib- en organische stofgehalten en verhouding d60/d10 per suppletiewerk of deelgebied. Codering van de gebieden als in Tabel 1, PNS is alle te suppleren gebieden (PNJ; PNN; PNM en PNZ), PNT is alle gebieden bij Petten, inclusief referentie.

3.2 Macrofaunagemeenschap

In Tabel 5 is een verdichte soortenlijst van de onderzochte suppletiewerken gemaakt. De soorten in deze tabel komen of wel voor in minstens 50% van de monsters in een deelgebied ofwel komen voor in slechts één deelgebied, maar dan wel in meer dan 15% van de monsters (oftewel in minstens 2 happen). Deze 34 soorten zijn daarom te beschouwen als algemeen of als mogelijk kenmerkend voor een bepaald deelgebied. De basisgegevens voor elk suppletiewerk zijn te vinden in Appendix A t/m D.

Tabel 5 *Verdichte soortenlijst met percentage presentie per gebied. Getoonde soorten komen voor in meer dan 50% van de happen van minstens één suppletiewerk of komen voor in slechts één deelgebied in minstens 15% van de monsters. Codering van de gebieden als in Tabel 1.*

Soortcode	BvK	PNJ	PNN	PNM	PNZ	PNR	BML	ZVT	Alle
CAPICAPI		10%	50%	40%	40%	70%	40%	50%	39%
ETEOLONG			20%						3%
LANICONC				10%	20%	40%	50%	20%	18%
MAGEJOHN	43%	70%	50%	70%	80%	90%	90%	100%	75%
MAGEMIRA	14%	20%	30%	40%	30%	70%	80%	80%	47%
MALMMARP				10%	20%	50%		30%	14%
NEPHASSI	29%	10%	50%	60%	70%	60%	80%	60%	53%
NEPHCIRR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
NEPHHOMB		20%	20%	30%	70%	50%	80%	70%	44%
NEPHSP*J	14%	40%	30%	70%	30%	70%	70%	80%	52%
OWENFUSI						30%			4%
PHYLROSE						20%			3%
SIGAMATH				10%		70%	50%	90%	29%
SPIOMART		60%	80%	100%	90%	90%	80%	70%	74%
SPIPBOMB	14%	30%		40%	50%	70%	70%	20%	38%
ATYLSWAM		20%	30%		30%	30%	40%	90%	31%
BATHELEG	71%	60%	40%	10%	40%	40%	40%	20%	39%
PONTALTA	29%	60%	40%	60%	60%	60%	40%	80%	55%
UROTPOSE	29%			40%	50%	70%	40%	10%	30%
DIASBRAD			20%	20%	20%	30%	70%	80%	31%
CRANCRAN #		10%	30%	50%	10%	20%	10%	50%	23%
DIOGPUGI		40%	20%		70%	90%	40%	70%	43%
LIOCVERN						20%			3%
PORTLATI	57%	30%	10%	20%	10%		20%	10%	18%
GASTSPIN #	14%	40%	60%	10%	60%	40%			29%
SCHIKERV #		80%	90%	90%	80%	40%	20%	60%	60%
ECHICORD	29%			10%	40%	80%	20%	50%	29%
DONAVITT						50%	30%	10%	12%
ENSISPEC				40%	30%	40%	60%	20%	25%
TELLTENU	14%	10%			50%		10%	10%	12%
TMYAFERR	14%			10%	20%	50%	10%	20%	16%
NEMERTSP	14%	40%	80%	70%	60%	60%	20%	30%	48%
ACTINASP						20%			3%
AMMOSPEC #	71%	10%							8%

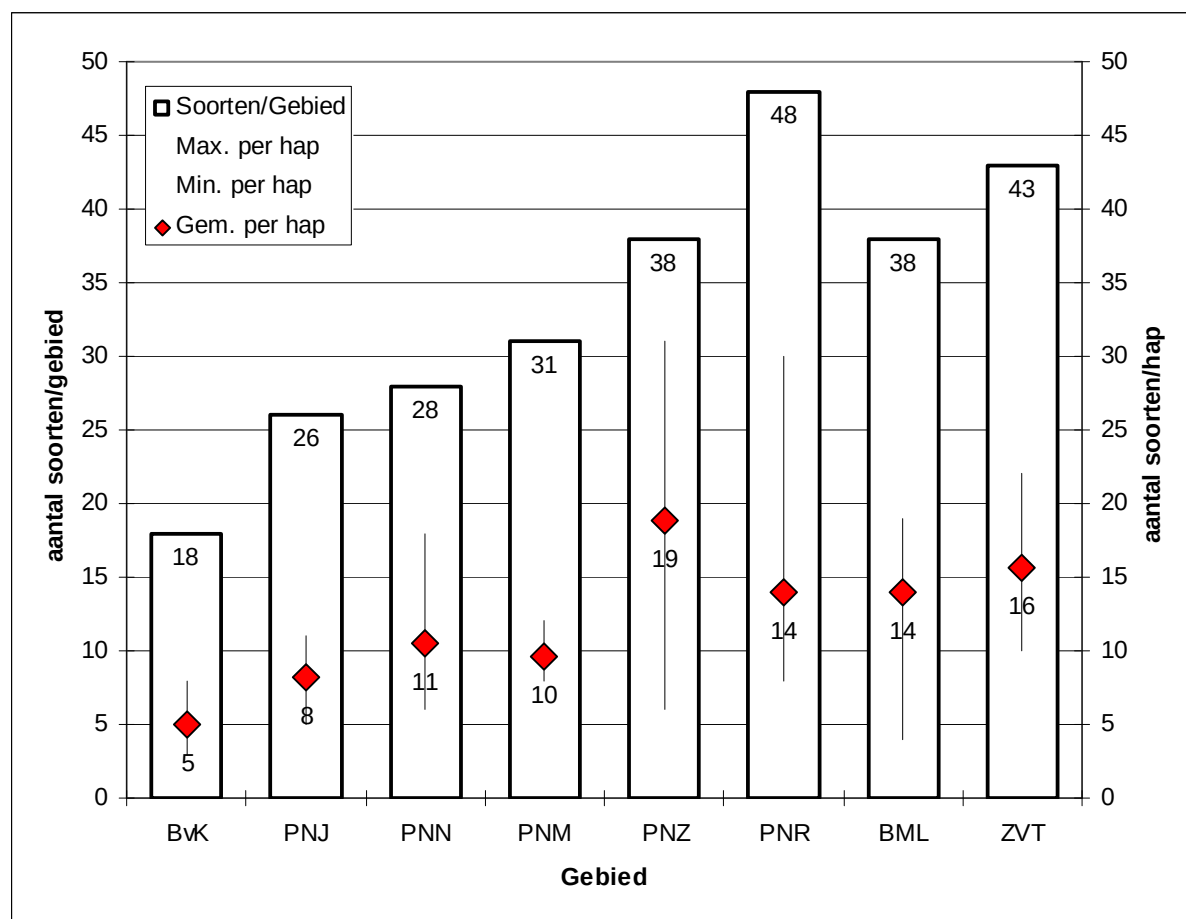
Opvallend is dat de polychaete worm Zandzager (*Nephtys cirrosa*) in alle monsters is aangetroffen, deze soort is duidelijk algemeen in de gebieden waar de suppleties gepland zijn. De Mesheften (*Ensis spec.*) (tweepleppige schelp) zijn met name aangetroffen bij Bloemendaal. Zowel daar als in andere gebieden (Petten – Midden , - Zuid

en - Referentie en Zandvoort) gaat het om lage dichtheden (zie ook de tabellen in Appendix 1 t/m 4). Er zijn in geen van de gebieden belangrijke voorkomens van deze soort aangetroffen.

De Zandkokerworm (*Lanice conchilega*) – eveneens een polychaet - is in dezelfde gebieden aangetroffen als *Ensis spec.* en ook voor deze soort ligt het zwaartepunt van de waarnemingen bij Bloemendaal. Echter het gaat hier evenmin om belangrijke voorkomens over grotere oppervlakken en/of grote dichtheden.

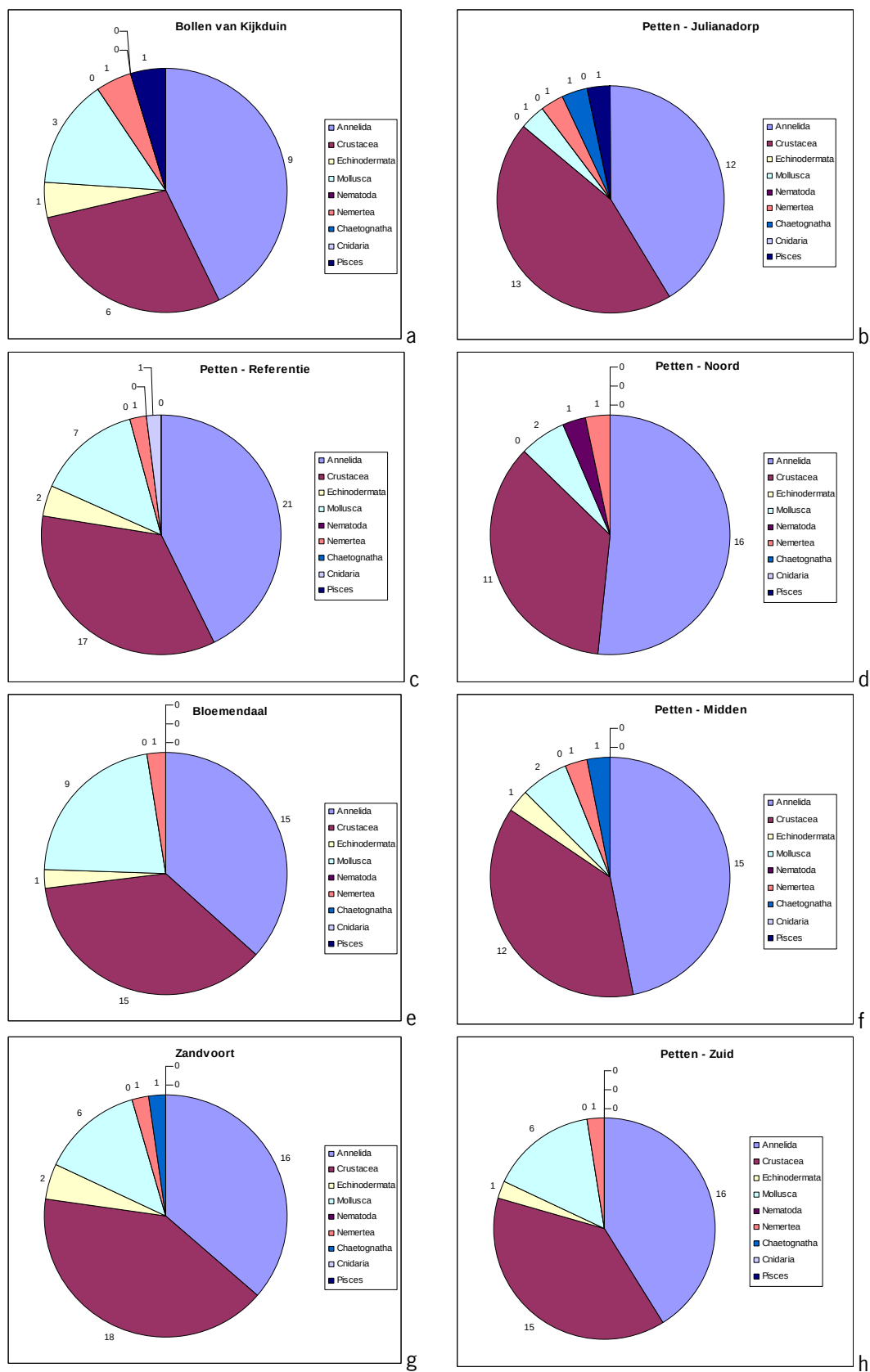
In het gebied Petten – Referentie is spraken van meerdere soorten die alleen in dit deelgebied zijn aangetroffen. Het gaat hierbij om de volgende soorten: *Owenia fusiformis* (een kokervormende polychaet), *Phyllodoce rosea* (polychaete worm), de Grijze zwemkrab (*Liocarcinus vernalis*) en zeeanemoontjes (*Actinaria spec.*).

Een ander gebied onderscheidt zich door meerdere waarnemingen van een bepaalde soort. Bij de Bollen van Kijkduin is regelmatig zandspiering (*Ammodytes spec.*) aangetroffen. Deze vis wordt weliswaar niet tot het benthos gerekend, maar is wel vaak in de bodem te vinden. Ze kruipen in de bodem om veilig te zijn voor predatoren. Vlak voor het strand bij Julianadorp (PNJ) is ook een keer een spiering aangetroffen.



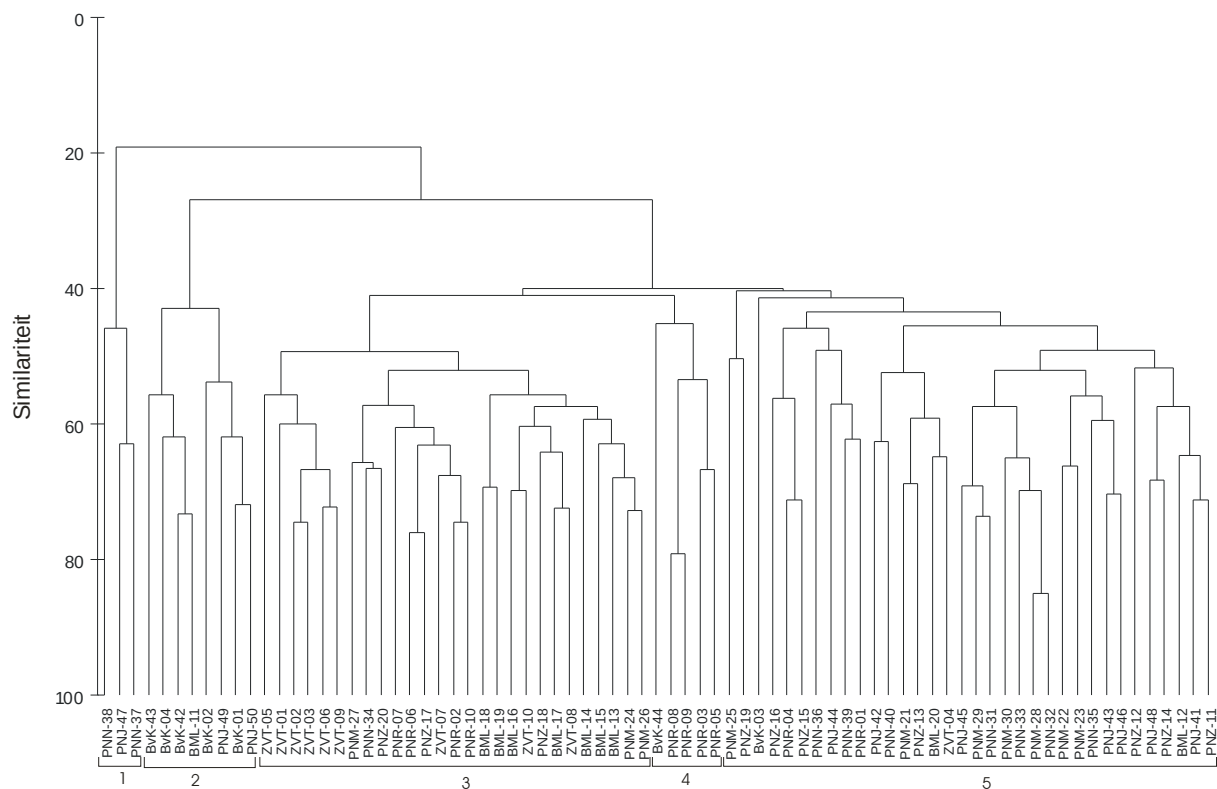
Figuur 7 Aantal soorten per gebied en per hap. Codering van de gebieden als in Tabel 1.

De diversiteit aan soorten is uitgewerkt in Figuur 7 waarin te zien is hoeveel soorten er in een deelgebied zijn aangetroffen (op een totaal van 80 soorten voor alle deelgebieden gezamenlijk). De Bollen van Kijkduin heeft de laagste scores, met zowel weinig soorten in totaal als per hap. Naar het zuiden toe langs de kust neemt het gemiddeld aantal soorten langzaam toe. Petten – Zuid heeft de meeste soorten per hap, terwijl het totaal aantal gevonden soorten juist hoger is in Petten – Referentie. Dit gebied heeft het grootste aantal soorten van allemaal. De diversiteit bij Bloemendaal is per hap lager dan in Petten – Zuid, maar in totaal wel vergelijkbaar. Bij Zandvoort is de diversiteit per hap weer iets hoger dan in Bloemendaal en het totaal aantal soorten iets hoger.



Figuur 8 Verdeling van de biodiversiteit in de deelgebieden over een aantal taxonomische groepen.

De verdeling van de aangetroffen soorten over een aantal taxonomische groepen is weergegeven in Figuur 8 door middel van een taartdiagram voor elk deelgebied. In alle gebieden zijn de Annelida (wormen) en de Crustacea (kreeftachtigen) de belangrijkste twee groepen. De Mollusca (schelpdieren) zijn beter vertegenwoordigd in de zuidelijke deelgebieden (Petten – Zuid en – Referentie, Bloemendaal en Zandvoort).



Figuur 9 Clusterdiagram van alle bemonsterde locatie in de 4 suppletiewerken.

De gegevens van alle geïnventariseerde suppletiewerken zijn samengevoegd en geanalyseerd met Primer (Clarke & Gorley, 2001). Op basis van 4th root getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Een clusterdiagram (Figuur 9) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Met behulp van de Simper-analyse van Primer is bepaald welke soorten het meeste bijdragen aan deze cluster-indeling.

Bij een similariteit van 40% worden 5 clusters onderscheiden.

Cluster 1 omvat een drietal monsters, dat het minst verwantschap heeft met de rest. Deze monsters zijn relatief soortenarm (minder dan 10) en hebben een grover sediment dan de andere monsters. Het organisch stofgehalte is één à twee procent en er is veel minder dan één procent slib. De aanwezigheid van *Microphthalmus similis* – een polychaete worm – is de belangrijkste biologische factor die deze groep onderscheidt (gemiddeld 50 per hap). Ook de aanwezigheid van Nemertea (gemiddeld 2 per hap) is van belang. Daarnaast is *Nephtys cirrosa* hier juist in lage dichtheden aanwezig (gemiddeld 3 per hap).

Cluster 2 heeft 8 leden, het gaat hier vooral om monsters afkomstig van de Bollen van Kijkduin. Het sediment is hier fijner dan in de eerste cluster, maar grover dan elders. Het organisch stofgehalte is één à twee procent en er is veel minder dan één procent slib. Het aantal soorten per hap ligt duidelijk onder de tien. Ten opzicht van de

andere clusters onderscheidt dit cluster zich door de aanwezigheid van het kreeftje *Bathyporeia elegans* (gemiddeld 4 per hap) en een bulldozerkreeftje (*Urothoe brevicornis*) (gemiddeld 2 per hap). De dichtheid *Nephtys cirrosa* is hoger dan in het vorige cluster met gemiddeld 6 per hap, maar lager dan in de andere clusters.

Cluster 3 heeft 27 leden en deze komen vooral uit Zandvoort, Bloemendaal en Petten – Referentie. Dit zijn de meest soortenrijke monsters met 15 tot 20 soorten per hap. Het sediment is fijn zand met overwegend ook hogere waarden voor slibgehalte (1 à 2 %) en organisch koolstof (4 à 5%). Belangrijke soorten die deze cluster onderscheiden zijn *Magelona johnstoni* (gem. 18 per hap) en *Spio martinensis* (gem. 97 per hap). Beide soorten zijn polychaete wormen. De dichtheid van *Nephtys cirrosa* in deze cluster is gemiddeld 14 per hap. Deze cluster onderscheidt zich van de vijfde cluster rechts in het diagram door hogere dichtheden van *M. johnstoni*, *S. martinensis* en de Slangpier (*Capitella capitata*, gem. 9 per hap).

Cluster 4 heeft 5 leden, overwegend behorend tot Petten – Referentie. Voor wat betreft soortenrijkdom en sedimentkarakteristieken is er vooral sprake van veel gelijkenis met het vorige cluster. De gehalten slib en organische koolstof zijn in dit cluster overwegend iets lager. Belangrijke soorten om deze cluster te onderscheiden zijn een bulldozerkreeftje (*Urothoe poseidonis*), het ovaal zeeklitschelpje (*Tellinomya ferruginosa*) en de zeeklit (*Echinocardium cordatum*), met resp. 12, 15 en 6 stuks per hap. Aardig op te merken dat *T. ferruginosa* geassocieerd is met *E. cordatum* en beide hier ook bij elkaar clusteren. In een aantal gevallen zijn beide soorten ook fysiek in één hap aangetroffen. De overal aangetroffen soort *Nephtys cirrosa* heeft in deze cluster een gemiddeld aantal van 10 individuen per hap. Daarnaast zijn de soorten *Owenia fusiformis* (een kokervormende polychaet), de Grijs zwemkrab (*Liocarcinus vernalis*) en zeeanemoontjes (*Actinaria spec.*) die enkel in het deelgebied Petten – Referentie zijn aangetroffen, in beperkte mate onderscheidend voor dit cluster.

Het laatste cluster, nummer 5, heeft de meeste leden (n=37), die voornamelijk uit de diverse deelgebieden van Petten afkomstig zijn. Het sediment is iets grover dan in de derde en vierde clusters, met lagere gehalten van organisch koolstof (2 à 3 %) en slib (ca. 1%). Belangrijke soorten voor deze cluster zijn *Spio martinensis* (gem. 9 per hap) en *Magelona johnstoni* (gem. 3 per hap). Beide soorten zijn polychaete wormen. Onderscheidend ten opzichte van het derde cluster is de Slangpier (*Capitella capitata*) die hier in lagere dichtheden voorkomt (gem. 5 per hap). De Zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in deze cluster het meest abundant. Er worden gemiddeld 15 exemplaren van deze soort per hap aangetroffen.

4 Discussie en conclusies

De uitkomsten van de veldinventarisaties bij de vier voorgenomen suppletiewerken voor de kust van Noord-Holland, laten zien dat er een duidelijke verwantschap bestaat tussen deze gebieden. De Bollen van Kijkduin zijn het meest afwijkend. Hier gaat geen suppletie plaatsvinden, maar wel werd overwogen om hier een geul uit te diepen ten behoeve van de bereikbaarheid van het deelgebied Julianadorp van het Suppletiewerk Petten. Voldoende reden om dit gebied wel in deze studie te betrekken. Uiteindelijk heeft deze doorgraving niet plaatsgevonden. De biologische gemeenschap op deze zandbank blijkt vrij soortenarm te zijn en er zijn geen belangrijke soorten of habitats aangetroffen, die op grond van de Flora & Faunawet bescherming genieten.

Voor de andere onderzochte suppletiewerken is steeds gemonsterd in waterdieptes van 5 tot 10 meter aan de buitenzijde van een eventueel voor het strand aanwezige zand- of brekerbank. Deze omstandigheden zijn dermate overeenkomstig dat één soort in alle genomen monsters is aangetroffen: de Zandzager (*Nephtys cirrosa*). Overigens is deze soort ook in alle monsters afkomstig van de Bollen van Kijkduin aangetroffen. De gevonden verschillen in het benthos voorkomen hangen vooral samen met subtiële veranderingen in sedimentsamenstelling. Zo is er een tendens voor zowel het slibgehalte als het gehalte organisch koolstof om van vrijwel nul in het noorden iets op te lopen in zuidelijke richting. Deze verschillen kunnen, eventueel in combinatie met andere nog niet onderzochte factoren, tot subtiële verschuivingen in de samenstelling van de bentische gemeenschap leiden. De belangrijkste conclusie is dat ondanks waarneembare verschillen alle benthos-monsters tot één *Nephtys cirrosa*-gemeenschap gerekend moeten worden.

Dit sluit aan bij de bevindingen van Van Hoey *et al.* (2004) die bij een studie van het Belgische deel van de Noordzee een wijdverspreide *Nephtys cirrosa*-gemeenschap aantreffen. Deze wordt door hen omschreven als voorkomend in matig fijn zand, een slibgehalte van (gemiddeld) 0,4% en een gemiddelde diepte van 12 meter. De biologie van deze soortenarme gemeenschap karakteriseren zij als gedomineerd door mobiele polychaeten (zoals *N. cirrosa*) en crustaceaën (zoals *Bathyporia spec.*). Ook komen de bevindingen overeen met die van Van Dalfsen (2007) bij studies uitgevoerd vlak onder de kust bij Schiermonnikoog, Ameland en Egmond. Op basis daarvan is de verwachting dat in de ondiepere delen, zoals tussen de brekerbanken en nog dichter onder het strand, nog weer een iets andere fauna te vinden is. De op deze plekken te verwachten fauna hier is armer aan soorten, iets wat onder andere veroorzaakt kan worden door het dynamische en energieke milieu ter plekke als gevolg van brekende golven. De biodiversiteit in de deelgebieden laat zien dat de verschillen tussen de gebieden niet heel groot zijn. De similariteit tussen de clusters is redelijk en de gevonden verschillen komen vooral voort uit verschillen in dichtheid en niet zozeer in soortensamenstelling. De onderzochte gebieden zijn, behalve de Bollen van Kijkduin, gelegen op een specifiek onderdeel van het brekerbankensysteem, namelijk op de zeewaartse helling van de Buitenste Brekerbank. Dit brekerbankensysteem is kenmerkend voor de Hollandse kust en de Waddeneilanden, waarbij geleidelijke verschillen in onder andere hellingshoek, sedimenttype en sedimenttransport en mogelijke zoetwaterinvloed zorgen voor meer regionale verschillen in bodemfauna (Van Dalfsen, 2007).

In het kader van de suppleties en de zorg omtrent mogelijk effecten zijn een drietal soorten als belangrijk aangemerkt. Van deze drie soorten is de Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) in het geheel niet aangetroffen. De soort is in 2007 wel waargenomen voor de kust van Noord-Holland, maar in dieper water verder uit de kust (Perdon & Goudswaard, 2007).

De andere twee soorten de Zandkokerworm (*Janice conchilega*) en mesheften (*Ensis spec.*) zijn wel aangetroffen. Deze soorten zijn echter steeds in lage dichtheden gevonden en er zijn geen aanwijzingen dat belangrijke voorkomens (banken) tijdens de bemonstering gemist zijn. Van *L. conchilega* zijn bovendien vrijwel alle waarnemingen gedaan op de diepere locaties (ca. 7 meter diep of dieper) aan de zeezijde van de

suppletiewerken. Alhoewel deze organismen op deze locatie bij een suppletie niet veilig zullen zijn, mag dit wel gezien worden als een aanwijzing dat deze soort geen sterke voorkeur heeft voor waterdieptes en sedimenten zoals die binnen de suppletiegebieden worden aangetroffen. Perdon & Goudswaard (2007) hebben eveneens *L. conchilega* aangetroffen bij hun werkzaamheden en daarbij opgemerkt dat de huidige verspreiding vooral in dieper water is en daarmee ook verder uit de kust zijn zwaartepunt heeft.

De veronderstelling dat van *L. conchilega* en *Ensis spec.* geen belangrijke voorkomens zijn gemist, is gebaseerd op redenen die verschillen per suppletiegebied. Bij de suppletiewerken Zandvoort en Bloemendaal is een vlakdekkende survey met side scan sonar uitgevoerd, waarbij geen aanwijzingen gevonden zijn voor belangrijke voorkomens van deze soorten. Ook bij de bodemonsters zijn geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van schelpdierbanken aangetroffen. Daarnaast is het op basis van andere beschikbare informatie aannemelijk dat de gebieden homogeen zijn en dat zulke voorkomens ook niet gemist zijn.

Van Lancker *et al.* (2003a en b) hebben aangetoond dat detectie van *L. conchilega* en *Ensis spec.* met behulp van de side scan sonar techniek mogelijk is. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat zij deze techniek niet in ondiep water vlak voor de kust gebruikt hebben. De toepassing van side scan sonar zoals hier toegepast is niet vrij van problemen. Zo is het gebruikelijke slepen van de sonarvis niet mogelijk. Om die reden is een opstelling gemaakt waarbij de sonar aan de zijkant van het schip is vastgemaakt. Dit maakt het onder andere mogelijk om een goede constante afstand ten opzichte van de zeebodem te bewaren, wat een belangrijke voorwaarde voor het verkrijgen van een hoge kwaliteit sonargegevens is. Anderzijds is deze opstelling star en worden rollende bewegingen van het schip onherroepelijk aan de sonarvis doorgegeven. Dergelijke bewegingen van het schip zijn vrijwel onvermijdelijk wanneer kort onder de kust langs het strand, min of meer op de rand van de branding, gevaren wordt.

Bij suppletiewerk Petten Noord is ook een referentiegebied geselecteerd en bemonsterd als onderdeel van de studie. Terwijl de andere locaties allemaal al eens eerder gesuppleerd zijn, is dat (voor zover bekend) in het referentiegebied niet het geval. Op deze wijze is het mogelijk om na uitvoering van de suppleties de situatie in relatie tot een onverstoord gebied te beoordelen. Het gekozen referentiegebied wijkt enigszins af van de andere deelgebieden. Zo zijn in het referentiegebied meer soorten (48 in totaal) aangetroffen in tien happen dan elders. Ook zijn er een viertal soorten alleen in het referentiegebied waargenomen en niet elders. Het gaat om de volgende soorten: *Owenia fusiformis* (een kokervormende polychaet), *Phyllodoce rosea* (polychaete worm), de Grijs zwemkrab (*Liocarcinus vernalis*) en zeeanemoontjes (*Actinaria spec.*). Het zijn vooral de monsters met deze soorten die het vierde cluster vormen. De meeste andere monsters uit het referentiegebied vallen in het derde cluster, samen met monsters uit Bloemendaal, Zandvoort en de drie deelgebieden Petten Noord – Noord / Midden en – Zuid. Dit maakt duidelijk dat hoewel het referentiegebied enerzijds meer diversiteit herbergt, het anderzijds niet zo sterk afwijkt dat het geheel in een eigen cluster wordt ondergebracht. Mogelijk ligt een verklaring voor het verschil hierin dat het referentiegebied niet eerder gesuppleerd is. Daarmee lijkt de keuze van het referentiegebied goed te zijn geweest. De verschillen zijn echter niet erg groot zoals uit de clustering blijkt. Het kan zijn dat de vroegere suppleties toch een 'rand effect' hebben opgeleverd. Het gesuppleerde sediment verspreidt zich lang de kust en kan zo toch ook ongesuppleerde locaties al in enige mate beïnvloeden. Dit punt verdient aandacht in het kader van het optreden van directe en indirecte effecten en voor wat betreft het mogelijke cumuleren van effecten. Uit onderzoek naar de vestiging en kolonisatie van *Owenia fusiformis* in de Middellandse zee komt naar voren dat er een relatie bestaat tussen de verspreiding van de soort en de korrelgrootte van het sediment. De vorming van woonbuizen door larven wordt daarbij negatief beïnvloed door een toenemende korrelgrootte (Pinedo *et al.*, 2000). Als deze relatie ook geldt voor de Noordzeekustzone zouden de suppleties in de andere deelgebieden met sediment met een iets grotere korrelgrootte een verklaring kunnen zijn voor de aanwezigheid van *Owenia fusiformis* in het referentiegebied en de afwezigheid van de soort in de reeds gesuppleerde vakken.

De wijze waarop de veldinventarisatie op de voorgenomen suppletiegebieden is uit gevoerd lijkt voldoende informatie te hebben opgeleverd om een beschrijving te kunnen geven van de aanwezigheid en verspreiding van soorten in de onderzochte gebieden. De suppletiegebieden zijn allen gesitueerd op de buitenste brekerbank. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat de suppletieactiviteiten alleen daar directe effecten hebben kan met de gebruikte methode worden volstaan voor een beschrijving. Echter, wanneer er toch randeffecten optreden, mogelijk als gevolg van de suppleties of door geleidelijke verspreiding van het gesuppleerde materiaal, is de nu gevoerde bemonsteringsstrategie onvoldoende om deze effecten te kunnen meten. Het onderzoeksgebied dient dan te worden uitgebreid. Het zou aan te bevelen zijn om minstens op één locatie het onderzoeksgebied uit te breiden teneinde randeffecten te kunnen vaststellen. Inzet van bv de MEDUSA methodiek kan dan mogelijk uitsluitend geven over verspreiding van het gesuppleerde materiaal in de tijd. Eventueel kunnen bodemon monsters dan gericht worden genomen om de gevolgen voor de bodemfaunagemeenschap vast te stellen.

Met dank aan:

Voor het uitvoeren van de veldinventarisaties en de analysewerkzaamheden is dank verschuldigd aan onder andere de volgende personen: Wilma Lewis, Liesbeth van der Vlies, Hans Verdaat, Ronny van Overmeeren, Kees Kersting, Jannes Heusinkveld, Pepijn de Vries en Kees Doesburg, de schipper van de "WR76 Herman Simon".

5 Referenties

Clarke K. R. & R. N. Gorley (2001): Primer V5: User Manual/Tutorial. Plymouth UK, PRIMERE.

Degraer S., A. Volckaert & M. Vincx (2003): Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macro-tidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56:459-468.

Holthaus K.I.E., N.H.B.M. Kaag & J.A. van Dalfsen (2005): Aanvullende macrofauna analyse kustverdedigingsproject Oostende (T0 situatie, fase2); zacht substraat. TNO-rapport B&O-DH - R 2005/178 versie 2.

Janssen G.M. & S. Mulder (2004): De ecologie van de zandige kust van Nederland. RWS RIKZ Rapport RIKZ/2004.033.

Janssen G.M. & S. Mulder (2005): Zonation of macrofauna across sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia* 47:265-282.

Kaag N.H.B.M. (2004): Beschrijving macrofauna Buitenhaven IJmuiden (nulmeting). TNO-Rapport R2004/471.

Kaag N.H.B.M., A. Weber, W.E. Lewis & J.A. van Dalfsen (2005): Ecologische monitoring kustverdedigingsproject Oostende (T0-situatie, fase 2): zacht substraat. TNO-rapport R2004/563.

Kleef H.L. (2004): Ecologie van de zandige kust. Het macrobenthos in de brandingszone bij Egmond en Castricum in relatie tot de diepte. Werkdocument RIKZ/OS/2004.603w.

Lindeboom H., J. Geurts van Kessel & L. Berkenbosch (2005): Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008, Alterra Rapport nr. 1109, 104p.

Perdon K.G. & P.C. Goudswaard (2007): Mesheften (*Ensis directus*), halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en kokkels (*Cerastoderma edule*) in de Nederlandse kustwateren in 2007. IMARES rapport C087/07.

Pinedo S., R. Sarda, C. Rey & M. Bhaud (2000): Effect of sediment particle size on recruitment of *Owenia fusiformis* in the Bay of Blanes (NW Mediterranean Sea) : an experimental approach to explain field distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 203:205-213.

De Vries S. & R.L. Koomans (2007): Bodem in de brandingszone. Bodemsamenstelling in relatie tot zandsuppleties. Medusa Explorations BV, Groningen. Medusa project 2005 P-139.

Speybroeck J., S. Degraer & M. Vincx (2003): Ecologische monitoring kustverdedigingsproject Oostende (fase 1). Dossiernummer 202.290. Universiteit Gent.

Speybroeck J., S. Degraer & M. Vincx (2004): Studies over de impact van zandsuppleties op het ecosysteem. Eindrapport. Dossiernummer 202.165. Universiteit Gent.

Van Dalfts J.A (2006): Inventarisatie brandingszone zandige kust. TNO-Rapport B&O-DH-R2005/251.

Van Dalfts, J.A. (2007): Inventarisatie brandingszone. IMARES Rapport C138/07

Van Dalfts J.A. & K. Essink (1997): Risk analysis of coastal nourishment techniques in the Netherlands (RIACON). National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ, Report RIKZ-97.022.

Van Dalfts J.A. & W.E. Lewis (2001): Lange-termijn effecten op de bodemfauna van een tijdelijke zandwin/overslagput in de kustzone ter hoogte van Heemskerk. TNO-Rapport R2001/494.

Van Hoey G., S. Degraer & M. Vincx, (2004): Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. Estuarine, Coastal and Shelf Science 59:599-613.

Van Lancker V.R.M., G. Moerkerke, K. Vanstaen, S. Degraer & G. Van Hoey (2003a): Development of a multidisciplinary side-scan sonar-based environmental assessment tool applicable for shallow marine waters. Proceedings of the International Conference on Coastal Sediments 2003. CD-ROM Published by World Scientific Publishing Corp. and East Meets West Productions, Corpus Christi, Texas, USA. ISBN 981-238-422-7, pp. 1-10.

Van Lancker V., S. Deleu, G. Moerkerke, K. Vanstaen, E. Verfaillie, S. Degraer & G. Van Hoey (2003b): The use of sonar techniques for a standardised resource evaluation and its ecological value, European marine sand and gravel - shaping the future, EMSAGG Conference, Delft (NL), pp. 1-3.

Van Overmeeren R. (2007): SideScanSonar opnamen Zandvoort en Bloemendaal, intern memo, TNO Bouw en Ondergrond, DLT, Utrecht

6 Verantwoording

Rapport C014/08

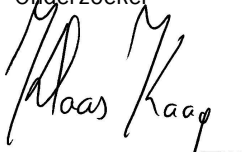
Projectnummer: 199.72013.01

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

Akkoord: Dr. N.H.B.M. Kaag

Onderzoeker

Handtekening:

Handwritten signature of Dr. N.H.B.M. Kaag in black ink.

Datum: 18 augustus 2008

Akkoord: Drs. F.C. Groenendijk
Afdelingshoofd Ecologie

Handtekening:

Handwritten signature of Drs. F.C. Groenendijk in blue ink.

Datum: 21 augustus 2008

7 Kwaliteitsborging

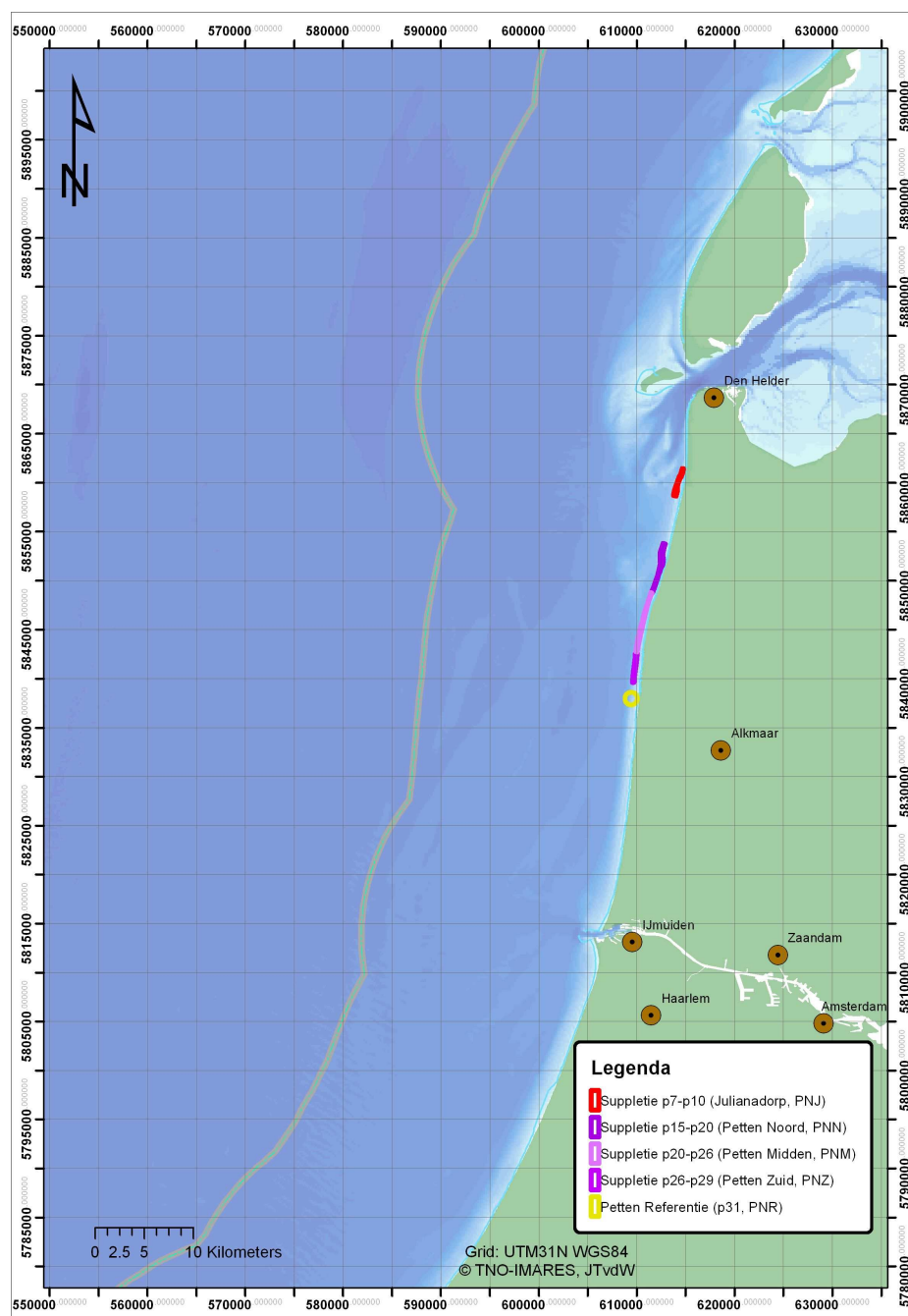
IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagement systeem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2007. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controle bezoek vond plaats op 22 mei 2007. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2000 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2009 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997, deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het laatste controlebezoek heeft plaatsgevonden op 12 juni 2007.

Appendix A Suppletiewerk Petten



Inleiding

De uitgevoerde inventarisatie voor Suppletiewerk Petten omvat 5 deelgebieden. De middelste drie hiervan vormen een aaneengesloten suppletiegebied van strandpaal 15 tot 29 ter hoogte van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. Ten noorden hiervan ligt het deelgebied bij Julianadorp, gelegen tussen strandpaal 7 en 10. Het meest zuidelijk gelegen is de referentielocatie voor Petten, ter hoogte van strandpaal 31. De ligging van deze deelgebieden ten opzichte van de kust van Noord-Holland is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10 Overzichtkaart suppletiewerk Petten.

Uitvoering veldinventarisatie

De veldinventarisatie voor suppletiewerk Petten is uitgevoerd op 22 oktober 2007. Er is gevaren met het schip "WR76 Herman Simon" in rustig en in eerste instantie mistig weer. Tijdens de dag brak zon door. De wind was omstreeks 2 Bf uit het oosten. Er was sprake van een golfhoogte van circa een halve meter.

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een van Veen-happer (0,1 m²). Er zijn bij Petten geen side scan sonar opnamen gemaakt. Van de genomen monsters is tijdens het zeefproces een foto genomen, een overzicht van deze beelden is toegevoegd in bijlage 1.

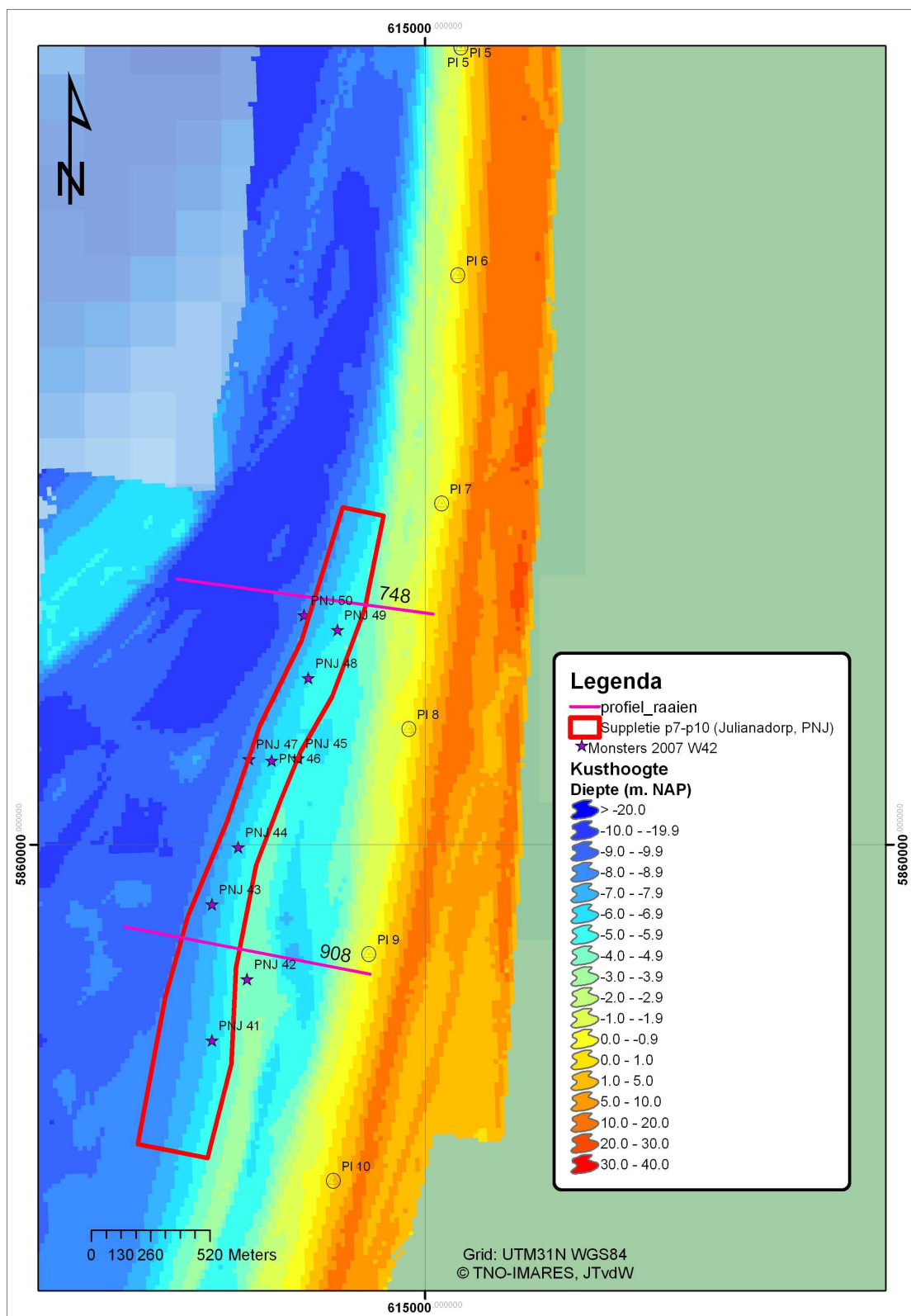
In Tabel 6 zijn de codes van de genomen happen vastgelegd en zijn tevens de coördinaten en de bijbehorende diepte gedocumenteerd.

Tabel 6 Locatie en diepte van de genomen monsters voor suppletiewerk Petten. Coördinaten zijn weergegeven in DDMMmmmm, WGS84.

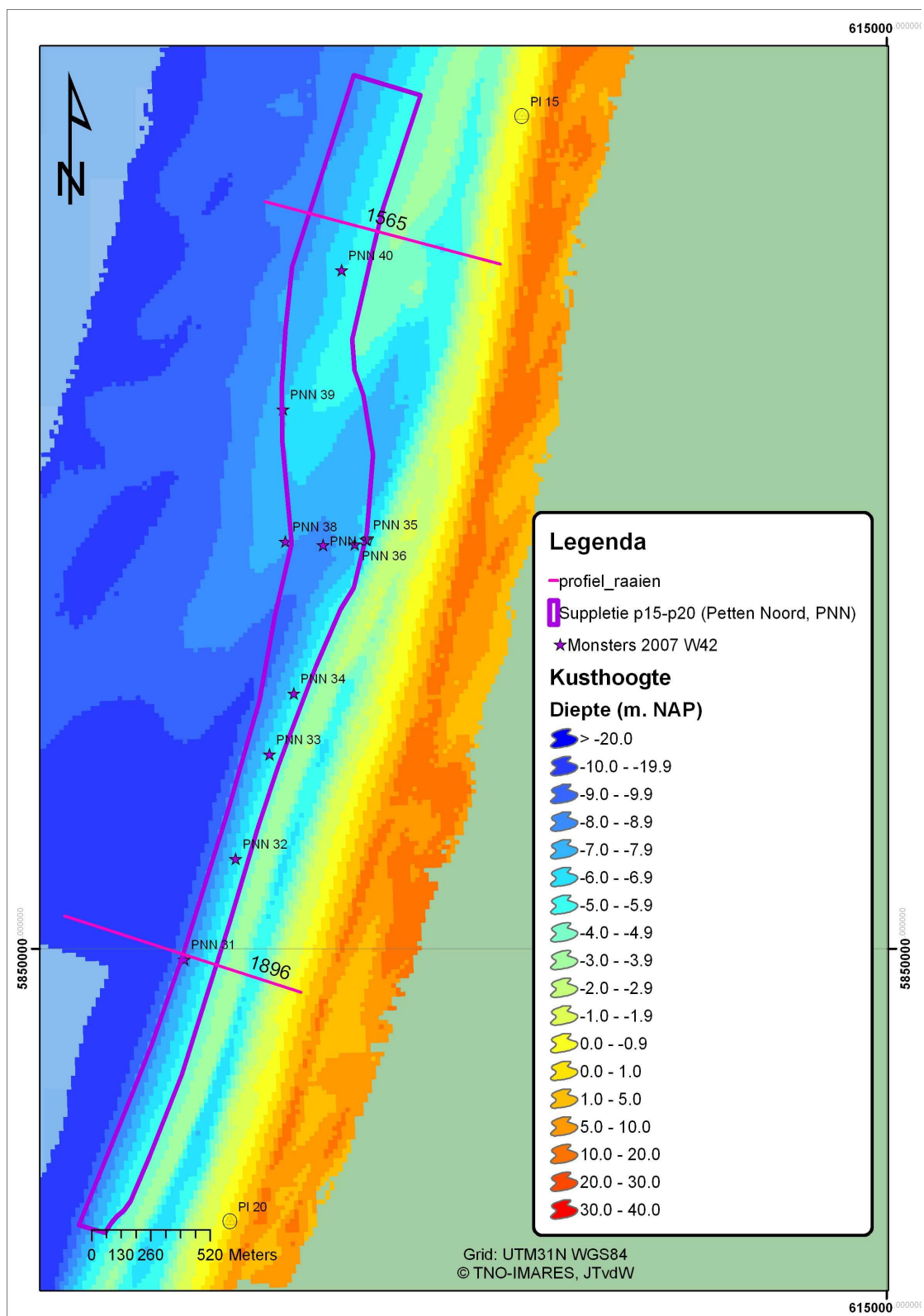
Locatiecode	Northing	Easting	Waterdiepte (in m.)
PNJ-41	N5252192	E0441677	7,2
PNJ-42	N5252335	E0441821	5,8
PNJ-43	N5252514	E0441690	8,0
PNJ-44	N5252648	E0441798	7,2
PNJ-45	N5252855	E0442042	6,0
PNJ-46	N5252851	E0441937	7,0
PNJ-47	N5252856	E0441849	8,6
PNJ-48	N5253045	E0442088	7,0
PNJ-49	N5253157	E0442207	5,8
PNJ-50	N5253194	E0442077	8,8
PNM-21	N5243593	E0437746	7,8
PNM-22	N5244264	E0438024	7,0
PNM-23	N5244633	E0438149	7,8
PNM-24	N5244914	E0438332	6,4
PNM-25	N5244918	E0438774	8,0
PNM-26	N5244916	E0438233	8,9
PNM-27	N5244934	E0438192	10,2
PNM-28	N5245364	E0438475	8,0
PNM-29	N5245710	E0438634	8,2
PNM-30	N5246135	E0438853	9,0
PNN-31	N5247266	E0439576	9,0
PNN-32	N5247502	E0439786	7,0
PNN-33	N5247747	E0439927	6,6
PNN-34	N5247980	E0440028	8,2
PNN-35	N5248250	E0440324	6,4
PNN-36	N5248240	E0440280	7,8
PNN-37	N5248240	E0440156	8,5

Locatiecode	Northing	Easting	Waterdiepte (in m.)
PNN-38	N5248250	E0440009	8,0
PNN-39	N5248563	E0440012	7,4
PNN-40	N5248890	E0440253	6,8
PNR-01	N524055	E043714	6,2
PNR-02	N524056	E043695	9,0
PNR-03	N524071	E043712	7,0
PNR-04	N5240820	E0437240	6,0
PNR-05	N5240810	E0437140	7,0
PNR-06	N5240820	E0437036	7,6
PNR-07	N5240824	E0436946	9,8
PNR-08	N5240964	E0437134	7,6
PNR-09	N5241125	E0437274	6,0
PNR-10	N5241130	E0437070	9,0
PNZ-11	N5241950	E0437393	6,4
PNZ-12	N5242000	E0437268	9,4
PNZ-13	N5242266	E0437412	7,6
PNZ-14	N5242463	E0437540	5,8
PNZ-15	N5242460	E0437476	7,0
PNZ-16	N5242454	E0437420	8,4
PNZ-17	N5242473	E0437348	9,6
PNZ-18	N5242668	E0437404	10,0
PNZ-19	N5242837	E0437576	7,0
PNZ-20	N5242936	E0437485	10,0

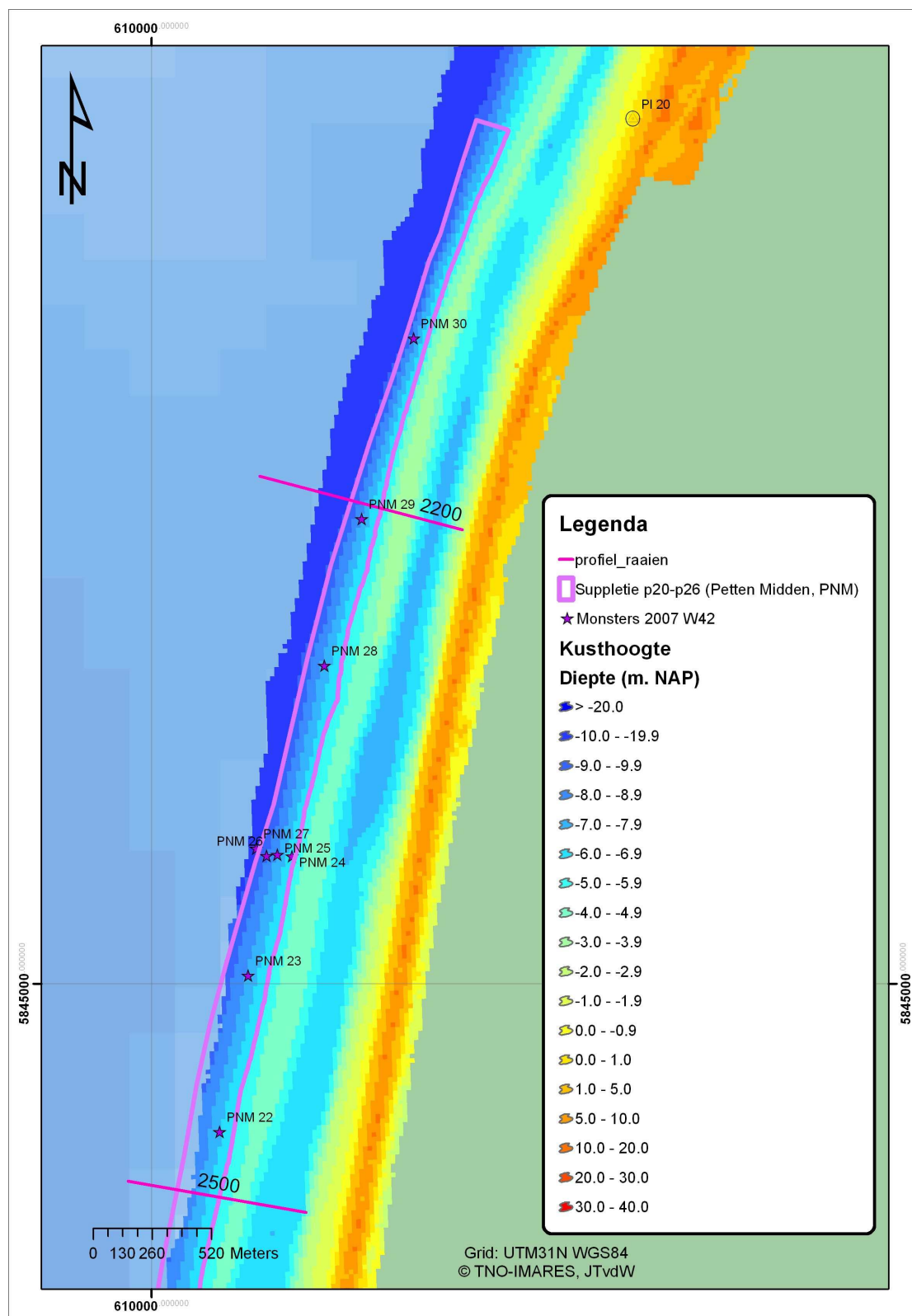
Een overzicht van de bemonsterde locaties per deelgebied (van noord naar zuid) is te vinden in Figuur 11 tot en met Figuur 15. De gebruikte waterdieptegegevens zijn afkomstige van Rijkswaterstaat (2006).



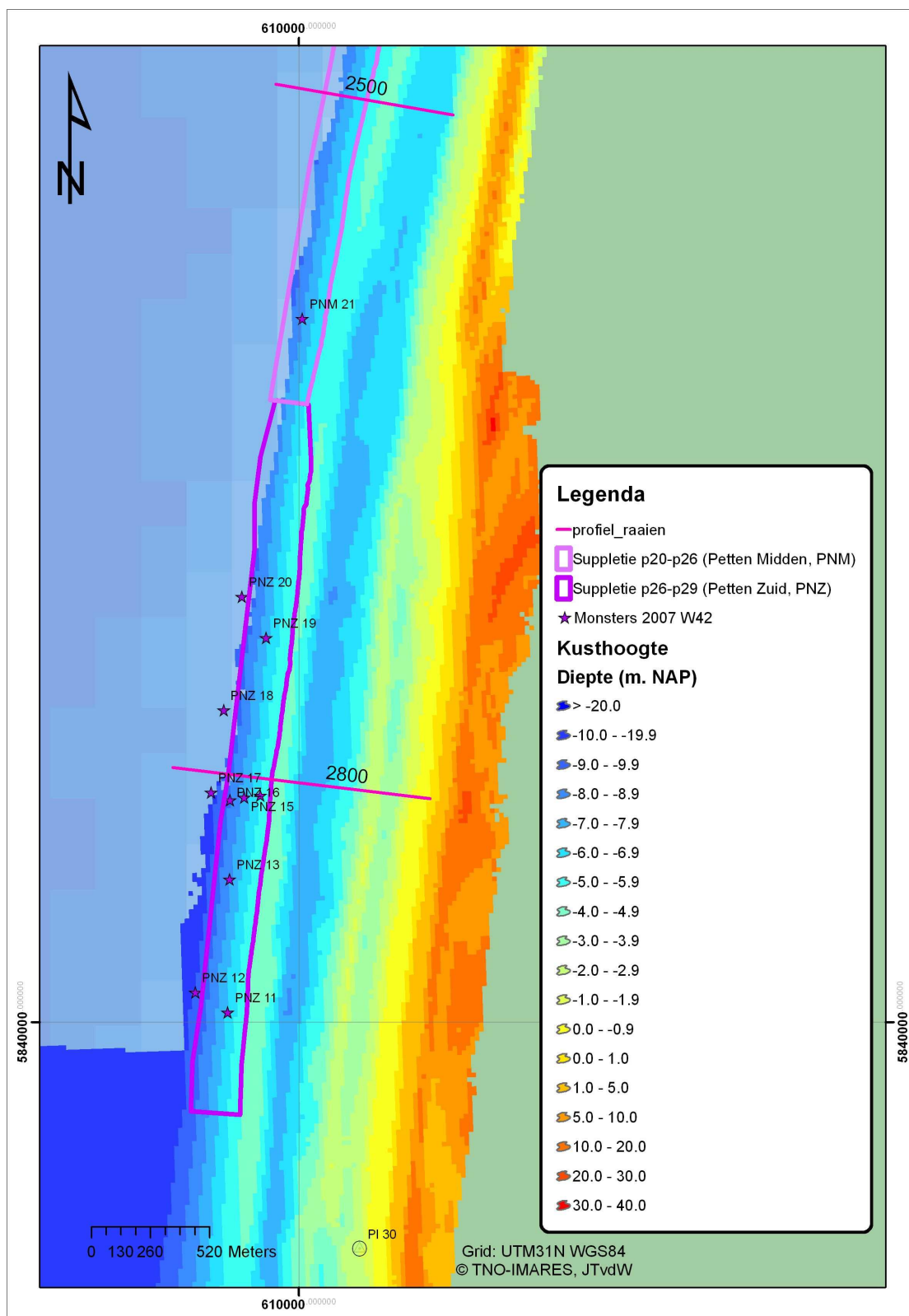
Figuur 11 Monsterlocaties Julianadorp.



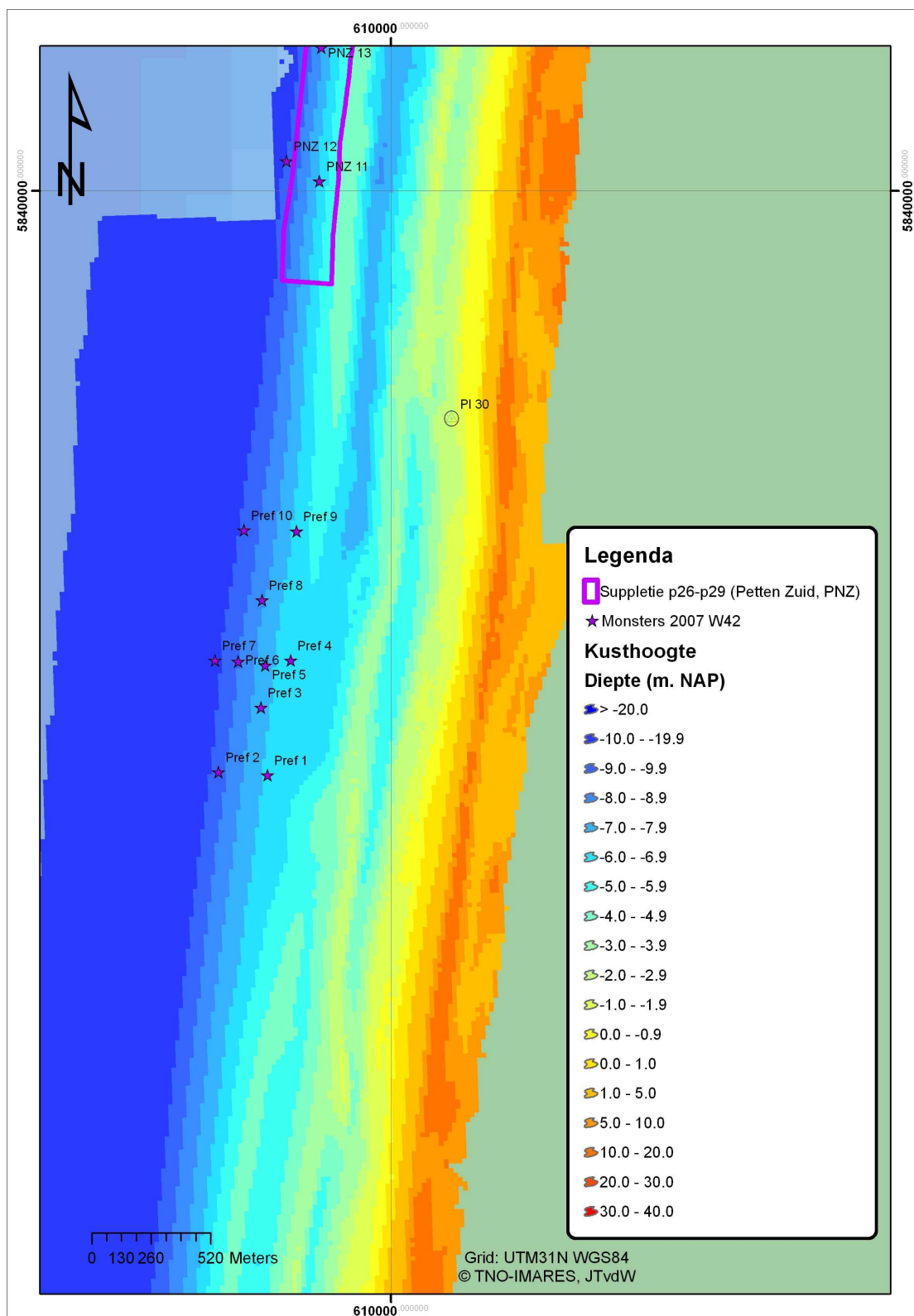
Figuur 12 Monsterlocaties Petten Noord.



Figuur 13 Monsterlocaties Petten Midden.



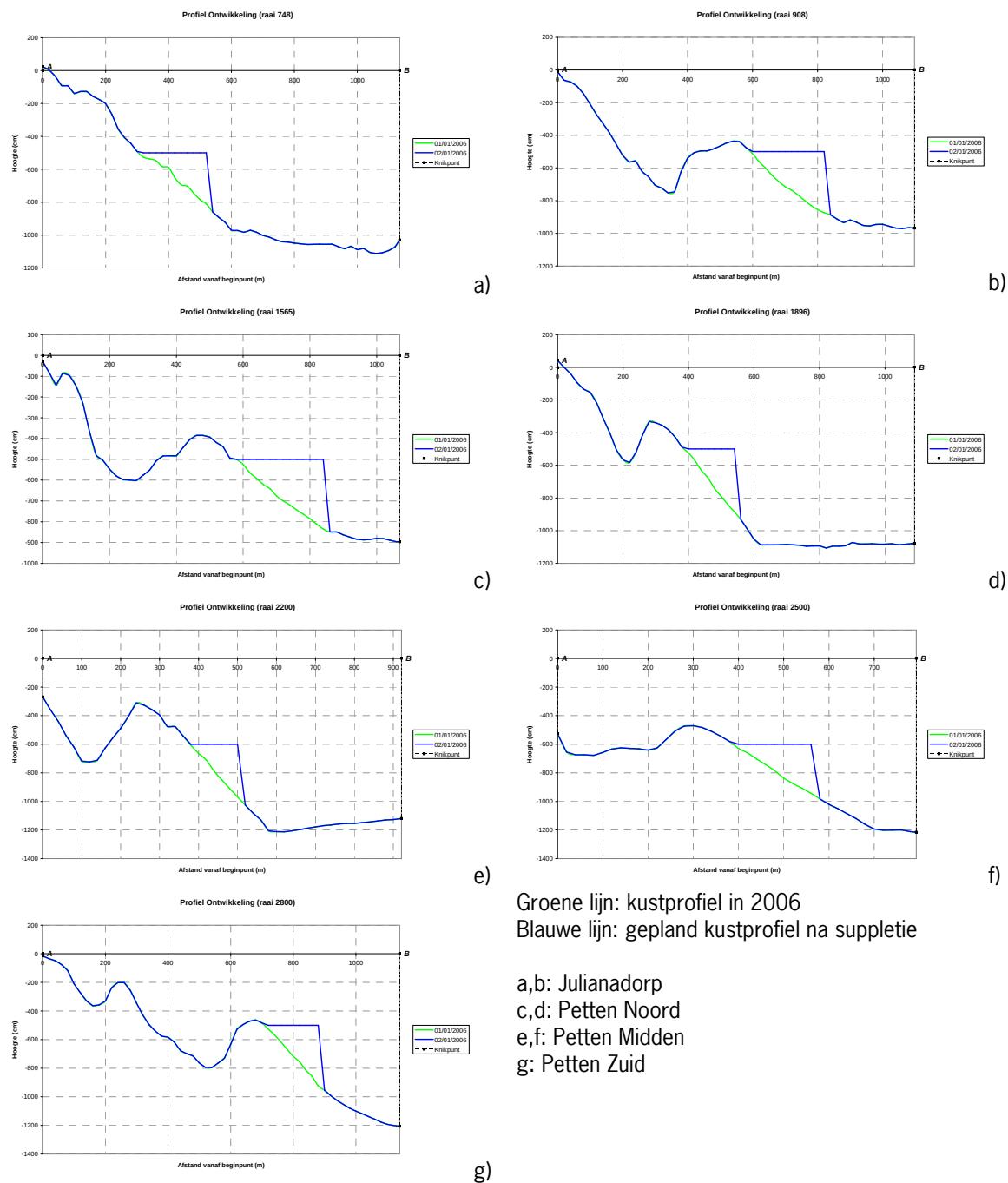
Figuur 14 Monsterlocaties Petten Zuid.



Figuur 15 Monsterlocaties Petten Referentie.

Kustprofielen

Figuur 16 geeft dwarsdoorsneden van het kustprofiel zoals deze in 2006 door RWS zijn vastgesteld en tevens een beeld van de beoogde vorm van het kustprofiel na uitvoering van de suppletie. De getallen in de titel boven de deelgrafieken refereren naar de positie ten opzichte van de strandpalen en is tevens weergegeven in de voorgaande kaarten (Figuur 11 tot en met Figuur 15). Deze profielen zijn behulpzaam bij het interpreteren van de kaartbeelden en bij de verdere analyse om b.v. de ligging van de genomen monsters ten opzicht van de kust te karakteriseren.



Figuur 16 Kustprofielen voor suppletiewerk Petten (gebaseerd op gegevens aangeleverd door RWS).

Bodemsamenstelling

De resultaten van de sedimentanalyses zijn verzameld in Tabel 7. Merk op dat niet voor alle locaties een sedimentanalyse is uitgevoerd. De gebruikte methodologie is beschreven in paragraaf 2.2.

Tabel 7 Sedimentkarakteristieken Petten. Slibgehalte (< 63 µm), 10-, 50-, 60- en 90- percentielen van de korrelgrootteverdeling, verhouding tussen 60- en 10-percentiel en L.O.I. (Loss On Ignition, dit komt overeen met totaal organisch koolstofgehalte TOC).

Locatiecode	< 63 (%)	d (0.1) (µm)	d (0.5) (µm)	d (0.6) (µm)	d (0.9) (µm)	d(0.6)/d(0.1)	L.O.I. (%)
PNR 04	0,54	138,95	197,35	212,68	290,87	1,53	3,586
PNR 05	0,73	129,07	181,51	195,03	266,30	1,51	4,340
PNR 06	0,65	129,19	188,46	204,92	302,25	1,59	4,533
PNR 07	0,67	127,58	191,43	209,40	303,37	1,64	5,169
PBR 08	2,11	126,96	183,66	198,15	275,09	1,56	4,264
PNR 09	0,63	134,87	191,19	206,02	284,44	1,53	3,797
PNZ 11	0,44	142,00	203,85	220,98	329,85	1,56	3,008
PNZ 14	0,40	144,64	209,25	225,91	310,30	1,56	2,753
PNZ 15	0,40	142,29	203,98	220,66	316,59	1,55	2,887
PNZ 16	2,15	134,82	197,17	213,00	293,57	1,58	3,626
PNZ 17	0,56	137,15	205,42	225,02	365,54	1,64	3,530
PNZ 19	0,50	139,87	201,42	218,06	315,51	1,56	3,349
PNM 21	0,65	147,78	214,05	230,67	310,92	1,56	2,782
PNM 24	0,33	153,15	222,69	241,96	380,17	1,58	2,749
PNM 25	0,31	145,43	203,62	218,41	291,11	1,50	2,588
PNM 26	0,44	143,18	205,24	220,91	298,38	1,54	2,602
PNM 27	3,71	134,47	200,43	217,70	346,03	1,62	3,651
PNM 29	0,30	149,65	209,16	224,02	296,00	1,50	2,423
PNM 30	0,18	155,75	236,13	259,87	649,47	1,67	3,183
PNN 31	0,22	154,58	221,18	238,92	346,27	1,55	2,404
PNN 35	0,00	171,98	240,83	258,56	342,92	1,50	2,051
PNN 36	0,00	179,57	258,60	279,75	395,47	1,56	1,999
PNN 37	0,00	360,23	799,20	856,29	1070,97	2,38	1,344
PNN 38	0,00	410,71	628,94	675,99	891,86	1,65	1,607
PNN 39	0,10	179,95	286,39	316,20	462,50	1,76	1,394
PNN 40	0,30	146,78	210,43	226,48	307,39	1,54	2,237
PNJ 43	0,00	152,21	214,04	230,37	316,47	1,51	2,018
PNJ 45	0,00	159,19	219,16	234,39	307,71	1,47	2,047
PNJ 46	0,00	154,32	211,88	226,42	296,00	1,47	2,200
PNJ 47	0,00	284,46	502,16	550,49	804,89	1,94	1,881
PNJ 48	0,00	173,51	245,75	266,22	414,04	1,53	2,084
PNJ 49	0,00	197,07	285,16	310,15	482,69	1,57	1,579

Van noord naar zuid nemen zowel het slibgehalte als het organisch stofgehalte iets toe. Het zand wordt in deze richting wat fijner, zoals aan de mediane korrelgrootte is te zien. Het meest grove materiaal is aangetroffen in deelgebied Petten – Noord.

Macrofauna / Diversiteit bodemleven

Op basis van taxonomische analyse zijn Tabel 8 tot en met Tabel 12 samengesteld.

De betekenis van de soortcode (volledige naam en taxonomische indeling) is opgenomen in Appendix E.

Petten – Julianadorp

In het deelgebied Petten – Julianadorp zijn 28 soorten aangetroffen (Tabel 8), waarvan 12 soorten worm en 13 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Ook enkele meer mobiele soorten zijn aangetroffen. Deze moeten niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*), de mysidie kreeftjes *Gastrosaccus spinifer* en *Schistomysis kervillei* en de spiering (*Ammodytes spec.*). Er zijn geen zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) aangetroffen, evenmin als exemplaren van halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) of mesheften (*Ensis spec.*).

Tabel 8 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Petten - Julianadorp.

Soortcode	PNJ-41	PNJ-42	PNJ-43	PNJ-44	PNJ-45	PNJ-46	PNJ-47	PNJ-48	PNJ-49	PNJ-50
CAPICAPI							1			
MAGEJOHN	8	4	1		1	2		1		1
MAGEMIRA	2	1								
MICRSIMI							83			
NEPHASSI	1									
NEPHCIRR	25	18	12	17	8	16	3	12	7	8
NEPHHOMB	3	1								
NEPHLONG						1				
NEPHSP*J	1			1	2			1		
SCOLSP*J									2	1
SPIOMART	11	3	2	1	1	1				
SPIPBOMB	1	3	1							
ATYLFALC	1									
ATYLSWAM				1			1			
BATHELEG			4		1	1		3	5	6
HAUSAREN									2	
PHTIMARI		1								
PONTALTA	3	2	2		1	2			1	
UROTREV			1						11	1
COPEPODA							1			
CRANCRAN					1					
DIOGPUGI	4		1					1		1
PORTLATI			1	1		1				
GASTSPIN			2				3		3	3
SCHIKERV	1	3	8	4		3		2	1	1
TELLTENU		1								
NEMERTSP					1		1		1	1

Soortcode	PNJ-41	PNJ-42	PNJ-43	PNJ-44	PNJ-45	PNJ-46	PNJ-47	PNJ-48	PNJ-49	PNJ-50
SAGITTSP						1				
AMMOSPEC					1					

Petten – Noord

In het deelgebied Petten – Noord zijn 31 soorten aangetroffen (Tabel 9), waarvan 16 soorten worm en 11 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Ook enkele meer mobiele soorten zijn aangetroffen. Deze moeten niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*) en de mysidae kreeftjes *Gastrosaccus spinifer* en *Schistomysis kervillei*. Er zijn geen zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) aangetroffen, evenmin als exemplaren van halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) of mesheften (*Ensis spec.*).

Tabel 9 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Petten - Noord.

Soortcode	PNN-31	PNN-32	PNN-33	PNN-34	PNN-35	PNN-36	PNN-37	PNN-38	PNN-39	PNN-40
CAPICAPI	13			9	1	155	3			
ETEOLONG			1	3						
MAGEJOHN	6	1	8	9						15
MAGEMIRA			1		1					2
MICRSIMI							60			
NEPHASSI		3	4			1			1	1
NEPHCIRR	7	12	15	6	9	7	2		13	22
NEPHHOMB	1			2						
NEPHSP*J	2			2		4				
PARAFULG							1			
PHYLMUCO				2						
SCOLSP*J										1
SCOLSQUA										1
SPIOMART	9	11	32	392	12	16			2	20
ATYLFALC		1							1	
ATYLSWAM						2			2	2
BATHELEG	1				7	6	1			
PHTIMARI				1						1
PONTALTA		3		1	2					1
DIASBRAD	1			1						
CRANCRAN			4			1				1
DIOGPUGI						1			1	
PORTLATI					1					
GASTSPIN	1	1				2	1		2	
SCHIKERV	4	4	3	8	2	8			10	10
MACOBALT							1			
NEMATOSP							2			
NEMERTSP	1	1	1	2	5	4	2			

Petten – Midden

In het deelgebied Petten – Midden zijn 32 soorten aangetroffen (Tabel 10), waarvan 15 soorten worm en 12 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Ook enkele meer mobiele soorten zijn aangetroffen. Deze moeten niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*) en de mysidie kreeftjes *Gastrosaccus spinifer* en *Schistomysis kervillei*. Er zijn is geen halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) aangetroffen. Eén enkel zandkokerworm (*Lanice conchilega*) is aangetroffen in 1 monster (PNM-27). Mesheften (*Ensis spec.*) zijn in lage dichtheden aangetroffen in 4 van de 10 monsters.

Tabel 10 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Petten - Midden.

Soortcode	PNM-21	PNM-22	PNM-23	PNM-24	PNM-25	PNM-26	PNM-27	PNM-28	PNM-29	PNM-30
CAPICAPI			1		1	5	1			
LANICONC							1			
MAGEJOHN		4	4	5		25	29		2	1
MAGEMIRA	1			2		2	4			
MALMMARP							3			
NEPHASSI	1		1	1		2	4	2		
NEPHCIRR	16	13	8	16	5	17	2	11	29	6
NEPHHOMB					1		13		2	
NEPHSP*J		1	1	1	4	2	3		4	
NERELONG		1								
PHYLMUCO						1	3			
SCOLSQUA				1		1				
SIGAMATH							1			
SPIOMART	7	16	41	7	41	6	1521	22	13	9
SPIPBOMB		3	1			3	5			
ATYLFALC						1				
BATHELEG		1								
LEUCINCI							1			
PHTIMARI		1					1			
PONTALTA		1	2			2	3	3		1
UROTPOSE		5	3		1					1
COPEPODA										1
DIASBRAD		1		1						
CRANCRAN			3	1		1	4			2
PORTLATI		2	1							
GASTSPIN		1								
SCHIKERV	7	1	4	4		9	5	6	5	1
ECHICORD	2									
ENSISPEC		1		1	2	1				
TMYAFERR	1									
NEMERTSP		1		1		2	1	1	1	1
SAGITTSP		1								

Petten – Zuid

In het deelgebied Petten – Zuid zijn 39 soorten aangetroffen (Tabel 11), waarvan 16 soorten worm en 15 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Ook enkele meer mobiele soorten zijn aangetroffen. Deze moeten niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*) en de mysidie kreeftjes *Gastrosaccus spinifer* en *Schistomysis kervillei*. Er is geen halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) aangetroffen. Zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) zijn in twee monsters aangetroffen, waarvan één keer in redelijke aantallen. Mesheften (*Ensis spec.*) zijn in lage dichtheden aangetroffen in 3 van de 10 monsters.

Tabel 11 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Petten - Zuid.

Soortcode	PNZ-11	PNZ-12	PNZ-13	PNZ-14	PNZ-15	PNZ-16	PNZ-17	PNZ-18	PNZ-19	PNZ-20
CAPICAPI							107	5	1	34
EUMISP*J							2			
GLYCALBA										1
HARMSP*J							2	1		1
LANICONC							20	3		
MAGEJOHN	1		1	1	1	8	33	14		17
MAGEMIRA							7	1		3
MALMMARP							5	3		
NEPHASSI	1	3	1	1		2	4	1		
NEPHCAEC	1									
NEPHCIRR	25	26	12	12	12	16	6	13	11	6
NEPHHOMB	1		1	1			10	1	1	12
NEPHLONG										
NEPHSP*J	1						2			3
PHYLMUCO							2			
SPIOMART	1	25	3		3	9	113	15	4	242
SPIPBOMB	1						11	4	4	11
ATYLFALC		1					2			
ATYLSWAM					1	1	5			
BATHELEG	1	2		1	1					
PHTIMARI							1			1
PONTALTA	2	1	1	2			1			2
SYNCHAPL							1			
UROTOPOSE					2	6	12	4		3
DIASBRAD		1					1			
PSEULONG		1								
CRANCRAN										1
DIOGPUGI	2	2		1	1		3	1	2	
LIOCHOLS							2			
PORTLATI	2									
GASTSPIN	2	2	2		1		1			1
SCHIKERV	1		1	1	1	2	6	4		4

Soortcode	PNZ-11	PNZ-12	PNZ-13	PNZ-14	PNZ-15	PNZ-16	PNZ-17	PNZ-18	PNZ-19	PNZ-20
ECHICORD			2		1	1			1	
OPHITEXT										
ABRAALBA							2	1		
ENSISPEC						3	2			2
MACOBALT							1			
TELLFABU						1	1	1		
TELLTENU		1				1	1		1	1
TMYAFERR			3		1					
NEMERTSP	1		1			1	2	2		2

Petten – Referentie

In het deelgebied Petten – Referentie zijn 49 soorten aangetroffen (Tabel 12), waarvan 21 soorten worm en 17 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Ook enkele meer mobiele soorten zijn aangetroffen. Deze moeten niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*), de mysidae kreeftjes *Gastrosaccus spinifer* en *Schistomysis kervillei*. Er zijn geen exemplaren van halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) aangetroffen. Mesheften (*Ensis spec.*) zijn in vrij lage dichtheden aangetroffen in 4 van de 10 monsters. Zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) zijn aangetroffen in 4 monsters, overwegend in lage dichtheden. Daarnaast is een andere kokerworm *Owenia fusiformis* aangetroffen in dit deelgebied (3 exemplaren in 3 monsters), in lage dichtheden.

Tabel 12 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Petten - Referentie.

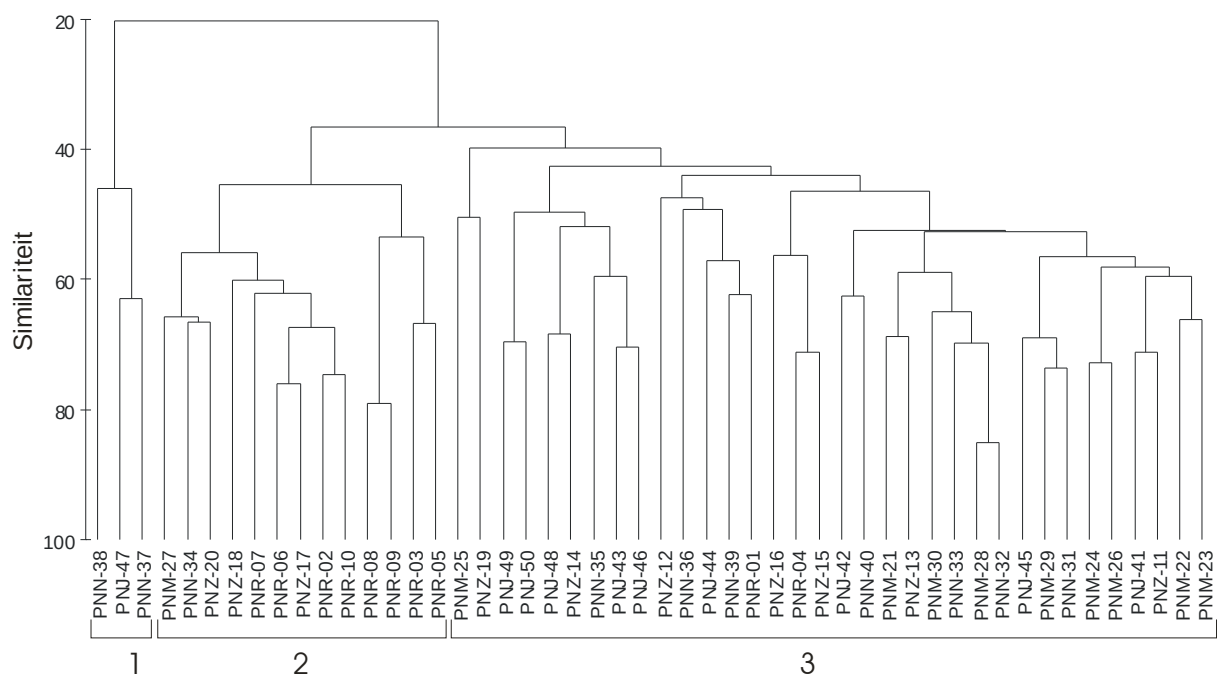
Soortcode	PNR-01	PNR-02	PNR-03	PNR-04	PNR-05	PNR-06	PNR-07	PNR-08	PNR-09	PNR-10
CAPICAPI		15	1		1	25	8	1		13
EUMISP*J	1					2				
HARMSP*J				1		5		2	1	
LANICONC		9			7	16	2			
MAGEJOHN		31	4	1	10	38	35	13	5	46
MAGEMIRA		6	1			2	2	3	1	10
MALMLUNU		5								
MALMMARP					7	16		1	1	1
NEPHASSI	1	1			2			2	1	4
NEPHCAEC					1					
NEPHCIIRR	26	14	14	21	19	11	9	2	8	7
NEPHHOMB		2				5		1	1	2
NEPHSP*J	1	3				2	1	1	1	2
OWENFUSI					1	1		1		
PHYLMACU							1			
PHYLMUCO		1				4				
PHYLROSE							1	1		
SCOLSQUA						1	1			
SIGAMATH		3	5		1	4	5	3		2
SPIOMART	1	25		2	2	37	26	16	1	62

Soortcode	PNR-01	PNR-02	PNR-03	PNR-04	PNR-05	PNR-06	PNR-07	PNR-08	PNR-09	PNR-10
SPIPBOMB		11		1		13	42	2	1	17
ATYLFALC		1				1	3			2
ATYLSWAM				1					1	4
BATHELEG				3	2	1				1
LEUCINCI								1		
MICPMACU		1								1
PHTIMARI						1				
PONTALTA		3				5	10	2	2	3
SYNCHAPL							2			
UROTPOSE		3	12	3	13	3		5	19	
DIASBRAD		1					1			1
CRANCRAN						1			1	
DIOGPUGI	2	4	8		3	2	5	2	1	7
LIOCHOLS		2				1				
LIOCOVERN								1	1	
PAGUSCUL		1								
GASTSPIN		3			1		4	1		
SCHIKERV		1		1		1	1			
ECHICORD	1	1	3		6	1		6	12	2
OPHITEXT						1				
ABRAALBA						1				
DONAVITT			1		2		6	1	1	
ENSISPEC		4				1		3	1	
MACOBALT						1				
MYSEBIDE						1				
TELLFABU		3					1	1		1
TMYAFERR			5		2			24	37	1
NEMERTSP		1				2	8	1	1	2
ACTINASP								10	51	

Macrofaunagemeenschap

Om inzicht te krijgen in de bodemfaunagemeenschap in het gehele suppletiegebied Petten zijn de dichtheidsgegevens geanalyseerd op de mate van overeenkomst tussen de locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van Primer (Clarke & Gorley, 2001). Op basis van 4th root getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en is vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Voorafgaand aan deze analyse zijn de mobiele soorten verwijderd en juvenielen zijn meegeteld bij de meest relevante groep (soort of genus). Een clusterdiagram (Figuur 17) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Monsters die veel op elkaar lijken voor wat betreft de soortensamenstelling, staan dicht bij elkaar.

Op een niveau van 40% similariteit zijn er 3 clusters te onderscheiden. Cluster 2 omvat vrijwel alle bemonsterde locaties uit het referentiegebied voor Petten. Dit onderscheid wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid in dit deelgebied van een aantal soorten die niet in de andere deelgebieden zijn waargenomen. De andere clusters zijn meer gemengd in geografisch opzicht. Binnen cluster 3 kunnen nog meerdere deelclusters worden onderscheiden, die echter ook geen duidelijke geografische verdeling laten zien. De verschillen worden vooral veroorzaakt door variatie in dichtheid van enkele soorten.



Figuur 17 Clusterdiagram suppletiewerk Petten

Conclusies suppletiewerk Petten

Vastgesteld kan worden dat in het bemonsterde gedeelte van suppletiewerk Petten het sediment vrij uniform van samenstelling is over de diverse deelgebieden. Er zijn geen belangrijke concentraties -zoals banken- aangetroffen van de drie aandachtsoorten (Van der Wal & Van Dalfsen, 2007): Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), Mesheften (*Ensis spec.*) en Zandkokerworm (*Lanice conchilega*).

De bodemfauna is betrekkelijk arm. In het referentiegebied wijkt de bodemfauna enigszins af van de andere gebieden en is iets soortenrijker.

Bijlage: Foto-overzicht veldinventarisatie Petten

Locatiecode	Foto	Datum
PNR-01	 A photograph of a red mesh screen used for field inventory. The screen is covered with various small, dark, and light-colored debris, including what appears to be shell fragments and organic matter. A small white label with handwritten text is placed on the screen. The label reads: 'LPNS 1', 'Project Marn', 'Suppl.', 'datum: 22-10-07'.	22-10-07
PNR-02	 A photograph of a grey mesh screen used for field inventory. The screen is covered with various small, dark, and light-colored debris, including what appears to be shell fragments and organic matter. A small white label with handwritten text is placed on the screen. The label reads: 'LPNS 2', 'Project Marn', 'Suppl.', 'datum: 22-10-07'.	22-10-07
PNR-03	 A photograph of a grey mesh screen used for field inventory. The screen is covered with various small, dark, and light-colored debris, including what appears to be shell fragments and organic matter. A small white label with handwritten text is placed on the screen. The label reads: 'LPNS 3', 'Project Marn', 'Suppl.', 'datum: 22-10-07'.	22-10-07

Locatiecode

Foto

Datum

PNR-04



22-10-07

PNR-05



22-10-07

PNR-06



22-10-07

Locatiecode

Foto

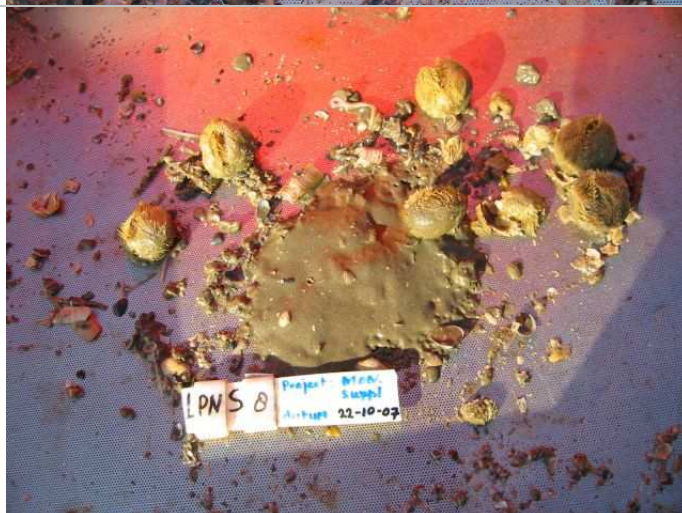
Datum

PNR-07



22-10-07

PNR-08



22-10-07

PNR-09



22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNZ-11		22-10-07
PNZ-12		22-10-07
PNZ-13		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNZ-14	 A photograph showing a blue mesh screen with various small debris and shells. A white label with blue text is placed on the screen, reading 'LPNS 14', 'Project Mon. Suppl.', and 'datum: 22-10-07'.	22-10-07
PNZ-15	 A photograph showing a blue mesh screen with various small debris and shells. A white label with blue text is placed on the screen, reading 'LPNS 15', 'Project Mon. Suppl.', and 'datum: 22-10-07'.	22-10-07
PNZ-17	 A photograph showing a blue mesh screen with various small debris and shells. A white label with blue text is placed on the screen, reading 'LPNS 17', 'Project Mon. Suppl.', and 'datum: 22-10-07'.	22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNZ-18		22-10-07
PNZ-19		22-10-07
PNZ-20		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNM-21		22-10-07
PNM-22		22-10-07
PNM-23		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNM-24		22-10-07
PNM-25		22-10-07
PNM-26		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNM-27		22-10-07
PNM-28		22-10-07
PNM-29		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNM-30		22-10-07
PNN-31		22-10-07
PNN-32		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNN-33		22-10-07
PNN-34		22-10-07
PNN-35		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNN-36		22-10-07
PNN-37		22-10-07
PNN-38		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNN-39		22-10-07
PNN-40		22-10-07
PNJ-41		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNJ42		22-10-07
PNJ43		22-10-07
PNJ44		22-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
PNJ45		22-10-07
PNJ46		22-10-07
PNJ47		22-10-07

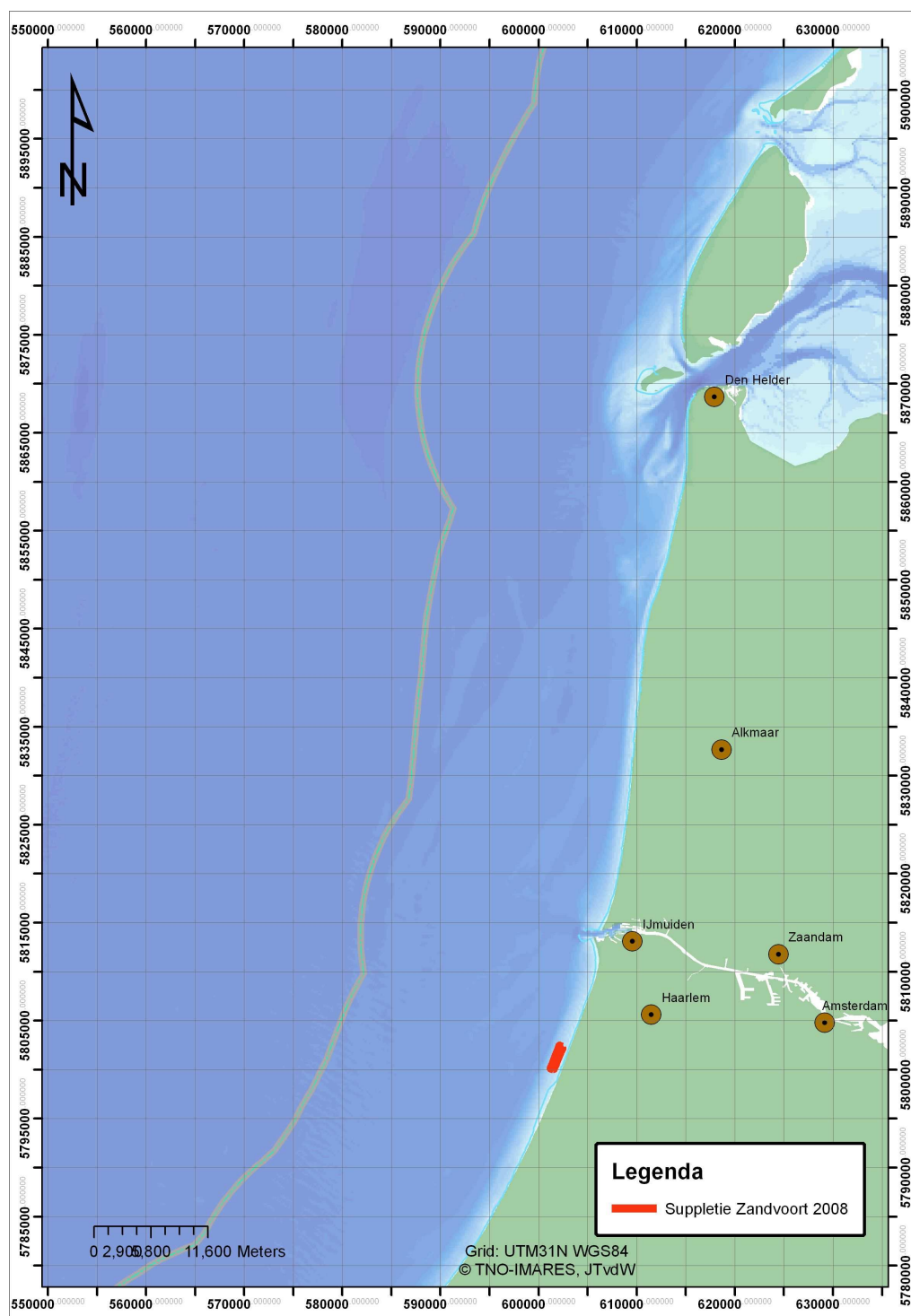
Locatiecode	Foto	Datum
PNJ-48		22-10-07
PNJ-49		22-10-07
PNJ-50		22-10-07

Appendix B Suppletiewerk Zandvoort



Inleiding

De uitgevoerde inventarisatie voor Suppletiewerk Zandvoort bevindt zich tussen strandpaal 61 en 63. De ligging ten opzichte van de kust van Noord-Holland is weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18 Overzichtkaart suppletiewerk Zandvoort.

Uitvoering veldinventarisatie

De veldinventarisatie voor suppletiewerk Zandvoort is uitgevoerd op 5 oktober 2007, net als voor suppletiewerk Bloemendaal. Er gevaren met het schip "WR76 Herman Simon" in rustig weer. De wind had een sterkte van 2-3 Bf en kwam uit het noordoosten.

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een Van veen-happer (0.1 m²). Bij suppletiewerk Zandvoort zijn side scan sonar opnamen gemaakt. De gebruikte bemonsteringsapparatuur is nader omschreven in Van der Wal & Van Dalfsen (2007). Van de genomen monsters is tijdens het zeefproces een foto genomen, een overzicht van deze beelden is toegevoegd in bijlage 1.

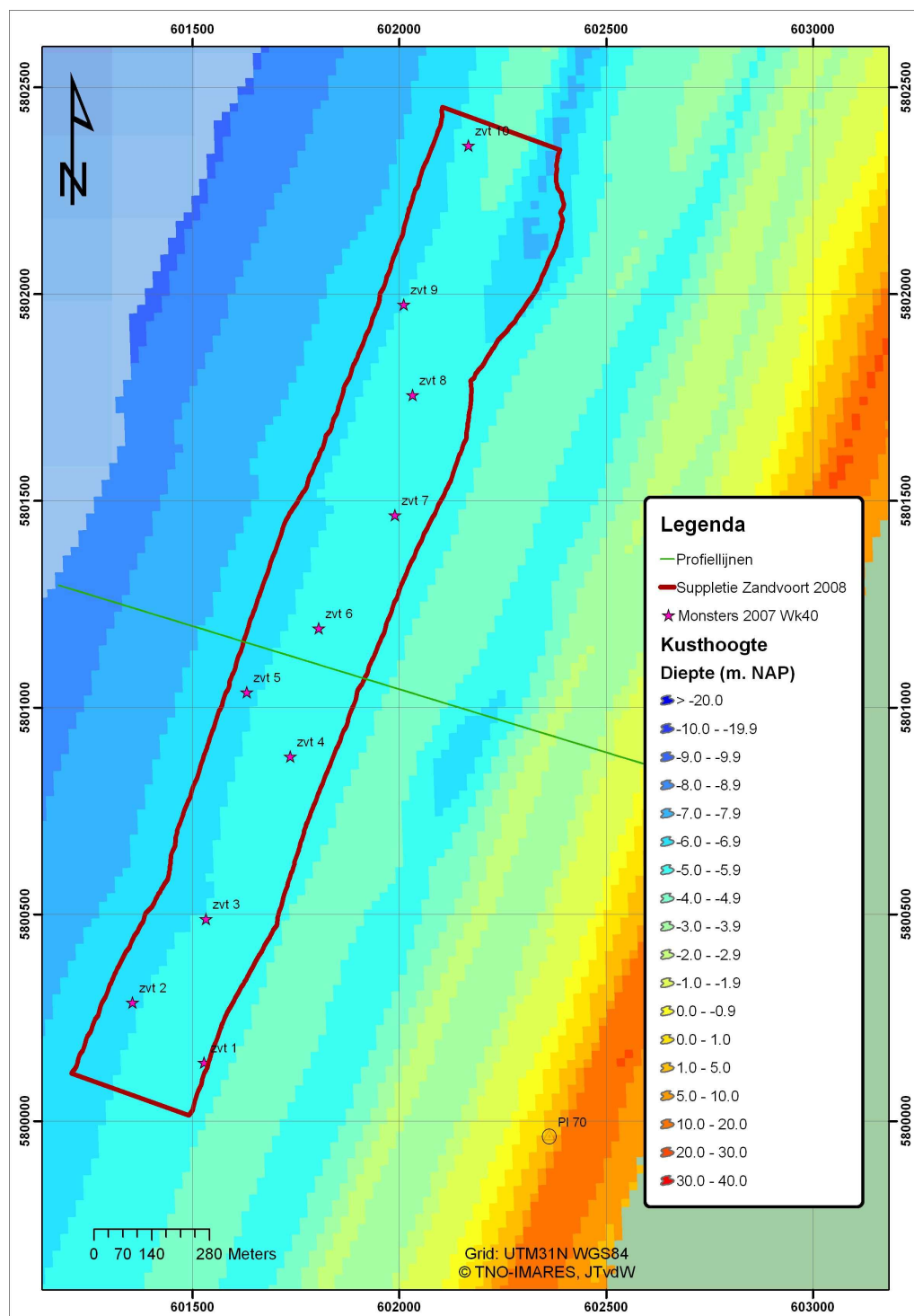
De referenties waarnaar in deze rapportage wordt verwezen kunnen worden gevonden in Van der Wal & Van Dalfsen (2007), evenals de toegepaste analysemethoden.

In Tabel 13 zijn de codes van de genomen happen vastgelegd alsmede dat de coördinaten en de bijbehorende diepte zijn gedocumenteerd.

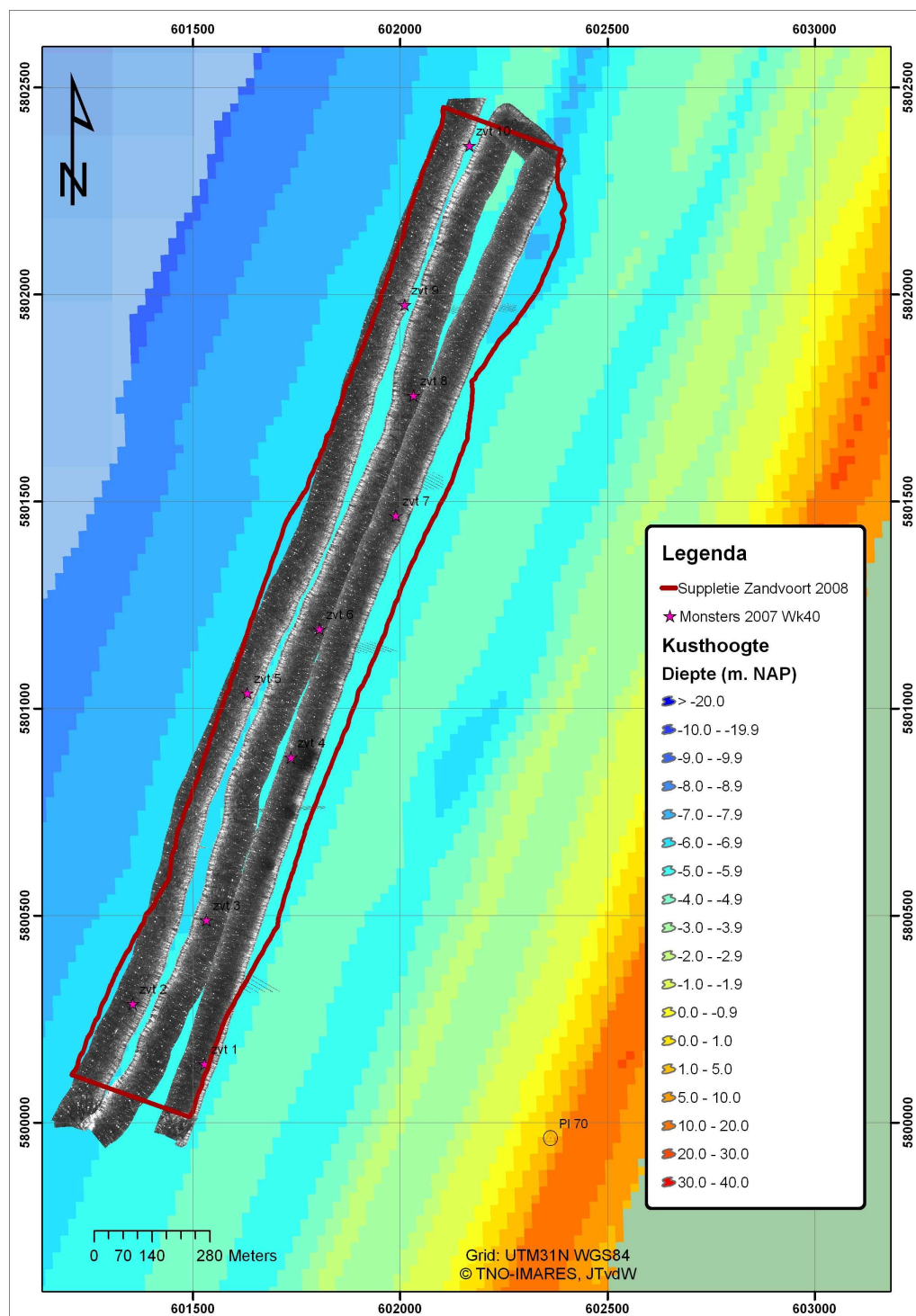
Tabel 13 Locatie en diepte van de genomen monsters voor suppletiewerk Zandvoort. Coördinaten zijn weergegeven in DDMMmm, WGS84.

Locatiecode	Northing	Easting	Waterdiepte (in m.)
ZVT-01	N522053	E042942	7,2
ZVT-02	N522061	E042927	7,3
ZVT-03	N5220717	E042943	7
ZVT-04	N5220927	E0429617	6,8
ZVT-05	N5221012	E0429527	6,8
ZVT-06	N5221093	E0429683	6,7
ZVT-07	N5221239	E0429851	6,7
ZVT-08	N5221395	E0429894	6,5
ZVT-09	N5221513	E0429879	6
ZVT-10	N5221719	E0430024	6

In Figuur 19 en Figuur 20 is te zien waar de happen genomen zijn en is te zien hoe deze happen liggen ten opzichte van een gedetailleerde dieptekaart (RWS 2006) van het gebied, beschikbare profielgegevens en sonartracks.



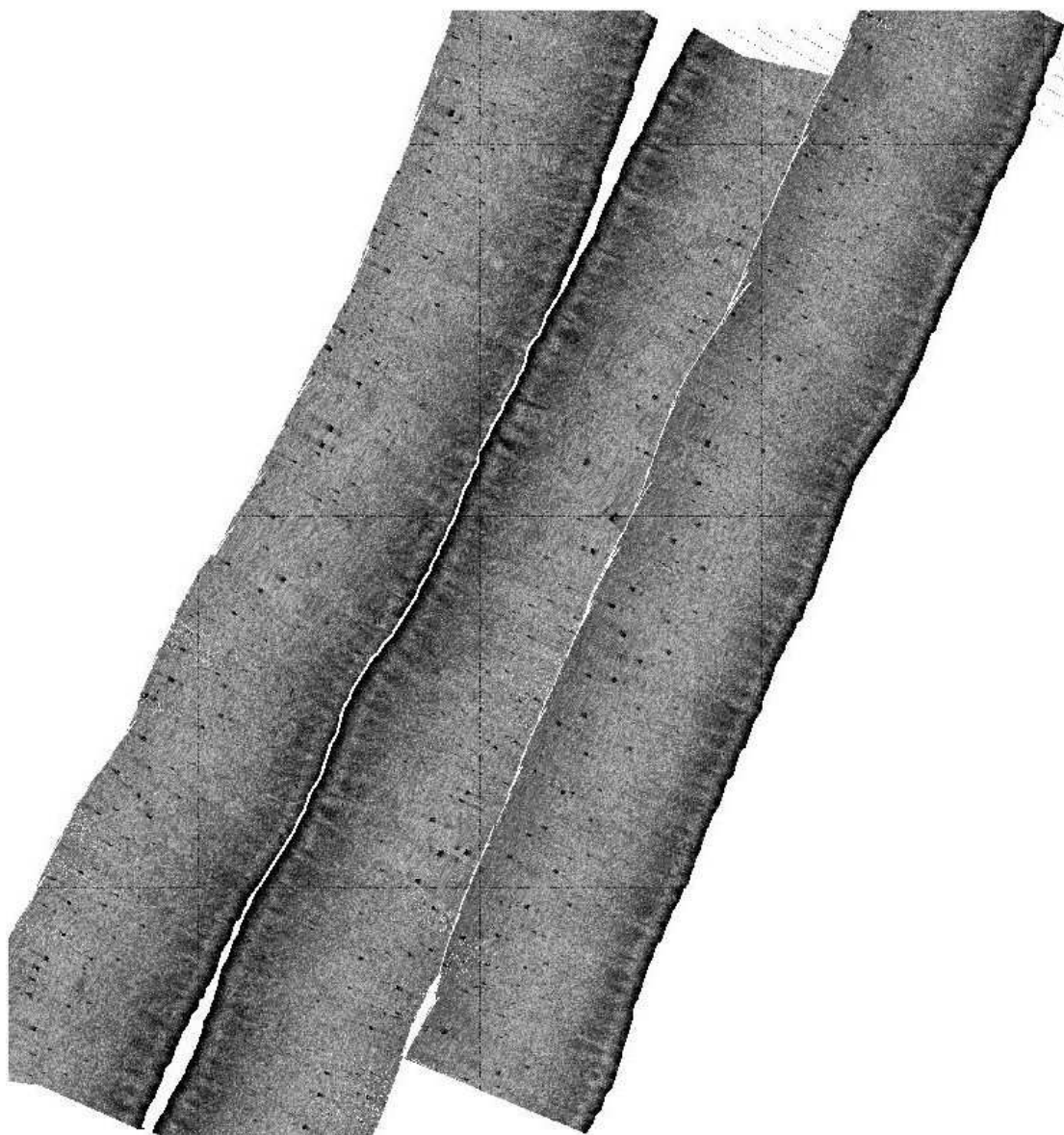
Figuur 19 Monsterlocaties suppletiewerk Zandvoort.



Figuur 20 Monsterlocaties suppletiewerk Zandvoort met sonarbeeld.

De resultaten van de side scan sonar (Figuur 20, Figuur 21 voor een detail) tonen een vrij egaal beeld van de zeebodem en geeft geen aanleiding om de aanwezigheid van belangrijke concentraties - zoals banken - van soorten zoals *S. subtruncata*, *L. conchilega* of *Ensis spec.* te verwachten.

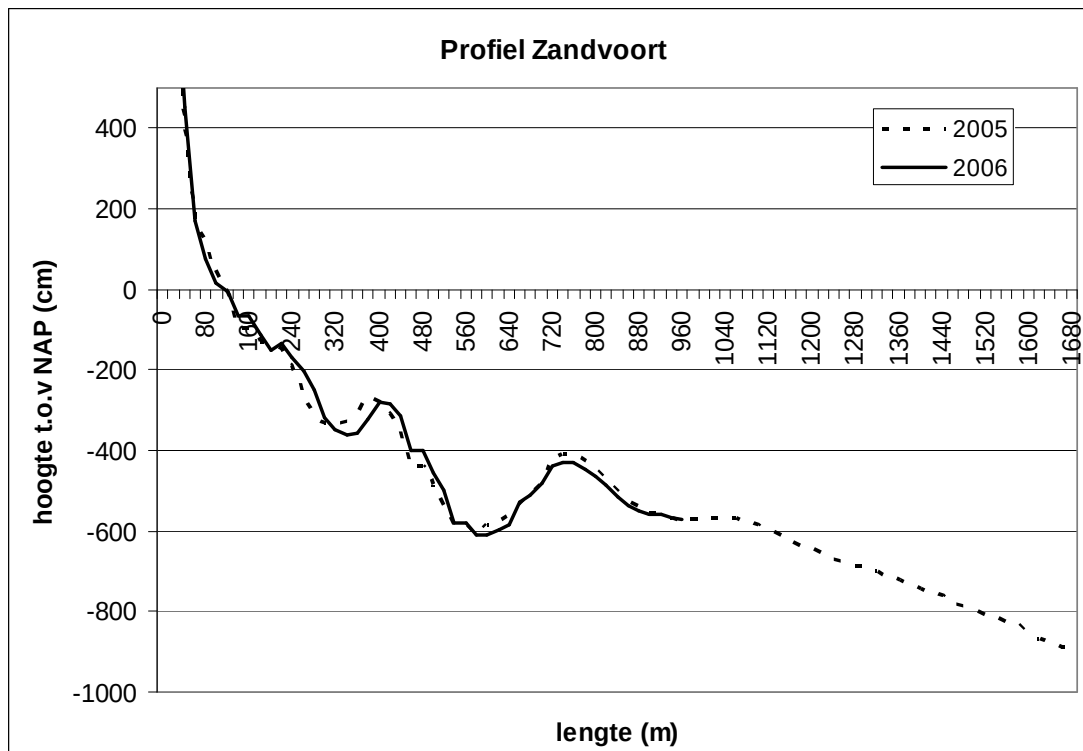
Een beeld dat in overeenstemming is met de taxonomische analyse van de bodemonsters (Tabel 15).



Figuur 21 Detailweergave van side scan sonar track. De onderzijde van de figuur valt samen met de profiellijn uit Figuur 19; rechtsboven ligt locatie ZVT7.

Kustprofiel

Figuur 22 geeft een dwarsdoorsnede van het kustprofiel op basis van de kusthoogtekaarten van 2005 en 2006 (RWS). Deze profielen zijn behulpzaam bij het interpreteren van de kaartbeelden en bij de verdere analyse om b.v. de ligging van de genomen monsters ten opzicht van de kust te karakteriseren. Er zijn voor suppletiegebied Zandvoort geen details beschikbaar over het beoogde profiel na uitvoering van de suppletiewerkzaamheden.



Figuur 22 Kustprofiel suppletiewerk Zandvoort (gebaseerd op kusthoogtekaarten 2005 en 2006, RWS).

Bodemsamenstelling

De resultaten van de sedimentanalyses zijn verzameld in Tabel 14. Merk op dat niet voor alle locaties een sedimentanalyse is uitgevoerd. De gebruikte methodologie is beschreven in paragraaf 2.2.

Tabel 14 Sedimentkarakteristieken Zandvoort. Slibgehalte (< 63 µm), 10-, 50-, 60- en 90- percentielen van de korrelgrootteverdeling, verhouding tussen 60- en 10-percentiel en L.O.I. (Loss On Ignition, dit komt overeen met totaal organisch koolstofgehalte (TOC)).

Locatiecode	< 63 (%)	d (0.1) (µm)	d (0.5) (µm)	d (0.6) (µm)	d (0.9) (µm)	d(0.6)/d(0.1)	L.O.I. (%)
ZVT 01	1,27	117,37	161,00	171,81	225,21	1,46	5,087
ZVT 02	3,28	114,19	160,93	172,49	245,20	1,51	5,734
ZVT 03	1,23	118,86	163,72	175,23	246,20	1,47	5,438
ZVT 04	1,91	115,91	160,39	171,40	230,09	1,48	5,616
ZVT 05	1,66	117,46	163,88	176,06	280,44	1,50	5,586
ZVT 06	1,18	116,39	160,77	172,12	247,06	1,48	5,695
ZVT 07	1,24	117,18	161,78	173,02	237,35	1,48	5,333
ZVT 08	1,08	118,55	163,87	175,63	253,59	1,48	5,153

Het sediment in Zandvoort heeft een slibgehalte van 1 à 2 procent, een mediane korrelgrootte van iets meer dan 160 µm en een L.O.I van ruim 5%.

Macrofauna / Diversiteit bodemleven

Op basis van taxonomische analyse is Tabel 15 samengesteld. Gegevens over wijze waarop de taxonomische analyse is uitgevoerd zijn te vinden in paragraaf 2.2. De betekenis van de soortcode (volledige naam en taxonomische indeling) is opgenomen in Appendix E.

Tabel 15 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Zandvoort.

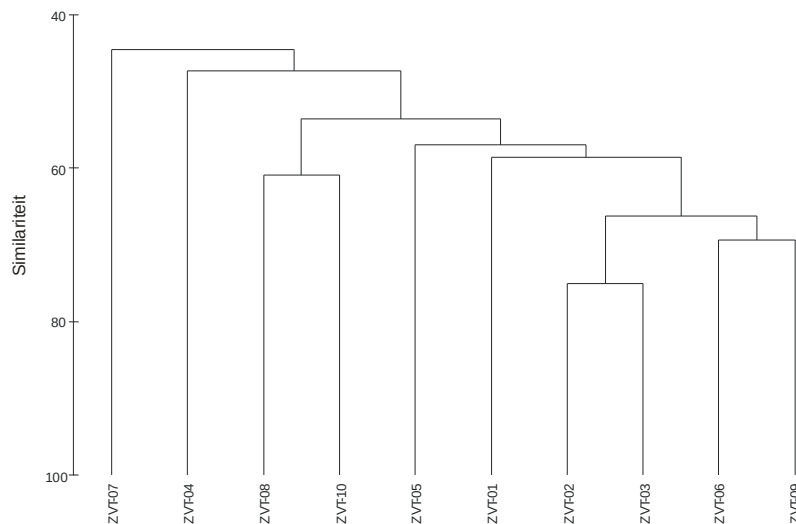
Soortcode	ZVT-01	ZVT-02	ZVT-03	ZVT-04	ZVT-05	ZVT-06	ZVT-07	ZVT-08	ZVT-09	ZVT-10
CAPICAPI	1				1		6	1		3
EUMISP*J					1					
LANICONC					8			2		
MAGEJOHN	7	27	16	6	20	17	5	9	39	8
MAGEMIRA		10	6	4	1	1		1	5	3
MALMLUNU										
MALMMARP					2			1	3	
NEPHASSI	1			2		1	9	1	3	
NEPHCIRR	20	6	10	9	21	16	10	24	17	22
NEPHHOMB	3			4		2	8	1	3	2
NEPHSP*J			1	3	1	1	2	1	1	1
PHYLMUCO							1			
SCOLBONN			1							
SCOLSQUA										1
SIGAMATH	2	5	6		9	2	1	1	14	2
SPIOMART			1	1	1		114	4	3	5
SPIPBOMB							1	7		
APHEOVAL				1	1	1				
ATYLFALC	1				3				2	1
ATYLSWAM	3	2	3		7	2	26	21	1	4
BATHELEG			2					1		
GAMMZADD					1					
MICPMACU							1			
PHTIMARI				1	1				1	
PONTALTA	2	2	3	1	2	4	2		3	
STENMONO								1		
UROTPOSE								1		
COPEPODA						1				
DIASBRAD	2	1	1			1	1	1	1	5
CRANCRAN		2	1	1	1					1
DIOGPUGI		1	3		1	1	2		1	4
PAGUBERN							1			
PAGUSCUL										1
PORTLATI										4

Soortcode	ZVT-01	ZVT-02	ZVT-03	ZVT-04	ZVT-05	ZVT-06	ZVT-07	ZVT-08	ZVT-09	ZVT-10
SCHIKERV				4	1	1	1	4	3	
ECHICORD	3		1	2	3				1	
OPHITEXT				1						
ABRAALBA								1	1	1
DONAVITT				1						
ENSISPEC					1					1
MYSEBIDE					1					
TELLTENU		1								
TMYAFERR				3	2					
NEMERTSP						1	1		1	
SAGITTSP	1									

In de voorgenomen suppletiezone bij Zandvoort zijn 44 soorten aangetroffen (Tabel 15), waarvan 15 soorten worm en 18 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Een aantal mobiele soorten is aangetroffen zoals de garnaal (*Crangon crangon*) en de myside kreeftje *Schistomysis kervillei*. Deze mobiele soorten worden niet tot benthos in strikte zin gerekend. Er zijn geen exemplaren van halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) aangetroffen. Zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) zijn in twee monsters aangetroffen, in lage dichtheden. Mesheften (*Ensis spec.*) zijn in twee monsters aangetroffen, met elk één exemplaar.

Macrofaunagemeenschap

Om inzicht te krijgen in de bodemfaunagemeenschap in het suppletiegebied Zandvoort zijn de dichtheidsgegevens geanalyseerd op de mate van overeenkomst tussen de locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van Primer (Clarke & Gorley, 2001). Op basis van 4th root getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Voorafgaand aan deze analyse zijn de mobiele soorten verwijderd en juvenielen zijn meegeteld bij de meest relevante groep (soort of genus). Een clusterdiagram (Figuur 23) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Er is geen duidelijke clusterstructuur. De meeste monsters komen voor wat betreft soortensamenstelling sterk overeen (similariteit > 60%). De meest afwijkende monsters zijn ZVT-07 en ZVT-04. Deze beide liggen vrij ondiep, maar niet ondieper dan monster ZVT-01. De soortensamenstelling van deze monsters laat geen opvallend verschil zien met de andere monsters. Wel is de hoge dichtheid van de polychaete worm *Spio martinensis* in monster ZVT-07 opvallend.



Figuur 23 Clusterdiagram suppletiewerk Zandvoort

Conclusies suppletiewerk Zandvoort

Vastgesteld kan worden dat in het bemonsterde gebied van het suppletiewerk Zandvoort het sediment uniform van samenstelling is. Ook de side scan sonar opnamen ondersteunen deze vaststelling. Er zijn geen belangrijke concentraties –zoals banken- aangetroffen van de drie aandachtsoorten: Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), Mesheften (*Ensis spec.*) en Zandkokerworm (*Lanice conchilega*).

De bodemfauna is homogeen van samenstelling en betrekkelijk arm.

Bijlage: Foto-overzicht veldinventarisatie Zandvoort

Locatiecode	Foto	Datum
ZVT-01		5-10-07
ZVT-02		5-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
ZVT-03		5-10-07
ZVT-04		5-10-07
ZVT-06		5-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
ZVT-07		5-10-07
ZVT-08		5-10-07
ZVT-09		5-10-07

Locatiecode

Foto

Datum

ZVT-10

5-10-07

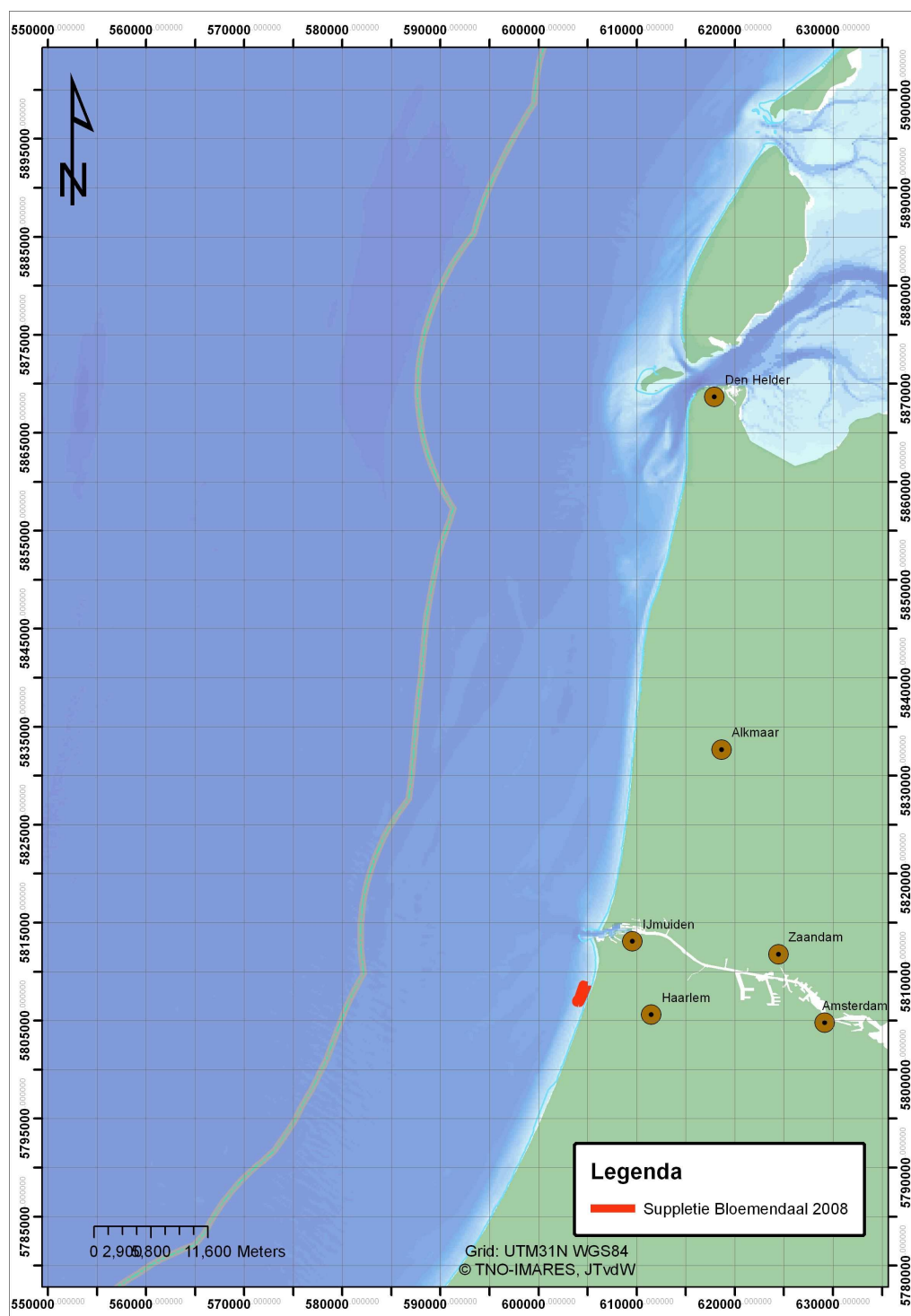


Appendix C Suppletiewerk Bloemendaal



Inleiding

De uitgevoerde inventarisatie voor Suppletiewerk Bloemendaal is gelegen tussen strandpaal 68 en 70. De ligging ten opzichte van de kust van Noord-Holland is weergegeven in Figuur 24.



Figuur 24 Overzichtkaart suppletiewerk Bloemendaal.

Uitvoering veldinventarisatie

De veldinventarisatie voor suppletiewerk Bloemendaal is uitgevoerd op 5 oktober 2007, op dezelfde dag als de bemonstering voor suppletiewerk Zandvoort. Er is gevaren is met het schip "WR76 Herman Simon" in rustig weer. De wind had een sterkte van 2-3 Bf en kwam uit het noordoosten.

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een van Veen-happer (0.1 m²). Er is bij Petten gebruik gemaakt van side scan sonar om een vlakdekkend beeld van de zeebodem in het gebied te krijgen. De gebruikte bemonsteringsapparatuur is nader omschreven in Van der Wal & Van Dalfsen (2007), evenals de toegepaste analysemethoden. Van de genomen monsters is tijdens het zeefproces een foto genomen, een overzicht van deze beelden is toegevoegd in bijlage 1.

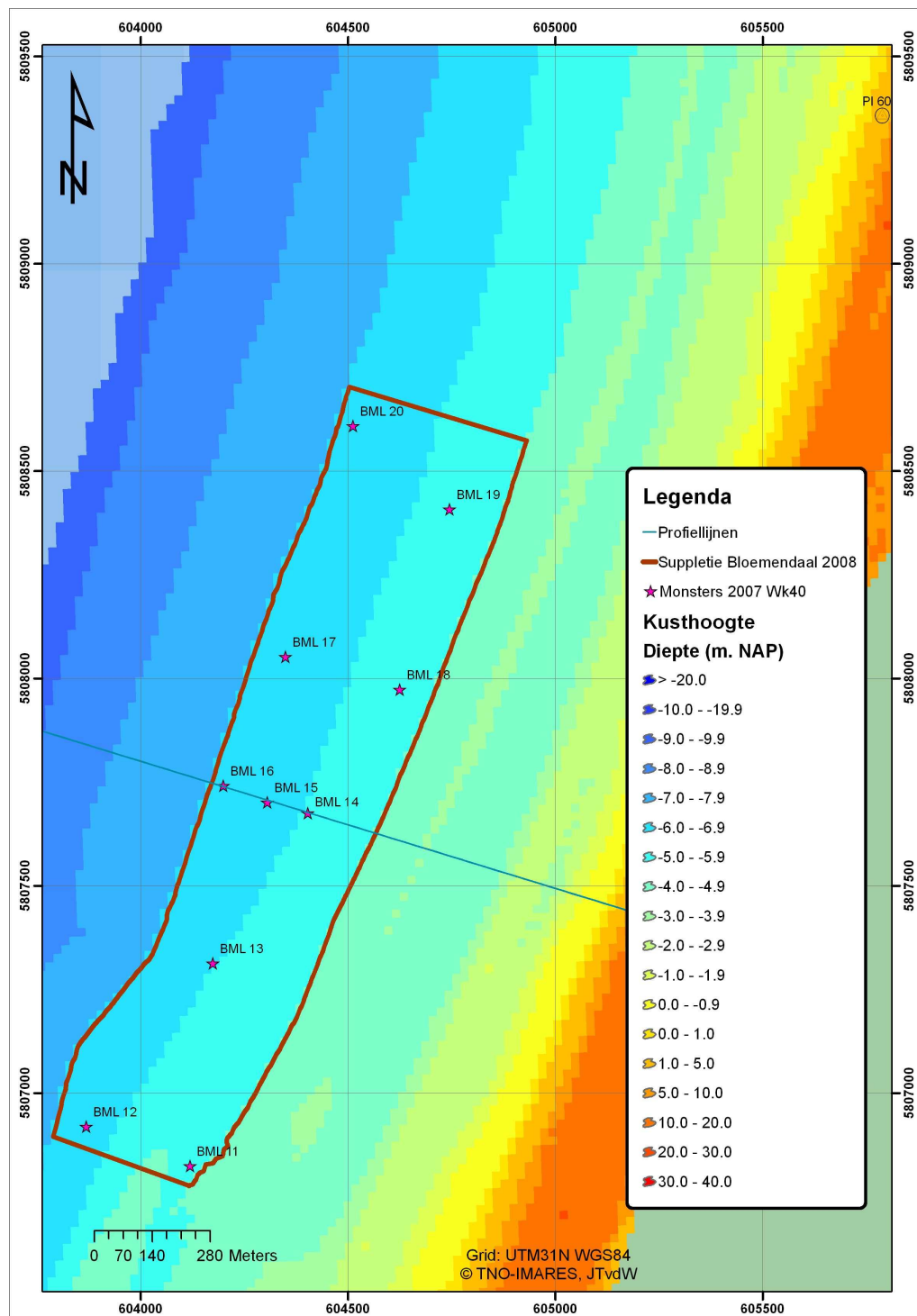
De referenties waarnaar in deze rapportage wordt verwezen kunnen worden gevonden in Van der Wal & Van Dalfsen (2007).

In Tabel 16 zijn de codes van de genomen happen vastgelegd alsmede de coördinaten en de bijbehorende diepte.

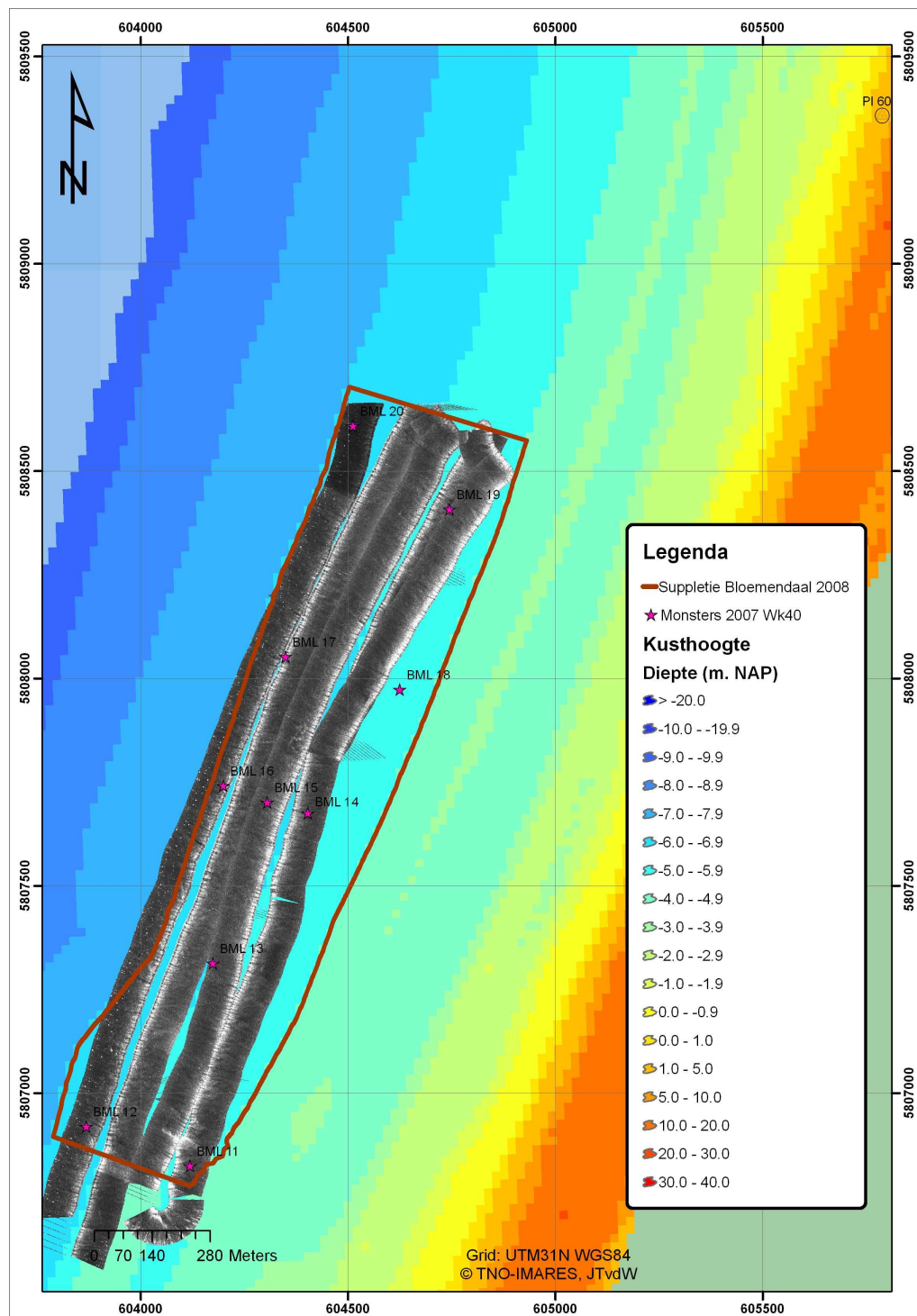
Tabel 16 Locatie en diepte van de genomen monsters voor suppletiewerk Bloemendaal. Coördinaten zijn weergegeven in DDMMmm, WGS84.

Locatiecode	Northing	Easting	Waterdiepte (in m.)
BML-11	N5224104	E0431826	5,0
BML-12	N5224158	E0431607	6,5
BML-13	N5224367	E0431884	6,0
BML-14	N5224560	E0432093	5,5
BML-15	N5224575	E0432007	6,0
BML-16	N5224598	E0431914	6,8
BML-17	N5224764	E0432052	6,8
BML-18	N5224718	E0432294	
BML-19	N5224951	E0432408	5,5
BML-20	N5225062	E0432206	6,5

In Figuur 25 is te zien waar de genomen happen genomen zijn en hoe deze happen liggen ten opzichte van een gedetailleerde dieptekaart (RWS 2006) van het gebied, beschikbare profielgegevens en ten opzicht van de sonartracks in Figuur 26.

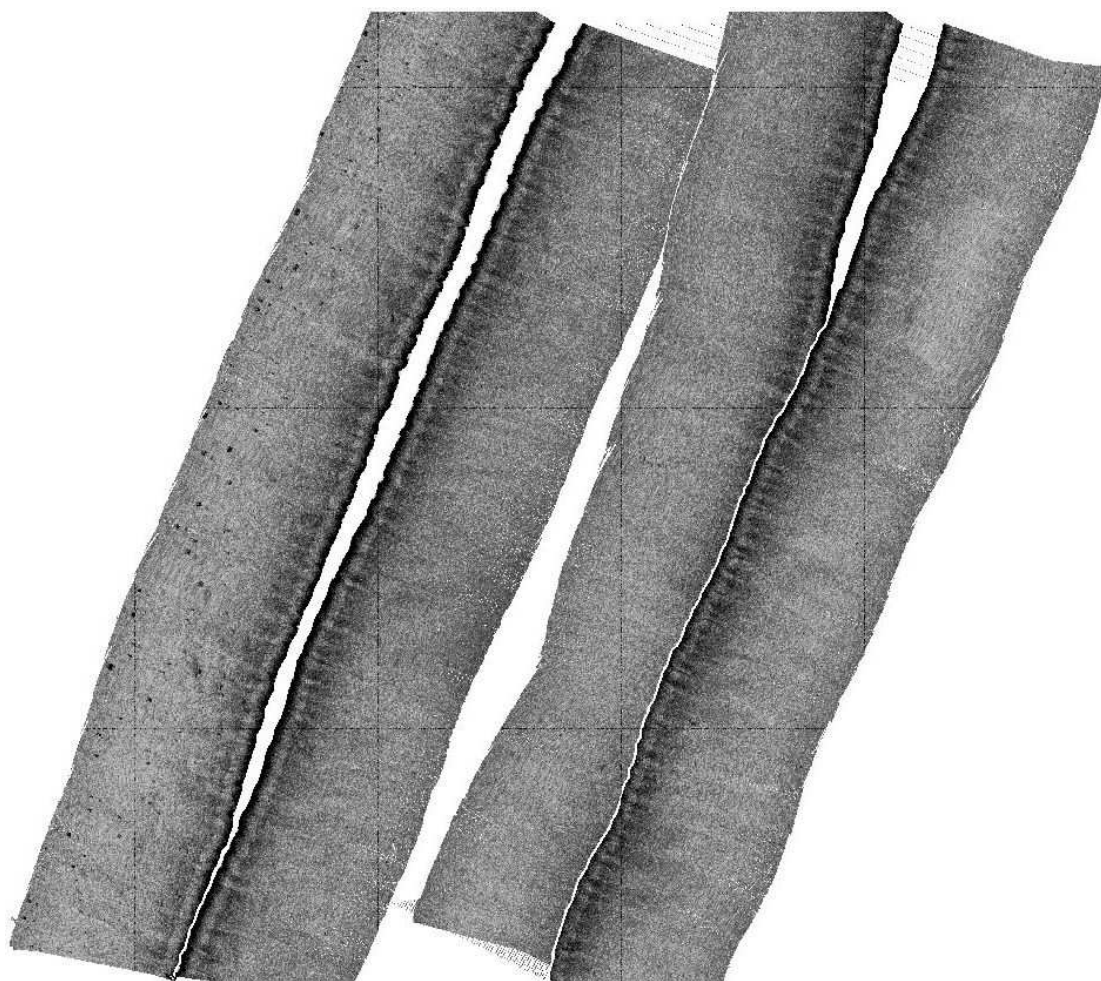


Figuur 25 Monsterlocaties suppletiewerk Bloemendaal.



Figuur 26 Monsterlocaties suppletiewerk Bloemendaal met sonarbeeld.

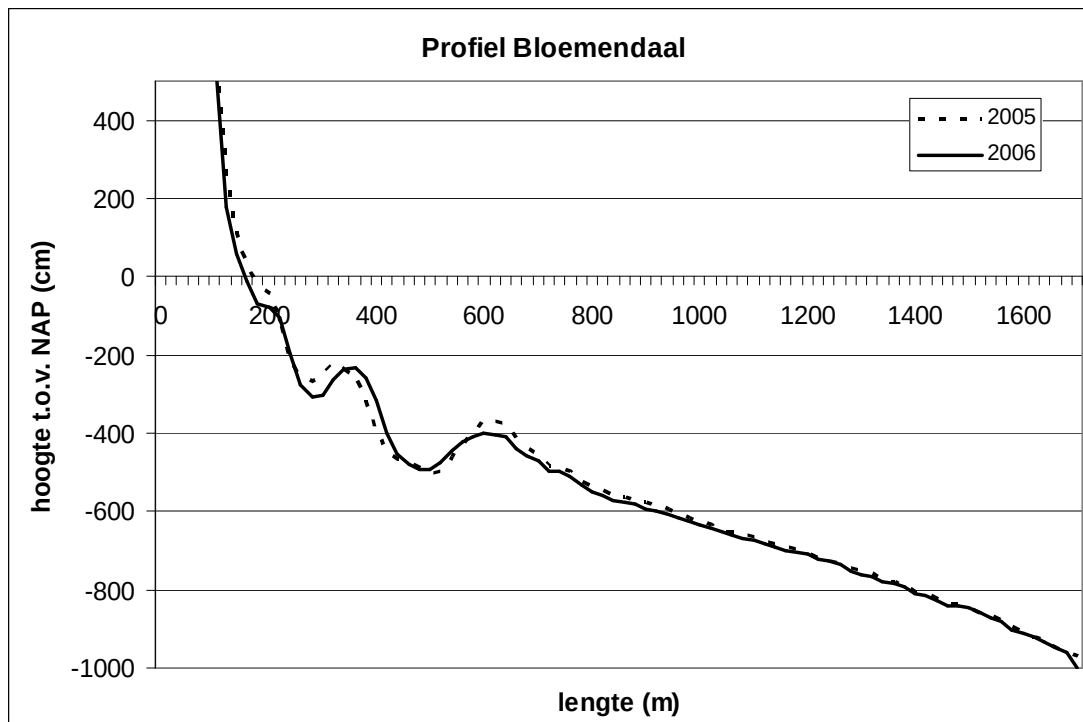
De resultaten van de side scan sonar (Figuur 26, Figuur 27 voor een detailweergave) tonen een vrij egaal beeld van de zeebodem. Er is geen aanleiding om de aanwezigheid van belangrijke voorkomens van soorten zoals *S. subtruncata*, *L. conchilega* of *Ensis spec.* te verwachten. Een beeld dat in overeenstemming is met de taxonomische analyse van de bodemonsters (Tabel 18).



Figuur 27 Detailweergave van side scan sonar track. Op ongeveer $\frac{1}{4}$ van boven kruist de profiellijn uit Figuur 19 het sonarbeeld, hier liggen de locaties BML-14, -15 en -16; locatie BML-13 ligt net beneden (ten zuiden) van het detail.

Kustprofiel

Figuur 28 geeft een dwarsdoorsnede van het kustprofiel op basis van de kusthoogtekaarten van 2005 en 2006 (RWS). Deze profielen zijn behulpzaam bij het interpreteren van de kaartbeelden en bij de verdere analyse om b.v. de ligging van de genomen monsters ten opzicht van de kust te karakteriseren. Er zijn voor suppletiegebied Bloemendaal geen details beschikbaar over het beoogde profiel na uitvoering van de suppletiewerkzaamheden.



Figuur 28 Kustprofiel suppletiewerk Bloemendaal (gebaseerd op kusthoogtekaarten 2005 en 2006, RWS).

Bodemsamenstelling

De resultaten van de sedimentanalyses zijn verzameld in Tabel 17. De gebruikte methodologie is beschreven in paragraaf 2.2.

Tabel 17 Sedimentkarakteristieken Bloemendaal. Slibgehalte (< 63 µm), 10-, 50-, 60- en 90- percentielen van de korrelgrootteverdeling, verhouding tussen 60- en 10-percentiel en L.O.I. (Loss On Ignition, dit komt overeen met totaal organisch koolstofgehalte TOC).

Locatiecode	< 63 (%)	d (0.1) (µm)	d (0.5) (µm)	d (0.6) (µm)	d (0.9) (µm)	d(0.6)/d(0.1)	L.O.I. (%)
BML 11	0,00	209,94	321,51	346,18	463,89	1,65	2,407
BML 12	1,01	118,93	169,84	185,51	368,98	1,56	4,845
BML 13	1,25	116,36	163,43	176,39	323,92	1,52	5,263
BML 14	1,23	116,76	162,55	174,70	263,77	1,50	4,820
BML 15	1,08	115,65	162,36	175,29	311,71	1,52	4,842
BML 16	0,92	122,07	180,68	202,80	382,47	1,66	4,405
BML 19	1,21	113,27	156,94	168,43	250,84	1,49	5,453
BML 20	1,01	121,41	169,13	181,99	271,85	1,50	4,863

De karakteristieken van het sediment bij Bloemendaal zijn een slibgehalte van ca. 1 procent, een mediane korrelgrootte van om en nabij 170 µm en een organisch stofgehalte (L.O.I.) van ongeveer 5%. De locatie met de sterkste afwijking is BML-01, waar geen slib en minder organisch stof is aangetroffen in beduidend grover sediment.

Macrofauna / Diversiteit bodemleven

Op basis van taxonomische analyse is Tabel 18 samengesteld. Gegevens over wijze waarop de taxonomische analyse is uitgevoerd zijn beschreven in paragraaf 2.2. De betekenis van de soortcode (volledige naam en taxonomische indeling) is opgenomen in Appendix E.

Tabel 18 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Bloemendaal.

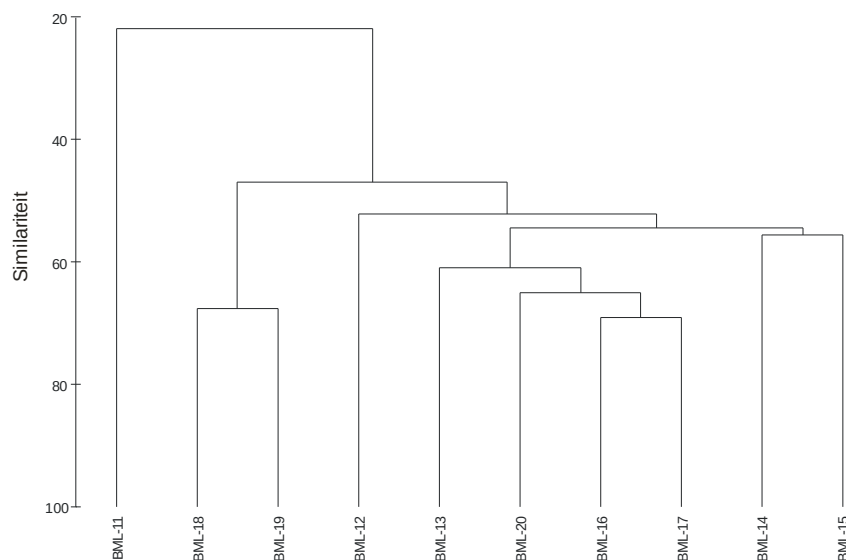
Soortcode	BML-11	BML-12	BML-13	BML-14	BML-15	BML-16	BML-17	BML-18	BML-19	BML-20
CAPICAPI			2		1		1		5	
HARMSP*J								2	4	
LANICONC			1				2	6	5	1
MAGEJOHN		2	8	3	11	18	12	1	1	31
MAGEMIRA		1	3	2	1	3	2	1		3
NEPHASSI		1	1	1	1	1		4	1	1
NEPHCIRR	10	31	26	12	8	36	38	3	10	24
NEPHHOMB		1	2	1		2	2	4	4	2
NEPHSP*J			1	1	1	1	1	1	1	
PYGOELEG						1				
SCOLSP*J	2									
SCOLSQUA			1			2	5			
SIGAMATH					2	5	2	1		2
SPIOMART			3	2	2	1	1	11	14	1
SPIPBOMB		1		3		3	4	3	2	6
APHEOVAL				1				1		
ATYLSWAM		1				1		1	2	
BATHELEG	2	1			1		1			
MEGAAGIL									1	
MICPMACU					1					
PERILONG			1							
PHTIMARI			1							
PONTALTA		1	2		1				1	
UROTPOSE			2		1		2		1	
COPEPODA				1	1					
DIASBRAD		1	1		3	3	1	2	3	
CRANCRAN							1			
DIOGPUGI		1			1	1	4			
PORTLATI	1	1								
SCHIKERV						2	2			
ECHICORD							1			1
ABRAALBA				1		1				
DONAVITT		1				1				1
ENSISP*J									1	

Soortcode	BML-11	BML-12	BML-13	BML-14	BML-15	BML-16	BML-17	BML-18	BML-19	BML-20
ENSISPEC			1	3	9	1		8	1	
MACOBALT										1
MACTSTUL		1								
TELLFABU						1		1		
TELLTENU								1		
TMYAFERR										3
NEMERTSP					1	1				

Bij de inventarisatie voor Bloemendaal zijn 41 soorten (Tabel 18), waarvan 15 soorten worm en 15 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Er zijn ook enkele meer mobiele soorten aangetroffen. Deze soorten mogen niet tot benthos in strikte zin gerekend worden. Hieronder vallen de garnaal (*Crangon crangon*) en het mysidae kreeftje *Schistomysis kervillei*. Er zijn geen exemplaren van de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) aangetroffen. Zandkokerwormen (*Lanice conchilega*) zijn aangetroffen in lage dichtheden in 5 monsters. Er zijn mesheften (*Ensis spec.*) aangetroffen in 6 monsters, waarvan twee met redelijke aantallen, rekening houdend met de afmetingen van de gebruikte Van Veen-happer (0,1 m²).

Macrofaunagemeenschap

Om inzicht te krijgen in de bodemfaunagemeenschap in het suppletiegebied Bloemendaal zijn de dichtheidsgegevens geanalyseerd op de mate van overeenkomst tussen de locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van Primer (Clarke & Gorley, 2001). Op basis van 4th root getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Voorafgaand aan deze analyse zijn de mobiele soorten verwijderd en juvenielen zijn meegeteld bij de meest relevante groep (soort of genus). Een clusterdiagram (Figuur 29) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Monsters met een grote gelijkenis (similariteit) staan in het diagram ook dicht bij elkaar. De meeste monsters vertonen een hoge mate van verwantschap (similariteit >50%). Alleen locatie BML-01 wijkt duidelijk af. Hier is in een grover sediment met lagere slibgehalten aangetroffen. Het aantal soorten (n=4) in dit monster is lager dan in de andere monsters (n ~ 15).



Figuur 29 Clusterdiagram suppletiewerk Bloemendaal

Conclusies suppletiewerk Bloemendaal

Voor suppletiewerk Bloemendaal kan worden geconcludeerd dat het sediment uniform van samenstelling is, met uitzondering van BML-11. Dit uniforme beeld wordt door de sonar beelden bevestigd. Er zijn geen belangrijke voorkomens aangetroffen van de drie aandachtsoorten: Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), Mesheften (*Ensis spec.*) en Zandkokerworm (*Lanice conchilega*).

De bodemfauna is betrekkelijk arm en homogeen. De afwijkende sedimentsamenstelling op locatie BML-11 wordt ook weerspiegeld in de fauna, die hier zeer soortenarm is.

Bijlage: Foto-overzicht veldinventarisatie Bloemendaal

Locatiecode	Foto	Datum
BML-01		5-10-07
BML-02		5-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
BML-03		5-10-07
BML-04		5-10-07
BML-05		5-10-07

Locatiecode	Foto	Datum
BML-06		5-10-07
BML-07		5-10-07
BML-08		5-10-07

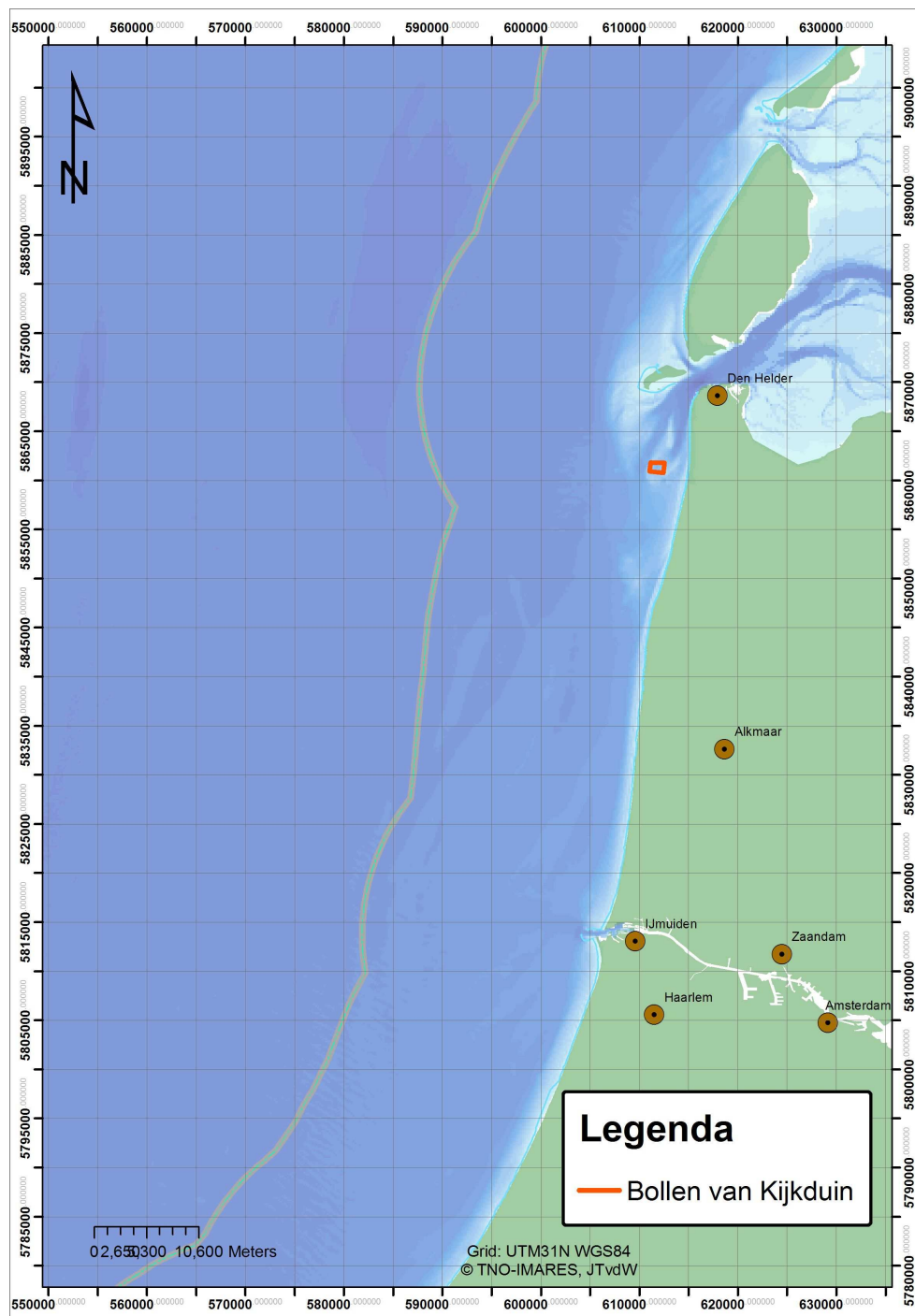
Locatiecode	Foto	Datum
BML-09		5-10-07
BML-10		5-10-07

Appendix D Monitoring Kustsuppleties: Bollen van Kijkduin



Inleiding

De uitgevoerde inventarisatie voor de locatie Bollen van Kijkduin is gelegen bij de gelijknamige zandbank, ter hoogte van Huisduinen. De reden om hier te monstern is gelegen in het voornemen om een doorgraving te maken. Doel hiervan is de vaarroute voor de aanvoer van suppletiezand naar het deelgebied Julianadorp van het suppletiewerk Petten belangrijk te verkorten. De ligging ten opzichte van de kust van Noord-Holland is weergegeven in Figuur 30.



Figuur 30 Overzichtkaart suppletiewerk Bollen van Kijkduin.

Uitvoering veldinventarisatie

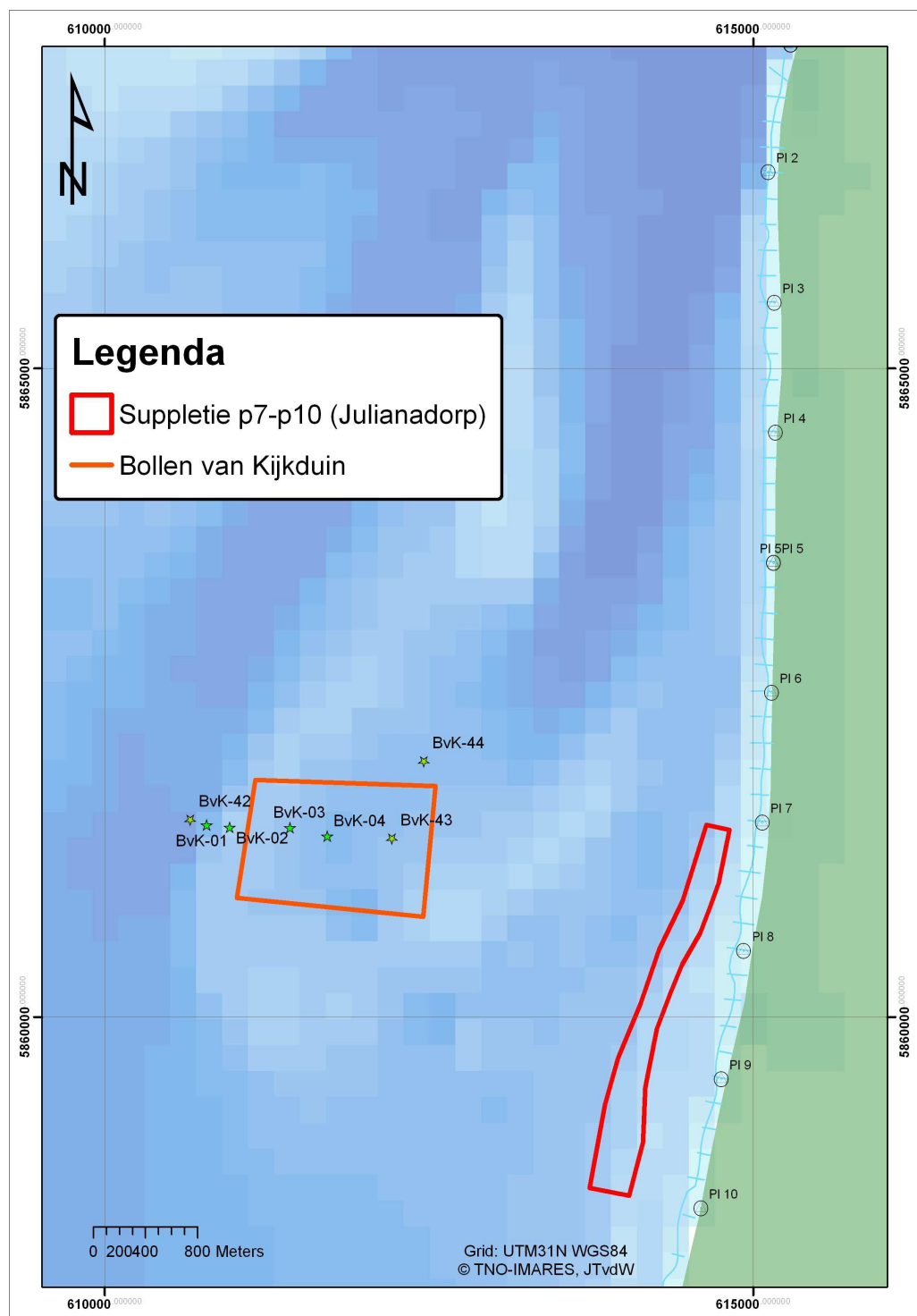
De veldinventarisatie voor suppletiewerk Bollen van Kijkduin is uitgevoerd op twee verschillende dagen. Een eerste bemonstering is uitgevoerd op 10 juli 2007 (Bvk-01 t/m 04). Deze dag was het zonnig weer, met een westelijke wind van 2-3 Bf. De golfhoogte lag tussen 0,5 en 1,0 meter. De tweede bemonstering is op 19 juli 2007 uitgevoerd (Bvk-42 t/m 44). De wind kwam uit een noordoostelijke richting met een kracht van 2 à 3 bf. Op beide dagen is gevaren met het schip "WR76 Herman Simon". Er zijn alleen bodemonsters genomen. Er is geen gebruik gemaakt van sonar.

In Tabel 19 zijn de codes van de genomen happen vastgelegd en coördinaten en bijbehorende diepte gedocumenteerd.

*Tabel 19 Locatie en diepte van de genomen monsters voor suppletiewerk Bollen van Kijkduin. Coördinaten zijn weergegeven in DDMMmm, WGS84, coördinaten gemarkeerd met * zijn weergegeven als DD.ddddd.*

Locatiecode	Northing	Easting	Waterdiepte (in m.)
BvK-01	N5289158*	E0464675*	9,0
BvK-02	N5289138*	E0464939*	8,5
BvK-03	N5289125*	E0465629*	9,0
BvK-04	N5289060*	E0466055*	11,0
BvK-42	N5253500	E0438691	13,0
BvK-43	N5253423	E0440073	12,0
BvK-44	N5252740	E0440366	12,0

In Figuur 31 is te zien waar de genomen happen genomen zijn en is te zien hoe deze happen liggen ten opzichte van een dieptekaart van het gebied en het suppletiewerk Bollen van Kijkduin.



Figuur 31 Monsterlocaties Bollen van Kijkduin.

Bodemsamenstelling

De resultaten van de sedimentanalyses zijn verzameld in Tabel 20. De gebruikte methodologie is beschreven in paragraaf 2.2.

Tabel 20 Sedimentkarakteristieken Bollen van Kijkduin. Slibgehalte (< 63 µm), 10-, 50-, 60- en 90- percentielen van de korrelgrootteverdeling, verhouding tussen 60- en 10-percentiel en L.O.I. (Loss On Ignition, dit komt overeen met totaal organisch koolstofgehalte (TOC)).

Locatiecode	< 63 (%)	d (0.1) (µm)	d (0.5) (µm)	d (0.6) (µm)	d (0.9) (µm)	d(0.6)/d(0.1)	L.O.I. (%)
BVK 42	0,00	204,80	289,82	309,41	393,04	1,51	1,085
BVK 43	0,02	180,13	284,93	315,62	495,51	1,75	1,368
BVK 44	0,45	142,03	198,74	212,53	275,90	1,50	2,618

Het sediment bij de Bollen van Kijkduin is te karakteriseren als matig fijn zand, met zeer lage gehalten aan slib en slechts weinig organisch koolstof. De mediane korrelgrootte heeft een waarde van ca. 280 µm.

Macrofauna/ Diversiteit bodemleven

Op basis van taxonomische analyse is Tabel 21 samengesteld. Gegevens over de wijze waarop de taxonomische analyse is uitgevoerd zijn te vinden paragraaf 2.2.

De betekenis van de soortcode (volledige naam en taxonomische indeling) is opgenomen in Appendix E.

Tabel 21 Soortwaarnemingen (aantal per hap) voor suppletiewerk Bollen van Kijkduin.

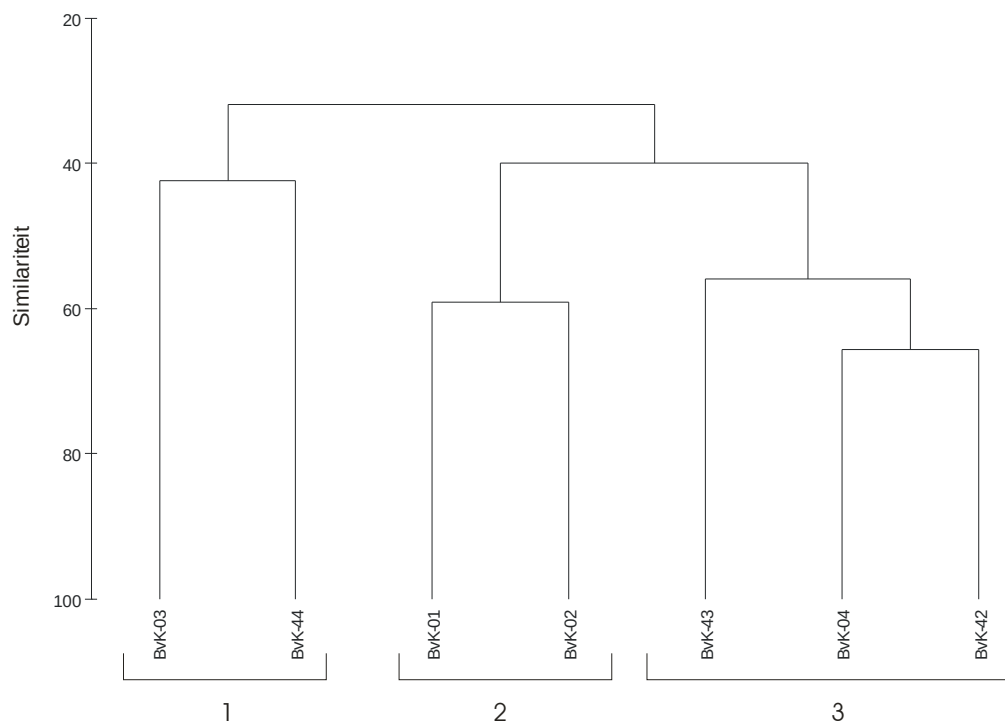
Soortcode	Group	BvK-01	BvK-02	BvK-03	BvK-4	BvK-42	BvK-43	BvK-44
MAGEJOHN	Polychaeta	1	1			1		
MAGEMIRA	Polychaeta							1
NEPHASSI	Polychaeta				1			1
NEPHCIRR	Polychaeta	2	4	14	3	12	5	9
NEPHLONG	Polychaeta						1	
NEPHSP*J	Polychaeta			1				
NERESP*J	Polychaeta						1	
SCOLSQUA	Polychaeta				2			
SPIPBOMB	Polychaeta						1	
BATHELEG	Amphipoda	1		1	9	7	4	
PONTALTA	Amphipoda		2	3				
UROTREV	Amphipoda	1	1				1	
UROTPOSE	Amphipoda			1				11
PORTLATI	Decapoda				8	2	2	1
GASTSPIN	Mysidacea						1	
ECHICORD	Echinoidea			1				2
MYTIEDUL	Bivalva	1						
TELLTENU	Bivalva							1
TMYAFERR	Bivalva							7
NEMERTSP	Nemertinea	1						
AMMOSPEC	Pisces	1	1	2	0.5	1		

Bij de bemonstering van de Bollen van Kijkduin zijn 20 soorten aangetroffen (Tabel 21), waarvan 9 soorten worm en 6 soorten kreeftachtigen. De zandzager (*Nephtys cirrosa*) is in alle monsters aangetroffen. Verder zijn enkele meer mobiele soorten aangetroffen, zoals het mysid kreeftje *Schistomysis kervillei* en de spiering (*Ammodytes spec.*). Deze laatste is in 5 van de 7 genomen monsters aangetroffen en op beide bemonsteringsdagen.

Macrofaunagemeenschap

Om inzicht te krijgen in de bodemfaunagemeenschap in het gebied Bollen van Kijkduin zijn de dichtheidsgegevens geanalyseerd op de mate van overeenkomst tussen de locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van Primer (Clarke, K. R. and R. N. Gorley, 2001). Op basis van 4th root getransformeerde data is een similariteitsmatrix berekend (Bray-Curtis) en vervolgens een group-average linkage clustering uitgevoerd. Voorafgaand aan de analyse zijn de mobiele soorten verwijderd en juvenielen zijn meegeteld bij de meest relevante groep (soort of genus). Een clusterdiagram (Figuur 32) toont de mate van gelijkenis tussen de verschillende monsters. Monster die veel op elkaar lijken voor wat betreft de soortensamenstelling, staan dicht bij elkaar.

De zeven happen verschillen niet heel sterk van elkaar, maar kunnen in 3 clusters verdeeld worden (similariteit >40%). Het middelste cluster met de stations BvK-01 en BvK-02 onderscheidt zich van de andere twee door lagere dichtheden.



Figuur 32 Clusterdiagram suppletiewerk Bollen van Kijkduin

Conclusies Bollen van Kijkduin

Voor de locatie Bollen van Kijkduin kan worden vastgesteld dat het sediment een matig fijn zand is, met vrijwel geen slib en een laag gehalte aan organische koolstof. Het is iets fijner dan het sediment bij Petten – Julianadorp. De soortenrijkdom is zeer laag, maar Zandspiering (*Ammodytes spec.*) is hier juist aangetroffen. Er zijn geen belangrijke voorkomens aangetroffen van de drie aandachtssoorten: Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), Mesheften (*Ensis spec.*) en Zandkokerworm (*Lanice conchilega*).

Bijlage: Foto-overzicht veldinventarisatie Bollen van Kijkduin

Locatiecode
BvK-42

Foto

Datum
19-7-07



BvK-43

19-7-07



BvK-44

19-7-07



Appendix E Soortenlijst, gegroepeerd volgens taxonomische indeling

Soortcode	Latijnse naam	Phylum	Group
CAPICAPI	Capitella capitata	Annelida	Polychaeta
ETEOLONG	Eteone longa	Annelida	Polychaeta
EUMISP*J	Eumida species	Annelida	Polychaeta
GLYCALBA	Glycera alba	Annelida	Polychaeta
GLYCSP*J	Glycera spec. juvenile	Annelida	Polychaeta
HARMSP*J	Malmgrenia spec. juveniel	Annelida	Polychaeta
LANICONC	Lanice conchilega	Annelida	Polychaeta
MAGEJOHN	Magelona johnstoni	Annelida	Polychaeta
MAGEMIRA	Magelona mirabilis	Annelida	Polychaeta
MALMLUNU	Malmgreniella lunulata	Annelida	Polychaeta
MALMMARP	Malgreniella marphysae	Annelida	Polychaeta
MICRSIMI	Microphthalmus similis	Annelida	Polychaeta
NEPHASSI	Nephtys assimilis	Annelida	Polychaeta
NEPHCAEC	Nephtys caeca	Annelida	Polychaeta
NEPHCIRR	Nephtys cirrosa	Annelida	Polychaeta
NEPHHOMB	Nephtys hombergii	Annelida	Polychaeta
NEPHLONG	Nephtys longosetosa	Annelida	Polychaeta
NEPHSP*J	Nephtys spec. juveniel	Annelida	Polychaeta
NERELONG	Nereis longissima	Annelida	Polychaeta
NERESP*J	Nereis spec. juveniel	Annelida	Polychaeta
OPHELIMA	Ophelia limacina	Annelida	Polychaeta
OWENFUSI	Owenia fusiformis	Annelida	Polychaeta
PARAFULG	Paraonis fulgens	Annelida	Polychaeta
PHYLMACU	Phyllodoce maculata	Annelida	Polychaeta
PHYLMUCO	Phyllodoce mucosa	Annelida	Polychaeta
PHYLROSE	Phyllodoce rosea	Annelida	Polychaeta
PYGOELEG	Pygospio elegans	Annelida	Polychaeta
SCOLBONN	Scolecopsis bonnieri	Annelida	Polychaeta
SCOLSP*J	Scolecopsis species juveniel	Annelida	Polychaeta
SCOLSQUA	Scolecopsis squamata	Annelida	Polychaeta
SIGAMATH	Sigalion mathildae	Annelida	Polychaeta
SPIOMART	Spio martinensis	Annelida	Polychaeta
SPIPBOMB	Spiophanes bombyx	Annelida	Polychaeta
APHEOVAL	Apherusa ovalipes	Crustacea	Amphipoda
ATYLFALC	Atylus falcatus	Crustacea	Amphipoda
ATYLSWAM	Atylus swammerdami	Crustacea	Amphipoda
BATHELEG	Bathyporeia elegans	Crustacea	Amphipoda
GAMMZADD	Gammarus zaddachi	Crustacea	Amphipoda
HAUSAREN	Haustorius arenarius	Crustacea	Amphipoda
LEUCINCI	Leucothoe incisa	Crustacea	Amphipoda
MEGAAGIL	Megaluropus agilis	Crustacea	Amphipoda
MICPMACU	Microtopus maculatus	Crustacea	Amphipoda
PERILONG	Perioculodes longimanus	Crustacea	Amphipoda
PHTIMARI	Phtiscica marina	Crustacea	Amphipoda
PONTALTA	Pontocrates altamarinus	Crustacea	Amphipoda

Soortcode	Latijnse naam	Phylum	Group
STENMONO	Stenothoe monoculodes	Crustacea	Amphipoda
SYNCHAPL	Synchelidium haplocheles	Crustacea	Amphipoda
UROTREV	Urothoe brevicornis	Crustacea	Amphipoda
UROTPOSE	Urothoe poseidonis	Crustacea	Amphipoda
COPEPODA	Copepoda species	Crustacea	Copepoda
DIASBRAD	Diastylis bradyi	Crustacea	Cumacea
PSEULONG	Pseudocuma longicornis	Crustacea	Cumacea
CRANCRAN	Crangon crangon	Crustacea	Decapoda
DIOGPUGI	Diogenes pugilator	Crustacea	Decapoda
LIOCHOLS	Liocarcinus holsatus	Crustacea	Decapoda
LIOCVERN	Liocarcinus(Polybius) vernalis	Crustacea	Decapoda
PAGUBERN	Pagurus bernhardus	Crustacea	Decapoda
PAGUSCUL	Pagurus sculptimanus	Crustacea	Decapoda
PORTLATI	Portunus latipes	Crustacea	Decapoda
GASTSPIN	Gastrosaccus spinifer	Crustacea	Mysidacea
SCHIKERV	Schistomysis kervillei	Crustacea	Mysidacea
ECHICORD	Echinocardium cordatum	Echinodermata	Echinoidea
OPHITEXT	Ophiura texturata	Echinodermata	Ophiuridea
ABRAALBA	Abra alba	Mollusca	Bivalva
DONAVITT	Donax vittatus	Mollusca	Bivalva
ENSISP*J	Ensis species	Mollusca	Bivalva
ENSISPEC	Ensis spec.	Mollusca	Bivalva
MACOBALT	Macoma balthica	Mollusca	Bivalva
MACTSTUL	Mactra stultorum	Mollusca	Bivalva
MYSEBIDE	Mysella bidentata	Mollusca	Bivalva
MYTIEDUL	Mytilus edulis	Mollusca	Bivalva
MYTISP*J	Mytilus spec.juv.	Mollusca	Bivalva
TELLFABU	Tellina fabula	Mollusca	Bivalva
TELLTENU	Tellina tenuis	Mollusca	Bivalva
TMYAFERR	Tellimya ferruginosa	Mollusca	Bivalva
NEMATOSP	Nematoda species	Nematoda	Nematoda
NEMERTSP	Nemertinae species	Nemertea	Nemertinea
SAGITTSP	Sagitta spec.	Chaetognatha	Chaetognatha
ACTINASP	Actinaria spec.	Cnidaria	Cnidaria
AMMOSPEC	Ammodytes spec.	Chordata	Pisces