

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68

1970 AB IJmuiden

Tel.: 0255 564646

Fax.: 0255 564644

Internet: postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77

4400 AB Yerseke

Tel.: 0113 672300

Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C022/04

EVA II Rapport F5: De gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken, een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw.

A.C. Smaal¹, M.R. van Stralen², K. Kersting³ & N. Dankers⁴.

¹RIVO-CSO, ²MarinX, ³Kersting Ecosystem Research, ⁴Alterra

Opdrachtgever:

Alterra

Postbus 167

1790 AD Den Burg, Texel

Project nummer:

3.01.12190.06.422

Contract nummer:

010129

Akkoord:

A.C. Smaal

Hoofd Centrum voor Schelpdieronderzoek

Handtekening:

Datum:

maart 2004

Aantal exemplaren:

10

Aantal pagina's:

93

Aantal tabellen:

6

Aantal figuren:

19

Aantal bijlagen:

4

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam
nr. 34135929
BTW nr. NL 808932184B09.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO 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.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting	4
1. Inleiding	8
1.1 Vraagstelling	8
1.2 Opdracht onderzoek	10
1.3 Uitvoering	10
2 Materiaal en methode	11
2.1 Proefopzet	11
2.2 Keuze van te bevissen banken, deelgebieden en referentiebanken	13
2.3 Keuze uitzaailocaties	14
2.4 Uitbakenen en T0-meting	14
2.5 Wijze van bevissing	17
2.6 Veldwerk	20
2.6.1 Kwantificering areaal, bedekking, biomassa en slibdikte	20
2.6.2 Bewerking van de gegevens	21
2.7 Luchtfoto-surveys	23
2.7.1 Uitvoering	23
2.7.2 Beeldanalyse - digitaal	24
2.8 Statistische verwerking	25
3 Resultaten	26
3.1 Veldwerk	26

3.1.1 Uitgangssituatie.....	26
3.1.2 Direct effect van bevissing	27
3.1.3 Ontwikkeling van de banken.....	29
3.1.4 Natuurbouwlocaties	35
3.2 Luchtfotografie	36
3.2.1 Kwantitatieve beeldanalyse.....	36
3.2.2 Bedekkings percentages	37
3.2.3 Relatieve veranderingen	39
3.2.4 Kwalitatieve analyse overleving mosselbanken	41
3.2.5 Verder luchtfotoanalyse: voorkomen vogels	43
4 Discussie	44
4.1 Uitvoering van het experiment	44
4.2 Autonome ontwikkeling	47
4.3 Effecten van de bevissing	49
4.4 Vergelijking met littorale mosselzaadvisserij in de Duitse waddenzee	50
4.5 Aanleg littorale mosselbanken: natuurbouw	52
4.6 Beleidsrelevantie.....	52
5 Conclusies	53
Referenties	55
Bijlage 1 Ontwikkeling van de banken en visserij activiteit	57
Bijlage 2 Karakteristieken van de raaien.....	66
Bijlage 3.....	74
Bijlage 3.1 Vluchtgegevens	74
bijlage 3.2 Beoordeling banken.....	76
Bijlage 3.3 Ontbrekende schattingen bedekkingpercentages.....	86
Bijlage 4 audit.....	87

Samenvatting

In het EVA II project is de vraag aan de orde wat de effecten zijn van visserij op mosselzaadbanken. Uit de literatuur blijkt dat mosselen de bodem kunnen stabiliseren, en dat visserij kan leiden tot het grotendeels verdwijnen van mosselbanken (collateral damage). Er wordt echter ook gesteld dat mosselzaadbanken een inherente instabiliteit kunnen vertonen ten gevolge van slibophoping. Bevissing zou dan de stabiliteit kunnen bevorderen. Deze constatering sluit aan bij ideeën uit de visserijsector, verwoord door mosselkweker J. Louwerse en bekend als de Janlouw hypothese. Deze hypothese stelt dat gedeeltelijke bevissing van mosselzaadbanken (uitdunnen) een positieve uitwerking heeft op de kansen dat zo'n jonge bank blijft voortbestaan. De gedachte is dat uitdunnen stabiliserend werkt doordat de ophoping van slib op een mosselzaadbank wordt tegengegaan, en slibophoping wordt als destabiliserende factor beschouwd.

Dankzij de omvangrijke mosselzaadval op de platen in de Waddenzee in de zomer van 2001 was het mogelijk een experimenteel onderzoek te doen naar de effecten van visserij op de ontwikkeling van zaadbanken. Tevens is van de gelegenheid gebruik gemaakt om te onderzoeken in hoeverre de ontwikkeling van het areaal mosselbanken kan worden gestimuleerd door mosselen uit te zaaien op kansrijke locaties elders op de platen in de Waddenzee.

In opdracht van het Ministerie van LNV en met medefinanciering van de schelpdiersector is het onderzoek in najaar 2001 van start gegaan. Op basis van een inventarisatie in september is een tiental banken geselecteerd voor bevissing. De banken zijn geselecteerd op basis van ligging, omvang en de mate van bezetting van de bank met mosselzaad. De gekozen banken lagen in hoofdzaak op volgens de habitatkaart relatief instabiele locaties. Per bank is een tweetal aangrenzende vakken uitgezet van elk ca 10 ha. Eén vak diende als controle en het andere vak werd bevist. Welke van de twee vakken is bevist is daarbij willekeurig gekozen. Statistische toetsing heeft plaatsgevonden per bank door paarsgewijze vergelijking van de vakken. In de omgeving van de geselecteerde banken zijn in totaal ook 11 geheel onbeïnvloede "referentiebanken" onderzocht. De referentiebanken zijn om praktische redenen, net als de experimentele banken, niet random gekozen. Verder zijn 5 natuurbouwlocaties van elk 5 ha uitgekozen in gebieden die op basis van onder andere de habitatkaart kansrijk werden geacht voor de vorming van stabiele mosselbanken.

Voorafgaande aan de bevissing zijn de vakken uitgebakend en is in oktober de beginsituatie (T0) gekwantificeerd, waarbij de grootte van de bank, de bedekking, de biomassa en de slibdikte zijn

gemeten. De bedekking is bepaald door tijdens laagwater lopend over een aantal raaien om de 2 m te scoren of er geen, matig of veel mosselen lagen. Van deze raaien is ook de biomassa en het sediment bemonsterd. Deze metingen zijn verder direct na bevissing in november/december (T1) en na de winter (T2, juni 2002) herhaald. De contouren van de banken zijn bepaald via inlopen met behulp van GPS, en het oppervlak is daaruit berekend. De contouren zijn ingemeten in oktober 2001 (T0) en in mei 2002 (T2), voor zowel de experimentele banken als voor de referentiebanken. Deze metingen vonden plaats in het kader van de jaarlijkse schelpdierinventarisatie en de daarbij behorende kartering van alle mosselbanken.

De bedekking van de banken is ook d.m.v. luchtfotografie onderzocht. De luchtfotosurveys van oktober (T0), december (T1), en juni 2002 (T2) zijn gebruikt voor ijking met de grondsveys. Luchtfotosurveys zijn verder uitgevoerd op een aantal tijdstippen gedurende winter en voorjaar, waarbij ook de referentiebanken in beeld zijn gebracht. Tevens zijn de aantallen meeuwen op de beviste en controle vakken van de luchtfoto's afgelezen.

De visserij is door een twintigtal mosselkwekers uitgevoerd op een wijze en tot een einddichtheid die naar hun overtuiging een goede kans oplevert voor de mosselbank om de winter te overleven en zich verder te ontwikkelen. Dit betekent dat op banken met een hoge dichtheid langer is gevisst dan op banken met een lagere begindichtheid. De bevissing varieerde over verschillende banken van 0.2 tot 2 uur vissen per hectare. Hoge zowel als lage inspanningen resulteerden in ongeveer dezelfde dichtheden na afloop van de visserij.

In totaal is er 1.61 mln kg versgewicht (16.059 mosselton) mosselzaad opgevisst. Een deel van het mosselzaad, nl 0.5 mln kg is overgebracht naar de 5 locaties die geschikt leken voor natuurbouw. Op elke locatie van 5 ha is 0.1 mln kg mosselzaad uitgezaaid in een dichtheid van gemiddeld 2 kg/m².

Direct na de visserij (T1) resteerde er in de controlevakken 54 % en in de beviste vakken 30 % van de oorspronkelijke biomassa. Op grond van de overleving in de controle en de beviste vakken op T1 kan een natuurlijke sterfte worden vastgesteld van 46 % en een visserijsterfte van 44 %.

Zoals verwacht is de bedekking in de beviste vakken na de visserij lager dan in de controlevakken. In de winter neemt de bedekking van de controlevakken evenwel statistisch significant sterker af dan van de beviste vakken. Beide effecten compenseren elkaar, met als eindresultaat dat de bedekking in termen van de scores "1" (alleen hoge bedekking) na de winter niet meer aantoonbaar verschilt tussen de controle en de beviste vakken. Ook de biomassa en omvang van de banken (areaal) zijn op T2 statistisch niet te onderscheiden. Worden echter ook de gedeelten van de mosselbank met een wat lagere bezetting met mosselen in beschouwing genomen (scores + en 1), dan blijkt de bedekking op de beviste

vakken (23% bedekt) in het voorjaar significant hoger dan op de vakken die niet zijn bevestigd (18% bedekt)

De luchtfoto's bevestigen deze waarnemingen, zij het dat de lage dichtheden mosselen op deze foto's niet zichtbaar waren. De slibdiktemetingen bleken niet goed interpreteerbaar doordat de ondergrond een juiste vaststelling van de referentiehoogte niet toeliet.

Van het areaal van de vis- en controlevakken resteert na de winter nog ca 35 % van het oorspronkelijke oppervlak. Er zijn grote verschillen in afname van het areaal tussen de banken. Dit geldt ook voor de referentiebanken, waarvan gemiddeld eveneens ca 35 % van het areaal resteert in mei 2002. Uit het verloop in areaalafname, en de waargenomen aantallen meeuwen op de bevestigde en controle vakken wordt afgeleid dat predatie de geconstateerde afname van het mosselbestand op de platen niet kan verklaren. Stormschade is meer waarschijnlijk, ook gezien de grote verschillen in overlevingskansen van de banken.

Op de natuurbouwlocaties zijn de in november uitgezaaide mosselen op T1 aangetroffen op alle locaties maar in verschillende dichtheden. Op twee locaties was toen al het merendeel verdwenen. In het voorjaar (op T2) zijn mosselen aangetroffen op twee van de vijf locaties, met een bedekking van 10 - 20 %. Dit waren beide locaties waar in het verleden mosselbanken en percelen hebben gelegen. Op de overige locaties was alles verdwenen.

Tot slot kan worden vastgesteld dat de resultaten van belang kunnen zijn voor de toekomstige inrichting van het schelpdiervisserijbeleid. Een positief effect van bevissing op de stabiliteit van droogvallende mosselzaadbanken kan uit dit experiment niet worden opgemaakt, maar wegvissen van instabiele zaadbanken en het ontzien van stabiele banken in littoraal en sublittoraal zou kunnen bijdragen aan het realiseren van win-win situaties. Voorwaarde is dat bekend is welke zaadbanken instabiel zijn.

Uit de resultaten van het onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

1. Het experiment is naar behoren verlopen wat betreft de kwantificering van het effect van visserij op bedekking en areaal van de mosselzaadbanken. De luchtfotosurveys geven een bevestiging van de uitkomsten van de grondbemonsteringen. Echter, de biomassa bepaling moest tussentijds worden bijgesteld, en de slibmetingen zijn niet bruikbaar gebleken. De visserij is volgens de gemaakte afspraken verlopen, behalve op bank 12, die uit de analyse moest worden geschrapt.
2. Van de mosselzaadbanken is door natuurlijke factoren een groot deel verdwenen tussen oktober 2001 en mei 2002. Wegspoelen door storm is waarschijnlijk de belangrijkste factor geweest.

3. Vissen volgens de Jan Louw hypothese heeft geen aantoonbaar positief effect gehad op de ontwikkeling van de geselecteerde mosselzaadbanken in termen van areaal, biomassa en dichte bedekking. Indien de totale bedekking in de analyse betrokken wordt blijken in de beviste vakken aan het eind van het experiment meer met mosselen bedekte delen voor te komen. Dit is van beperkte betekenis in vergelijking met de grote natuurlijke afname in bedekking en biomassa in de loop van de winter, en de afname door visserij op de beviste vakken in het begin van de winter. Het netto resultaat hangt af van de bestemming van de weggeviste mosselen en hun betekenis in de voedselketen.
4. Uit het onderzoek kan niet worden afgeleid dat de stabiliteit van mosselzaadbanken wordt bevorderd als gevolg van slib en biomassa verwijdering door visserij. De resultaten geven daarmee geen uitsluitel over het mechanisme van de Janlouw hypothese.
5. De hypothese die stelt dat visserij extra schade oplevert (collateral damage) wordt niet gesteund door de resultaten van dit onderzoek.
6. Uit het verzaaien van mosselen in het littoraal blijkt dat het mogelijk is in de Waddenzee littorale mosselbanken aan te leggen. Locaties waar in het verleden mosselbanken aanwezig zijn geweest lijken relatief kansrijk ten opzichte van de andere locaties van dit onderzoek.

1. Inleiding

1.1 Vraagstelling

Het schelpdierbeleid van de Nederlandse overheid is onder andere gericht op de aanwezigheid van een ruim areaal mosselbanken op droogvallende platen in de Waddenzee. Daartoe worden volgens het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij Kustwateren 1999 – 2003 (LNV, 1999) voorwaarden gecreëerd voor het ontstaan van 2000 – 4000 ha mosselbanken. Deze voorwaarden bestaan uit het beperken van de mosselzaadvisserij op bestaande mosselbanken en van de kokkelvisserij in gebieden die potentieel geschikt zijn voor het ontstaan van nieuwe mosselbanken. In het kader van de evaluatie van het schelpdierbeleid is met betrekking tot het ontstaan en de ontwikkeling van littorale mosselbanken een aantal onderzoeksvragen geformuleerd welke in het EVAII onderzoek zijn opgenomen. Een aantal onderdelen daarvan zijn inmiddels afgerond en gerapporteerd. Dit betreft de vraag wat wordt verstaan onder een stabiele mosselbank (Brinkman et al., 2002), welke locaties als potentieel geschikt beschouwd kunnen worden (Brinkman & Bult, 2002) en welke omvang het areaal mosselbanken in het verleden heeft gekend (Van Stralen, 2002; Dankers et al., 2003). Een belangrijke vraag in het EVA II project die in dit kader nog niet eenduidig kon worden beantwoord betreft de effecten die visserij heeft op de ontwikkeling van mosselbanken (Ens et al., 2000). Uit de literatuur blijkt dat mosselen de bodem kunnen stabiliseren (Widdows, 2002) en dat visserij kan leiden tot het verdwijnen van veel meer areaal en biomassa dan het deel dat wordt geoogst: 'collateral damage' (Herlyn & Millat, 2000). Dit sluit aan bij Collie et al (2000), die ingaan op de effecten van bodemberoerende visserij op het bodemleven. Hoewel het hier geen studie van mosselbanken betreft is hun bevinding relevant, nl dat biogene structuren verloren gaan door visserij.

Anderzijds wordt echter ook gesteld dat nieuw gevormde mosselzaadbanken een inherente instabiliteit vertonen ten gevolge van slibophoping, waardoor het mosselbed steeds meer boven het maaiveld uit gaat steken en daardoor gevoeliger wordt voor golven en stroming (Seed, 1976). Deze constatering sluit aan bij ideeën uit de visserijsector, verwoord door mosselkweker J. Louwerse en bekend als de Janlouw hypothese. Deze hypothese stelt dat **'gedeeltelijke bevissing van mosselzaadbanken (uitdunnen) een positieve uitwerking heeft op de kansen dat een jonge bank blijft voortbestaan'**. De gedachte is dat uitdunnen stabiliserend werkt doordat de ophoping van slib op een mosselzaadbank wordt tegengegaan,

en slibophoping wordt als destabiliserende factor beschouwd. Het uitdunnen van de banken zou leiden tot opwerveling en verdwijnen van een gedeelte van het al geaccumuleerde slib en de verdere ophoping van slib zou minder snel verlopen omdat er na visserij minder mosselen zijn. Het gevolg is dat de bank daardoor minder ver boven het maaiveld uitsteekt en de ondergrond van mosselbanken stabiel wordt, waardoor de bank en het daarop achtergebleven mosselzaad zich beter kunnen handhaven onder stormcondities (mond. med. J. Louwerse, zie ook werkplan EVAII-F5, 2001). De visserijsector hecht veel belang aan het op deze manier verkrijgen van mosselzaad omdat het kwalitatief hoogwaardig wordt geacht (ODUS, 2001). De omvangrijke mosselzaadval op de platen in de Waddenzee in 2001 maakte het mogelijk een experimenteel onderzoek te doen naar de effecten van visserij op de ontwikkeling van zaadbanken. Tevens is van de gelegenheid gebruik gemaakt om te onderzoeken in hoeverre de ontwikkeling van het areaal mosselbanken op platen kan worden gestimuleerd door mosselen uit te zaaien op kansrijke locaties elders in de Waddenzee. De onderzoeksvragen waarop het experiment een antwoord zou moeten geven luiden:

1. Wat is het gevolg van visserij volgens de JanLouw hypothese op areaal, bedekking en biomassa van de mosselzaadbanken in vergelijking met niet beviste banken?
2. Hoe kunnen de waarnemingen worden verklaard?
3. Is het mogelijk door natuurbouw de ontwikkeling van het areaal mosselbanken te versnellen
4. In hoeverre kunnen de uitkomsten worden gebruikt bij het evalueren van het schelpdiervisserijbeleid.

De hoofdvraag van het onderzoek, - vraag 1- is in de volgende deelvragen onderverdeeld:

- a – wat is het directe effect van bevissing op bedekking en biomassa (T0 – T1)
- b – wat is het verschil in overleving van de na bevissing achtergebleven mosselen in beviste en onbeviste vakken (T1 – T2)
- c – wat is het overall effect van bevissing op bedekking, biomassa en areaal (T0 – T2)

Deze vragen zijn in de volgende, eenzijdig te toetsen, hypothesen vertaald (H1):

- a : door bevissing zijn bedekking en biomassa in de beviste vakken lager dan in de controle vakken
- b : na bevissing is de afname in bedekking en biomassa in de beviste vakken lager dan in de controle vakken
- c : de afname in bedekking, biomassa en areaal is over de gehele periode in de beviste vakken lager dan in de controle vakken

1.2 Opdracht onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het EVA II project in opdracht van Directie Visserij van het Ministerie van LNV en met medefinanciering van de Coöperatieve Producenten Organisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur. De opdracht is verleend in september 2001 toen duidelijk was dat de omvangrijke zaadval van zomer 2001 voldoende mogelijkheden bood voor uitvoering van het onderzoek. Door opdrachtgever is een vergunning in het kader van de NB-wet aangevraagd en verkregen. Door NB organisaties is daar bezwaar tegen aangetekend. Door tussenkomst van de Raad van State is de opschortende werking van de bezwaarschriften gestuit; de uitvoering van het experiment is uiteindelijk ruim 1 week later gestart dan gepland (op 16 oktober 2001 ipv op 8 oktober: zie werkplan EVAll-F5, 2001).

1.3 Uitvoering

De uitvoering van het onderzoek bestond uit het selecteren van geschikte locaties (september 2001), het vastleggen van de uitgangssituatie (T0, oktober 2001), het gecontroleerd bevissen door schepen van de mosselsector en het uitzaaien van de geoogste mosselen op uitzaailocaties en op kweekpercelen (oktober/november 2001), het vastleggen van de situatie direct na bevissing (T1, december 2001), het monitoren van de ontwikkelingen via luchtfotosurveys, en het vastleggen van de situatie na de winter (T2, juni 2002). Het veldwerk is uitgevoerd door buro marinX en het RIVO en met hulp van Alterra. De coördinatie met de vissers was in handen van buro marinX, en de luchtfotosurveys zijn uitgevoerd door Kersting Ecosystem research en Alterra.

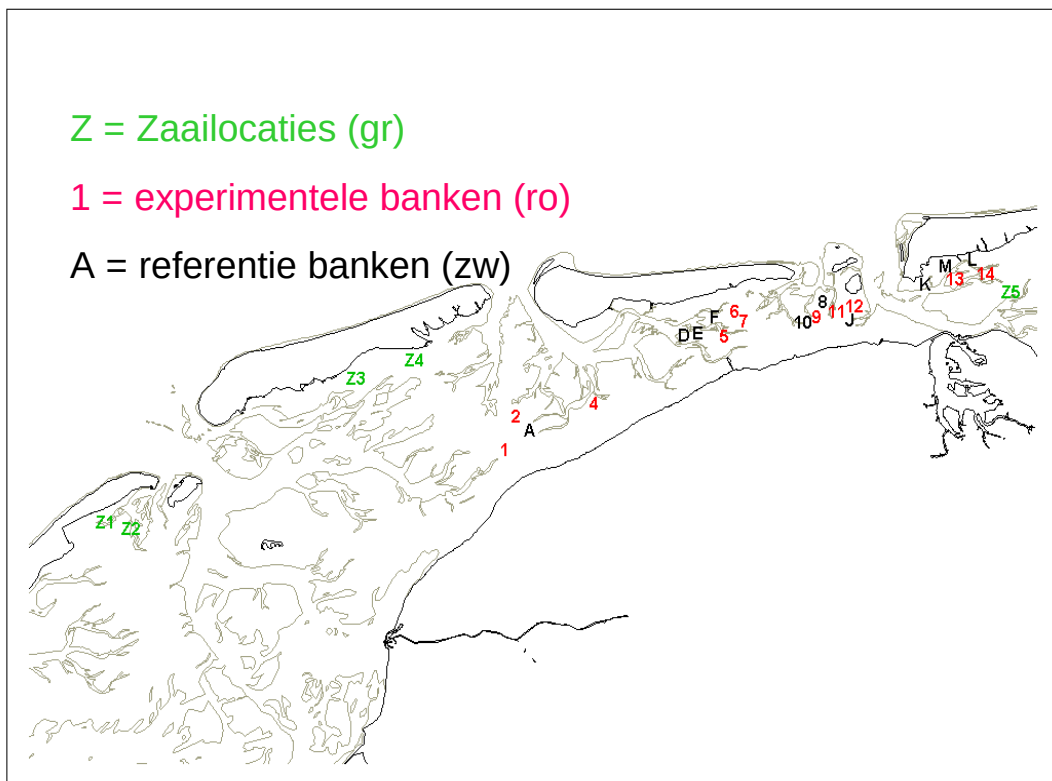
Dankwoord

Het onderzoek is uitgevoerd met hulp van de Visserijkundig Ambtenaren en de bemanningen van de LNV schepen Stormvogel, Cornelis Bos, Harder, Krukel en de Phoca. Voor de uitbakening is gebruik gemaakt van de BRU24, BRU 68 en de WR 238. De experimentele bevissing is uitgevoerd door een twintigtal schepen, nl YE 18, 36, 38, 57, 62, 69, 79, 96, 110, BRU 8, 14, 19, 24, 27, 48, 68, 72 en de ZZ 5, 7, 10.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

Er is gekozen voor een vergelijkend onderzoek van beviste en onbeviste gedeelten van 10 mosselzaadbanken. Hiervoor is gekozen omdat de overlevingskansen van banken van nature onderling vaak sterk verschillen. Deze fluctuaties hangen samen met de ligging van de banken maar ook met de actuele omstandigheden op betreffende banken omtrent bijvoorbeeld de dichtheid mosselzaad en de daarmee samenhangende accumulatie van slib. In de gekozen opzet wordt variatie tussen banken als co-variabele meegenomen. De gevoeligheid van de bijbehorende statistische analyse, gericht op het aantonen van de aan- of afwezigheid van de veronderstelde visserijeffecten, is met deze proefopzet groter dan in een situatie waarin het onderzoek is gebaseerd op een onderlinge vergelijking van geheel beviste en onbeviste mosselbanken. Bij het gedeeltelijk bevissen van mosselbanken bestaat echter de mogelijkheid dat uitstralingseffecten optreden die de uitkomsten beïnvloeden, bijvoorbeeld doordat de vissende schepen ook het niet te bevissen gedeelte beïnvloeden (invloed schroeven) of doordat tijdens stormen mosselen uit het onbeviste gedeelte van de bank in het beviste gedeelte spoelen en omgekeerd. Daarom zijn ter controle aanvullend 11 banken in het onderzoek betrokken waar in het geheel niet is gevist. Op deze laatste banken heeft een minder uitgebreid meetprogramma plaatsgevonden dan op de locaties waar is gevist. Opgemerkt wordt dat de selectie van de "referentie banken" niet willekeurig heeft plaatsgevonden. Bij de interpretatie van de uitkomsten van statistische analyses moet daarmee rekening worden gehouden. De beviste banken worden aangeduid als "experimentele banken" met daarin een bevist ("VIS") en een controle vak ("CON"). De geheel onbeviste banken worden verder aangeduid als "referentie banken" (Fig 2.1).



Figuur 2.1. Overzicht van de locaties van de mosselzaadbanken van dit onderzoek: Z = zaaibanken (groen), 1 – 14 = experimentele banken (rood) , A – K + 8 en 10. = Referentiebanken (zwart).

2.2 Keuze van te bevissen banken, deelgebieden en referentiebanken

Bij de selectie van mosselbanken die voor bevissing in aanmerking komen is gebruik gemaakt van de uitkomsten van de inventarisatie van mosselbanken in september 2001. Daarbij is uitgegaan van de volgende randvoorwaarden:

1. Banken in de permanent gesloten gebieden, inclusief de 5% contour, mogen niet worden bevist
2. Er wordt alleen gevist in nieuwe zaadbanken.
3. De biomassa en structuur van de bank moeten zodanig zijn dat bevissing volgens de JanLouw-hypothese zinvol is. Dit betreft banken met een voldoende hoge dichtheid zaadmosselen en waar de mosselen relatief los liggen.
4. De banken moeten voldoende groot zijn voor de aanleg van een te bevissen en een controlevak, inhoudende een oppervlak van ca 2 maal 10 hectare.
5. Om uitstralingseffecten zo veel mogelijk te vermijden hebben banken die in twee gedeelten kunnen worden gesplitst de voorkeur boven onderzoeksvakken in grotere complexen.
6. Ten behoeve van de efficiëntie van meetcampagnes dienen de banken per schip bereikbaar te zijn vanuit Holwerd of Lauwersoog, zonder dat daarbij een wantij moet worden gepasseerd.

Op grond van deze criteria zijn 15 voor bevissing geschikte locaties geselecteerd (figuur 2.1). Daarbij bleek niet te kunnen worden ontkomen aan de situering van onderzoekslocaties in de grotere complexen mosselzaadbanken. De meeste banken lagen op volgens de habitatkaart instabiele locaties, alleen bank 6 en 13 vallen in de categorie stabiel, en banken 5, 9 en 12 in de categorie matig stabiel.

Een vijftiental banken is in kaart gezet als mogelijke referentiebank. In deze categorie vielen banken die 1) qua oppervlak te klein waren om te worden bevist (<20 ha) 2) gedeelten van de grote complexen gelegen op een afstand van meer dan 500 m van de te bevissen vakken en 3) banken van op zich geschikte afmeting en samenstelling binnen de 5% contourgebieden. De reden dat meer locaties in kaart zijn gezet dan nodig voor de proef is dat pas half oktober met het onderzoek kon worden gestart en er rekening mee moest worden gehouden dat een deel van de mosselbanken inmiddels was aangetast of verdwenen, hetgeen inderdaad het geval bleek te zijn.

Van de beoogde vakken binnen de experimentele banken is voor de uitbakening aselect bepaald welke van beide vakken diende te worden bevist.

2.3 Keuze uitzaailocaties

Ten behoeve van het onderdeel natuurbouw zijn 5 locaties uitgezet van elk 5 ha. Het betreft locaties die volgens de meest recente versie van de habitatkaart (Brinkman & Bult, 2002) relatief stabiel zijn (binnen de 2% contour). Dit betreft de locaties Z1 en Z2 bij Vlieland, Z3 en Z4 bij Terschelling en Z5 bij Lauwersoog. Drie van deze locaties (Z1, Z3 en Z4) zijn min of meer aselekt gekozen, met als randvoorwaarde dat zij in verband met de bereikbaarheid met geladen mosselschepen voldoende laag in de intergetijde zone liggen. Locatie Z2 is naast de voorspelde geschiktheid op de habitatkaart gekozen omdat hier begin jaren negentig nog mosselbankjes zijn aangetroffen maar daarna niet meer zijn teruggekeerd. Locatie Z5 is een locatie waar (in de nabijheid) in de jaren 50 en 60 mosselen werden gekweekt. (Fig 2.1)

2.4 Uitbakenen en T0-meting

periode

Het uitbakenen van de mosselbanken en het vastleggen van de uitgangssituatie (T0-meting) heeft plaatsgevonden tussen 15 oktober en 2 november 2001. Dit werk heeft plaatsgevonden met de WR238 (locaties 4 t/m 14) en de BRU24 (locatie 2). Tijdens het veldwerk bleek al snel dat sinds de inventarisatie in september mosselzaad was verdwenen. Dit varieerde van verlaagde dichtheden, gedeelten van banken die zijn weggeslagen tot banken die in zijn geheel niet meer konden worden teruggevonden. De ligging van de vakken is daarom gedeeltelijk aangepast. De toewijzing van VIS en CON vakken is opnieuw gerandomiseerd. Uiteindelijk is 228 ha voor visserij open te stellen gebied in de bakens gezet, waarvan 112 ha VIS vak en 116 ha CON vak. Daarbij moet worden opgemerkt dat door het rechte trekken van grenzen een deel van dit gebied bestaat uit kaal wad (zie figuren in bijlage 1). Het voor bevissing uitgebakende gebied besloeg per bank, inclusief deze gedeelten waar geen mosselen lagen, gemiddeld ca 11 ha (Tabel 1.1). De natuurbouwlocaties (Z1-4) nabij Vlieland en Terschelling zijn uitgebakend met de "Stormvogel" en met de BRU68. Locatie Z5 is uitgebakend met de WR238. Het gezamenlijk oppervlak van deze locaties is 25 ha.

plaatsen bakens

Rondom de te bevissen vakken zijn tijdens laagwater bamboe stokken geplaatst, welke tijdens het daaropvolgende hoogwater met het moederschip zijn vervangen door het in de bodem spuiten van de houten staken zoals die ook op kweekpercelen worden gebruikt. De positionering van het controlevak is alleen met GPS vastgelegd. In dit vak is één baken geplaatst als ijkpunt voor de te nemen luchtfoto's. In de ongestoorde referentiebanken zijn 2

bakens geplaatst. Om de staken vanuit de lucht beter zichtbaar te maken is in de top van alle bakens een witte kunststof zak gespijkerd. Achteraf bleken deze zakken slecht zichtbaar en waren het vooral de schaduwen van de bakens die op de foto's herkend konden worden.

positionering onderzoeksraaien

De bemonstering van de experimentele banken heeft plaatsgevonden op 3 vaste raaien per bank. Twee daarvan doorsnijden alleen het beviste dan wel controle gedeelte van de bank (verder aangeduid als "VIS" en "CON ") en lopen daarbij in het algemeen evenwijdig aan de scheidingslijn tussen beide gebieden. De derde raai loopt dwars op de twee eerstgenoemde raaien en kruist daarbij de grens tussen bevist en onbevist (code "DWARS"). Over de natuurbouwlocaties is één raai gelegd, diagonaal door het vak.

De raaien worden in het veld gepositioneerd door bamboestokken. Aan weerszijde van de raai zijn daarbij twee bamboestokken achter elkaar geplaatst die tijdens de bemonstering visueel steeds zo veel mogelijk in één lijn te worden gehouden. Omdat de kans groot is dat tijdens de visserij en gedurende de winter bamboes verloren gaan zijn in dezelfde lijn ijzerdraadjes verbonden aan een plankje ingegraven zodanig dat het draadje nog 15 cm boven de grond uitsteekt. Deze werkwijze maakt een zeer nauwkeurige en snelle herplaatsing van de bamboes mogelijk. Deze methode is effectief gebleken, waarbij gedurende het experiment alle ijzerdraadjes steeds konden worden teruggevonden.

*Tabel 1.1. Oppervlakte (ha) mosselbanken van vis en controle vakken en de referentie banken;
dit oppervlak is bepaald tijdens de inventarisatie in sept. 2001.*

Banknr.	opp op t0 VIS	CON	Geviste hoeveelheid
	Ha	ha	* 100 kg
2	11.058	13.441	2100
4	6.61	7.717	800
5	13.595	9.944	600
6	11.473	8.675	1400
7	9.685	12.578	1525
9	10.329	12.034	2300
11	8.528	9.187	1650
12	14.766	16.372	2100
13	9.31	10.444	1150
14	16.754	15.302	2440
totaal	112.108	115.694	16065
REF			
1	7.669		
A	7.979		
D	12.649		
E	10.319		
F	7.938		
10	15.488		
8	32.203		
K	13.594		
M	17.747		
L	9.141		
J	9.49		
totaal	144.217		

2.5 Wijze van bevissing

Overeenkomstig de procedure voor de reguliere mosselzaadvisserij is voor het bevissen van de banken een visplan opgesteld (dossier PO Mosselcultuur, 2001). Uitgangspunt daarbij was dat de banken op een wijze worden bevestigd die naar de overtuiging van de mosselkwekers zelf het meest geschikt is om de Jan Louw hypothese te toetsen. In het visplan zijn afspraken gemaakt over de fasering van de visserij, de inzet van het aantal schepen per bank en de hoeveelheden die per visperiode worden opgevestigd. De PO heeft toezicht gehouden op de naleving van het visplan. De verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de bevissing is bij de deelnemende kwekers gelegd. Aan hen is immers de keuze is om al dan niet door te vissen in relatie tot de nog aanwezige voorraad mosselzaad zoals die uit de vangsten en inspecties tijdens laagwater blijkt. Ook zal de kweker ter plaatse moeten beoordelen in hoeverre de waterstand voldoende is om zonder beschadiging van het mosselbed door de schroeven door te vissen. Het verloop van de visserij is wekelijks geëvalueerd en op basis daarvan is de planning zonodig is bijgesteld. Deze bijeenkomsten zijn ook gebruikt om de deelnemende kwekers te informeren en voor verdere instructie.

Gestart is met het bezaaien van de 5 natuurbouwlocaties met elk 0.1 mln kg (per 5 ha). Daaraan hebben 5 door de PO gecharterde schepen deelgenomen. In totaal zijn in twee perioden i.v.m. het getij 10 vrachten uitgezaaid met een totale biomassa van 0,515 mln kg. De gemiddelde zaaidichtheid was derhalve 2 kg/m². De dichtheid van 2 kg/m² is gekozen na overleg tussen experts van de betrokken instituten en op basis van een eerder uitzaaiexperiment (Ens & Alting, 1996). De in het werkplan genoemde waarde van 1 kg/m² werd te laag geacht. Het uitzaaiareaal was daarom geen 10 maar 5 ha per locatie. Het overige geviste mosselzaad is uitgezaaid op kweekpercelen (Tabel 1.1 en 2.1).

De bevissing van de banken kan verder als volgt worden gekenmerkt:

- Van de bedrijven die zich hebben aangemeld voor het experiment hebben er uiteindelijk 20 deelgenomen.
- Per visdag is het aantal in te zetten schepen en maximum vangstgrootte vastgesteld. Dit betrof 1 of 2 schepen per locatie en een maximum vangst van 60.000 kg per dag.
- De banken zijn via loting toegewezen aan de schepen.
- Bevissing was onderdeel van het lopende visplan voor de najaarsvisserij in 2001 en de daarin vastgestelde quota per bedrijf. Deelname aan het experiment leverde de individuele bedrijven dus geen extra zaad op.
- De vangsthoeveelheden zijn, conform de praktijk tijdens de mosselzaadvisserij uitgemeten door het Productschap Vis, of anderszins door één van de visserijkundig ambtenaren.

-
- De activiteiten van de vissers (visplaats, vistijd, waterdiepte, vangsthoeveelheden, waarnemingen tijdens laagwater etc.) zijn middels enquêteformulieren aan het RIVO gerapporteerd. Registraties van de black-box zijn aan het RIVO aangeleverd door de PO-mosselen.

De visserij heeft plaatsgevonden in de periode tussen 22 oktober en 15 november. Banken die op 22 oktober nog niet waren uitgebakend zijn later opengesteld. In tabel 2.1 is weergegeven wanneer de verschillende banken door de deelnemende schepen zijn bevist. De visserij is verlopen zoals afgesproken in het visplan, uitgezonderd bank 12 waar om nog onbekende redenen een aantal uren in het referentievak is gevist. Deze bank is in de verdere analyse daarom buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2.1. Overzicht van tijdstip, locatie en schip waarmee de experimentele bevissing is uitgevoerd.

Jan Louw visserij					
datum	schip	bank Nr	naam	vistijd 0.00 uur	bestemming
22 Oct	BRU14	14	Brakz.gat-O	4.18	natuurbouw
22 Oct	YE38	14	Brakz.gat-O	1.00	natuurbouw
22 Oct	YE62	14	Brakz.gat-O	2.17	natuurbouw
23 Oct	BRU14	14	Brakz.gat-O	1.50	natuurbouw
23 Oct	YE38	12	Paesens-O	2.00	natuurbouw
23 Oct	YE62	7	Ameland-Z	1.50	natuurbouw
24 Oct	BRU27	12	Paesens-O	3.00	natuurbouw
24 Oct	YE38	12	Paesens-O	1.50	natuurbouw
24 Oct	YE62	7	Ameland-Z	2.50	natuurbouw
30 Oct	BRU14	6	Ameland-N	4.67	perceel
30 Oct	YE110	9	Wier.wad	3.00	perceel
30 Oct	YE18	11	Paesens-W	3.17	perceel
30 Oct	YE38	7	Ameland-Z	3.75	perceel
30 Oct	YE57	5	Zuiderspruit	2.75	perceel
30 Oct	YE62	6	Ameland-N	5.83	perceel
30 Oct	YE69	13	Brakz.gat-W	3.08	perceel
30 Oct	YE79	12	Paesens-O	3.25	perceel
30 Oct	YE96	9	Wier.wad	3.00	perceel
31 Oct	BRU19	7	Ameland-Z	4.50	perceel
31 Oct	BRU48	12	Paesens-O	3.25	perceel
31 Oct	BRU68	6	Ameland-N	4.00	perceel
31 Oct	ZZ10	9	Wier.wad	3.50	perceel
31 Oct	ZZ5	11	Paesens-W	3.75	perceel
05 Nov	BRU27	4	Abt-O	4.50	natuurbouw
12 Nov	BRU14	2	Abt-W	2.17	natuurbouw
12 Nov	BRU27	2	Abt-W	1.17	natuurbouw
12 Nov	YE18	2	Abt-W	1.75	natuurbouw
14 Nov	BRU14	6	Ameland-N	3.17	perceel
14 Nov	BRU27	11	Paesens-W	4.00	perceel
14 Nov	BRU48	14	Brakz.gat-O	2.00	perceel
14 Nov	YE1	9	Wier.wad	2.00	perceel
14 Nov	YE110	2	Abt-W	2.50	perceel
14 Nov	YE157	4	Abt-O	2.75	perceel
14 Nov	YE18	6	Ameland-N	3.25	perceel
14 Nov	YE57	13	Brakz.gat-W	2.83	perceel
14 Nov	YE62	7	Ameland-Z	3.00	perceel
14 Nov	YE69	9	Wier.wad	3.00	perceel
14 Nov	YE69	13	Brakz.gat-W	3.00	perceel
14 Nov	ZZ10	7	Ameland-Z	2.50	perceel
14 Nov	ZZ5	11	Paesens-W	4.00	perceel
14 Nov	ZZ7	2	Abt-W	2.50	perceel
15 Nov	BRU14	6	Ameland-N	2.33	perceel
15 Nov	YE1	9	Wier.wad	1.50	perceel

2.6 Veldwerk

2.6.1 Kwantificering areaal, bedekking, biomassa en slibdikte

De banken zijn bemonsterd direct voorafgaand aan de visserij (T0, periode eind oktober 2001), direct na de visserij (T1, eind november) en in de vroege zomer (T2, eerste helft van juni). De natuurbouwlocaties zijn bemonsterd na bezaaien (T1) en op T2.

Het overgrote deel van de banken is meerdere malen vanuit de lucht gefotografeerd (zie onder). Gegevens over de contouren waaruit de oppervlakte van de mosselbanken kan worden berekend zijn beschikbaar uit de jaarlijkse inventarisaties door het RIVO. Van belang zijn hier de inventarisaties in september 2001 en het voorjaar (maart-april) van 2002 (Kater, 2002) (Bijlage I).

Op de raaien van de experimentele banken en de natuurbouwlocaties zijn de volgende metingen verricht:

bedekking met mosselen

De bedekking is gemeten met behulp van een aan een stok verbonden PVC-ringetje welke al lopend over de raai om de twee stappen tegen de bodem is gedrukt. Dit ringetje heeft een diameter van 7 cm en is 1 cm hoog. De bedekking in het ringetje is gescoord in drie klassen: 0 (=geen mosselen), + (minder dan 50% bedekt) en 1 (>50% bedekt). Bij elke 5^{de} meting is een GPS-positie vastgelegd. Dit is gedaan om de opeenvolgende bemonsteringen zonodig te kunnen geo-refereren, bijvoorbeeld wanneer een specifieke mosselbult of visspoor in de tijd gevolgd zou moeten worden. Het tellen van het aantal stappen is daarvoor minder geschikt, omdat de lengte van de stappen varieert met de persoon die de monsters neemt en met de mate van slijkigheid van de bodem.

biomassa

Voor de omrekening van bedekking naar biomassa is om de 20 stappen een biomassa monster genomen, samenvallend met een punt waar ook een GPS-positie is vastgelegd. Aanvankelijk gebeurde dat door in een op het oog representatieve mosselbult in de directe nabijheid een monster te nemen met een steekbuisje.

Tijdens de T1-metingen in november is de methodiek veranderd door om de 20 stappen random 10 maal met het ringetje aan de stok in de directe omgeving te prikken en het eerste monster dat raak was op biomassa te bemonsteren. Was na 10 maal nog geen mossel(tros)

geraakt, dan werd dit punt verder overgeslagen. Per raai zijn de monsters bijeen gevoegd tot één verzamelmonster met een bekend bemonsterd oppervlak, op basis van het aantal submonsters X de diameter van het steekbuisje (7 cm). Van elk monster zijn tarapercentages, biomassa en lengteverdelingen bepaald. De monsters zijn daartoe uitgezocht waarbij mosselen zijn gescheiden van tarra, en van beide categorieën is het versgewicht bepaald (voor mosselen: inclusief schelp).

De aanleiding om de methode te wijzigen was dat in november op sommige banken nauwelijks nog mosselbulten aanwezig bleken, maar er op zich een behoorlijk bestand aan trosjes en losliggende zaadjes aanwezig was. Een tweede reden was dat de oorspronkelijke methode alleen inzicht geeft in de biomassa van bedekkingsklasse “1” en niet van “+”. Met name op raaien met relatief veel “+” scores is de totale biomassa daardoor niet goed te berekenen. De tweede methode is wel een afspiegeling van het areaal van het type “+” en “1” op betreffende raai.

slibdikte en -samenstelling

De slibdikte is om de 10 stappen, samenvallend met een GPS-positie, gemeten door een duimstok in de bodem te drukken tot op de harde ondergrond onder het mosselbed. Gaande het veldwerk bleek dat deze methode niet bruikbaar is. Voor pas gevallen mosselbanken op een harde ondergrond is deze methode wel geschikt. Op veel locaties bestond de ondergrond echter uit een sandwich van laagjes zanderige bodem en zachtere slik, waarbij gaande het onderzoek onderscheid tussen recente en oudere slibafzettingen nauwelijks mogelijk was. De gemeten slibdiktes zijn daardoor subjectief, temeer omdat deze door verschillende personen zijn verricht. Aan de representativiteit wordt dan ook sterk getwijfeld. Meer geavanceerde methoden zoals hoogtemetingen vanuit vaste punten waren in dit verband beter geweest. Deze methoden zijn echter tijdrovend en waren daarom binnen het bestek van dit project niet mogelijk.

Om de 20 stappen zijn ook bodemmonsters verzameld. Daartoe werd een steekbuisje met een diameter van 3 cm 5 cm diep in de bodem gedrukt. Dit leverde per raai één verzamelmonster op. Deze monsters zijn niet geanalyseerd om reden van de grote heterogeniteit in bodemsamenstelling binnen de raai en omdat ook hier vaak werd gemonsterd in oude afzettingen van al dan niet geconsolideerd slib.

2.6.2 Bewerking van de gegevens

Gegevens over de vangsten en daarvoor gepleegde visserij inspanning zijn afgeleid uit de enquêtes van de vissers. De inspanning per bank is uitgedrukt als het aantal uren per hectare dat er is gevist.

De black-box gegevens (waarmee de scheepsbewegingen worden geregistreerd en gecontroleerd) zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de verdeling van de inspanning binnen een bank. Voor nadere beschrijving van de black box technieken wordt verwezen naar Kamermans et al, 2003.

Zij zijn daarnaast gebruikt ter controle of de verschillende banken als bedoeld zijn bevist, of toch niet daarbuiten zoals op bank 12. Dit is tezamen met de contouren en de ligging van de raaien weergegeven in bijlage 1. Daaruit blijkt dat er soms boven het controlevak is gevaren. Dit komt doordat schepen na een vistrek moeten keren, en dit gebeurt buiten het visvak.

De verzamelde basisgegevens op de onderzoeksraaien zijn grafisch weergegeven in bijlage 2. Per vak zijn voor de bemonsterde raaien gemiddelde bedekkingspercentages berekend. Daarbij is uitgegaan van alle verzamelde gegevens in het betreffende vak, uitgezonderd de gegevens van de eerste 25m van de dwarsraai gemeten vanaf de scheiding met het naastgelegen vak. Deze laatste gegevens zijn buiten beschouwing gelaten in verband met mogelijke randeffecten op de scheiding tussen beide vakken, ook al zijn dergelijke effecten verder niet waargenomen. De bedekking van de banken (raaien) zijn berekend uitgaande van alleen de scores "1" en op basis van de scores "+" en "1" tezamen. De eerste benadering kan gezien worden als het gedeelte van de bank met een hoge dichtheid mosselen (cq. mosselbulten), het tweede als het totale areaal van de bank waar mosselen voorkomen. Hierbij zijn dus ook de dunner bedekte delen meegenomen die, vooral als het om een groot oppervlak gaat een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan de mosselbiomassa. Door combinatie van het areaal "+" en "1" met de verzamelde biomassamonsters is een schatting gemaakt van de gemiddelde biomassa op de raaien.

Veranderingen in de tijd zijn uitgedrukt als procentuele veranderingen in bedekking en biomassa tussen bijvoorbeeld T0 en T1. In de figuren en tabellen is de bedekking steeds uitgedrukt als percentage van het bemonsterde oppervlak en zijn de veranderingen daarin weergegeven als decimale fractie.

De visserijsterfte is berekend uit de biomassa zoals die op T0 en T1 is gemeten op de beviste en op de controlevakken. Uitgangspunt is

- 1) dat de natuurlijke sterfte (N) (incl. predatie) op de beviste locaties op zich niet verschillend is van die in de controle vakken en
- 2) dat de overlevingskans (P) van mosselen tussen T0 en T1 op de beviste gedeelten van de banken (Pvis) het gevolg is de visserijsterfte (F) en de natuurlijke sterfte (N) samen. De op deze wijze berekende P-waarden zijn niet gecorrigeerd voor eventuele groei. Dit is niet van invloed op de uitkomst van de paarsgewijze vergelijking van beviste en controlevakken.

De overlevingskans van mosselen in de controlevakken geeft aan hoe groot de kans is natuurlijke sterfte oorzaken te overleven:

$$P_{con} = B_{con_{T1}}/B_{con_{T0}} = 1-N$$

(Bcon = Biomassa controle vak).

De overlevings kans van mosselen op de beviste vakken wordt bepaald door de kans de natuurlijke sterfte te overleven (1-N) en de kans de visserij te overleven (1-F):

$$P_{vis} = B_{vis_{T1}}/B_{vis_{T0}} = (1-N) \times (1-F) = P_{con} \times (1-F).$$

Hieruit kan de visserijsterfte worden berekend:

$$F = 1-P_{vis}/P_{con}.$$

2.7 Luchtfoto-surveys

2.7.1 Uitvoering

Techniek

De luchtfotos zijn gemaakt met een Linhof Aero Technika 45 EL camera. De camera bestaat uit het eigenlijke camerahuis, een lens (AT Apo-Symmar 5.6/180), en een gemotoriseerde vacuüm rolfilm houder voor 15 meter 126 mm rolfilm. De opnamen werden gemaakt met een dia positief film, Agfa Aviphot Chrome 200 PE1.

De camera kan ingebouwd worden in een door Huxley Bertram Engineering Limited (Cambridge, UK) ontwikkeld kantelraam. Het kantelraam wordt zo ingesteld dat een relais dat de sluiters van de camera activeert gesloten wordt als de camera precies verticaal staat. Als het relais weer opent wordt de film getransporteerd. De hoeksnelheid van de kantelende camera wordt zo ingesteld dat gecompenseerd wordt voor de voorwaartse beweging van het vliegtuig. Dit verhoogt de scherpte van de foto, vooral bij lange sluitertijden. Een tweede relais in de regelunit van bovengenoemd kantelraam wordt verbonden met een datalogger die de tijd van elke opname registreert. Één of meerder GPS-apparaten (Garmin 12XL, Garmin Ltd) slaan een track op van de vlucht met een interval van 5 tot 20 seconden. Door interpolatie van het door de datalogger geregistreerde tijdstip van een opname tussen twee tijdstippen van de GPS-tracks kan de positie van de opname bepaald worden. Voor elke vlucht wordt de gehele opstelling ingebouwd in een sportvliegtuig dat voorzien was van een gat in de bodem.

Vluchtgegevens

Het streven was om op een hoogte van 3000 ft (915 meter) met een grondsnelheid van 80 knopen (148 km/h) te vliegen. Het gefotografeerde oppervlak was dan 484 meter in de vliegrichting en 616 meter dwars daarop. Voor het vliegen op 3000 ft is het nodig dat de bewolking op grotere hoogte begint en dat het zicht goed is. Zelfs bij helder weer en hogere

bewolking geeft het fotograferen problemen. Het grote contrast tussen zon en schaduw van de wolken verhindert de verwerking van de foto's. Naast het weer is ook het getij van belang.

Bepaling posities foto's

De tracks van de GPS-posities werden ingelezen in Excel, evenals de op de datalogger geregistreerde tijdstippen van de foto's. De tijdstippen van de trackpunten en de foto's werden op volgorde gezet en met een macro werden de geïnterpoleerde posities van de foto's bepaald. Op basis van deze posities en de vliegrichting tussen twee posities werden de hoekpunten van de foto's bepaald. Met het programma Oziexplorer werden deze posities geprojecteerd op de kaarten van mosselbanken zoals opgesteld na de RIVO-inventarisatie in september 2001 (RIVO data).

2.7.2 Beeldanalyse - digitaal

Aan de hand van de GPS-posities tijdens de vlucht zijn de hoekpunten van de foto's berekend. Hierop zijn in eerste instantie de foto's globaal geplaatst in GIS met behulp van ArcMap. Vervolgens zijn de foto's geplaatst op basis van de zichtbare bakens op de foto waarvan de GPS-posities waren vastgelegd.

Van de GPS-posities van de bakens moet vermeld worden dat twee verschillende inmetingen in een aantal gevallen afwijkingen van maximaal 36 meter in positie opleverde. Bij de plaatsing is van foto's is per bank consequent dezelfde geografische posities van de bakens gebruikt. Op het tijdstip van de foto's van oktober stonden de bakens nog niet op de banken. Deze foto's zijn geplaatst alleen op basis van de berekende fotohoekpunten en de herkenbare structuur van de mosselzaadbanken op de foto's van 11 december 2001.

De beeldanalyse is uitgevoerd voor de 10 beviste banken. Van zowel het beviste als het controle deel is een vak van 100 * 100 meter geanalyseerd. Op de kruispunten van de monsterrasteren van het RIVO zijn de vakken van 100 * 100 meter geplaatst (zie bijlage 1). Van de geplaatste foto's zijn uitsneden gemaakt van die vakken met behulp van ArcInfo. Als basis hiervoor zijn de gescande foto's gebruikt op een grijsschaal met 1200 dpi.

De uitsneden zijn met het programma Corel Photopaint getransformeerd tot twee klassen (Mosselen en niet-mosselen) op basis van de helderheidswaarde van de pixels. Hierbij werd het getransformeerde beeld vergeleken met het oorspronkelijke beeld in grijsschaal en 'full color'.

De waarde werd dusdanig gekozen dat patronen op het getransformeerde patroon overeenkwam met het oorspronkelijke patroon. Deze calibratie heeft voor elke bank en elke opname (tijdstip) weer opnieuw plaatsgevonden.

Het getransformeerde beeld werd ingelezen in ArcView. Met behulp van Spatial Analyst werden de beelden omgezet in een grid zodat het bedekkingspercentage berekend kon worden.

Visuele analyse

De hierboven geschetste beeldanalyse was zeer arbeidsintensief en kon binnen het budget alleen worden uitgevoerd voor de tien geselecteerde banken die verdeeld waren in een bevist en een onbevist deel. De overige banken werden geanalyseerd door op het oog de foto's te beoordelen op al dan niet aanwezigheid van mosselen. Ook dit was tijdrovend vooral omdat de kwaliteit van de foto's nogal wisselend was. Een deel van de foto's bleek ongeschikt voor verdere analyse, zodat uiteindelijk maar een deel van de onderzoekslocaties op deze wijze kon worden onderzocht.

De foto's van december zijn gebruikt om de aantallen meeuwen te tellen op de beviste en controle vakken, teneinde een indicatie te krijgen van de predatiedruk. Benadrukt wordt dat dit een voorlopige analyse betreft.

2.8 Statistische verwerking

Voor zowel de mosseldichtheden voor de geselecteerde vakken van 100x100 meter als voor de gegevens van de raaien zijn de verschillen tussen beviste en onbeviste vakken statistisch getest met een niet-parametrische test omdat niet kon worden voldaan aan de voorwaarden voor een parametrische toetsing. Gebruikt is de Wilcoxon signed-ranks test for two groups arranged as paired observations (Sokal en Rolff, 1981). In deze test wordt in zekere mate rekening wordt gehouden met de grootte van de verschillen. De dichtheden werden als zodanig getest, maar belangrijker voor de vraagstelling is een test van de veranderingen tussen twee tijdstippen. Voor een tijdinterval (T0-T1, etc) werd de dichtheid op T1 uitgedrukt als percentage van de dichtheid op T0. De statistische berekeningen werden uitgevoerd in Excel. De éézijdige overschrijdingskansen werden verkregen uit tabel 30 (Rohlf en Sokal, 1981)

3 Resultaten

3.1 Veldwerk

3.1.1 Uitgangssituatie

De afzonderlijke ontwikkeling in bedekking van de 10 experimentele banken is weergegeven in figuur 3.1. Op T0 is gemiddeld ongeveer tweederde van het bankoppervlak bezet met mosselen. De bedekking van de controle vakken en de te bevissen vakken (resp. 65% en 69% bedekking) is statistisch niet verschillend ($p > 0.05$, $n=10$). Uitgaande van alleen de scores “1” is ongeveer de helft van de banken bedekt met een hoge dichtheid mosselen, waarbij de VIS en CON vakken (resp. 52% en 51%) niet statistisch significant verschillen (Tabel 3.1).

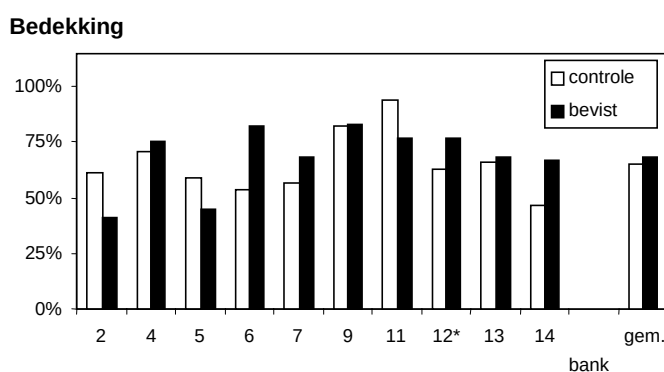


Fig. 3.1. Bedekking met mosselen op T0 (score + en 1). Verschillen tussen beviste en controle vakken zijn niet significant (bank 12 buiten beschouwing gelaten)

Tabel 3.1. Wilcoxon signed ranks test for two groups (Sokal and Rolph, 1981) Critical values S&R, tabel 30. Ranks zijn berekend uitgaande van de verschillen VIS-CON.

Verskil uitgangssituatie CON en VIS, n=10		
Tweezijdig toetsing	rank	p
Bedekking met score: + en 1	16	>0.05

Ontwikkeling op JanLouw vakken, n=9						
Periode	T0-T1		T1-T2		T0-T2	
Eenzijdige toetsing, alleen significant wanneer hoogste Sum(ranks) is:	negatief		positief		positief	
	S(ranks)	p	S(ranks)	p	S(ranks)	p
Bedekking met score: + en 1	-44	0.0039	43	0.0059	37	0.0488
Bedekking met alleen score 1	-45	< 0.0039	42	0.0098	30	>0.05
Biomassa voor score + en 1	-45	< 0.0039	37	0.0488	32	>0.05
Biomassa voor score 1	-44	0.0039	40	0.0195	33	>0.05
Oppervlak Jan Louw					24	>0.05

3.1.2 Direct effect van bevissing

In figuur 3.2 is van de beviste vakken de bedekking voor en na het vissen tegen elkaar uitgezet. Op banken met een aanvankelijk hoge bedekking is deze relatief sterk afgenomen en voor alle banken gedaald tot waarden rond 36%.

In figuur 3.3 is de bedekking van de beviste vakken op T1 weergegeven als functie van de gepleegde visserij-inspanning. Deze varieert over verschillende banken van 0.2 tot 2 uur vissen per hectare. Hoge en lage inspanningen resulteren in ongeveer dezelfde dichtheden na afloop van de visserij, waaruit blijkt dat er tot een bepaalde einddichtheid wordt doorgevist. Op een bank met hoge bedekking wordt dus langer gevist en op een bank met lage bedekking wordt vissen eerder gestaakt.

In totaal is tijdens de bevissing van de banken 1.605.900 kg mosselzaad opgevisst. Daarvan is 515.000 kg verzaaid naar de natuurbouwlocaties. De resterende hoeveelheid van 1.080.900

kg is op percelen in de Waddenzee uitgezaaid. Het gaat hier om bruto hoeveelheden, waarvan het tarrapercentage is geschat op 25%.

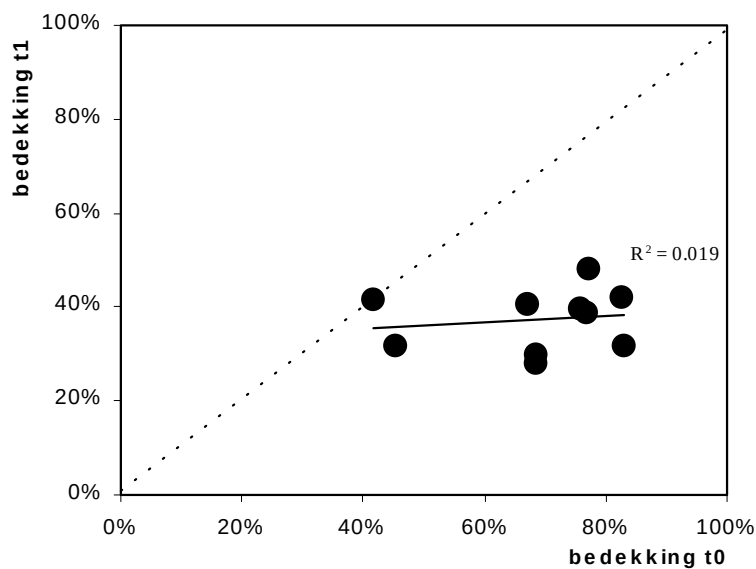


Fig. 3.2. Bedekking van visvakken op T1, dus na visserij, als functie van T0

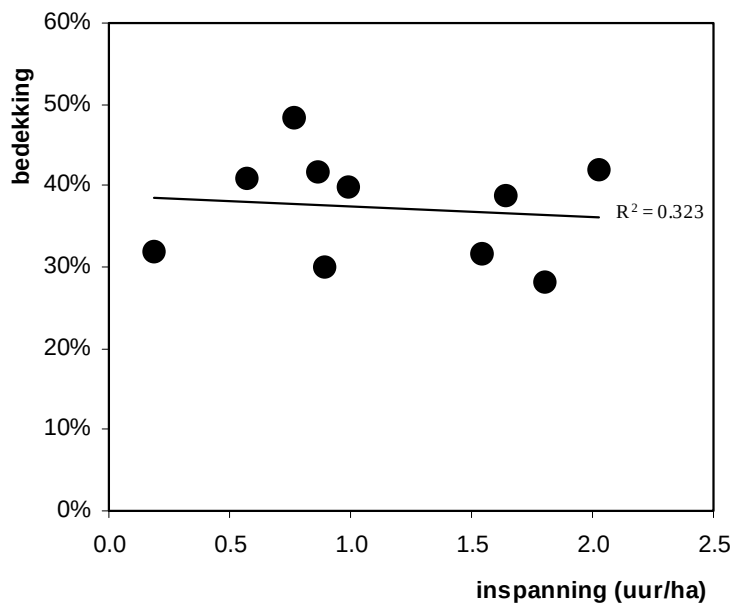


Fig.3.3. Bedekking van visvakken op T1 als functie van visserij inspanning

3.1.3 Ontwikkeling van de banken

bedekking

De afname van de bedekking met mosselen tussen T0 en T1 op de VIS en CON vakken is weergegeven in figuur 3.4a in procenten ten opzichte van T0. Van de bedekking met mosselen op de VIS vakken is na bevissing op T1 gemiddeld nog 56% aanwezig. Op de CON vakken is gemiddeld nog 84% over. Dit verschil is statistisch significant ($P=0.0039$, $n=9$, tabel 3.1).

Verder blijkt uit figuur 3.4 dat er aanzienlijke verschillen zijn tussen de banken.

Van de mosselen die na de visserij nog aanwezige zijn (T1) wordt in figuur 3.4b aangegeven welk gedeelte daarvan de daaropvolgende winter is teruggevonden op T2. De relatieve afname in bedekking op de VIS vakken is statistisch significant lager dan op de CON vakken ($p=0.0059$).

Wordt de bedekking (+ en 1) in het voorjaar (T2) vergeleken met de uitgangssituatie (T0) dan blijkt dat de afname van het bestand op de controle vakken significant groter is geweest dan op de vis vakken (fig. 3.4c). Gemiddeld blijkt in het voorjaar op de VIS vakken 23% en op de CON vakken 18% van de bedekking te zijn overgebleven. In absolute termen was de bedekking op de VIS vakken gemiddeld 15 % en op de CON vakken 11 %. Dit verschil is statistisch significant ($p = 0.0488$, tabel 3.1). In figuur 3.5 is een overzicht van de ontwikkeling van de bedekking per bank weergegeven.

In figuur 3.6 zijn bovenstaande gegevens samengevat, aangevuld met de uitkomsten wanneer wordt uitgegaan van alleen de scores "1" op basis van bedekkingspercentages. Indien alleen de 1 scores worden beschouwd, dan blijkt er geen statistisch significant verschil te zijn tussen beviste en onbeviste banken. Dit laat zien dat door bevissing het bestand aanvankelijk sterker afneemt, maar dat door de snellere afname van de controlebanken het eindresultaat uiteindelijk hetzelfde is voor deze parameter.

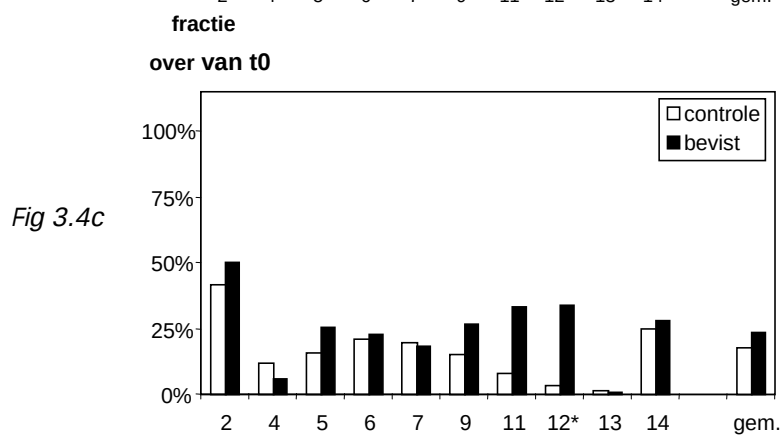
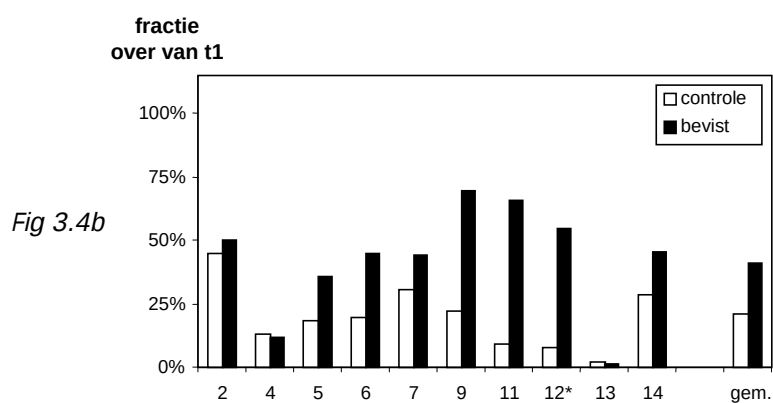
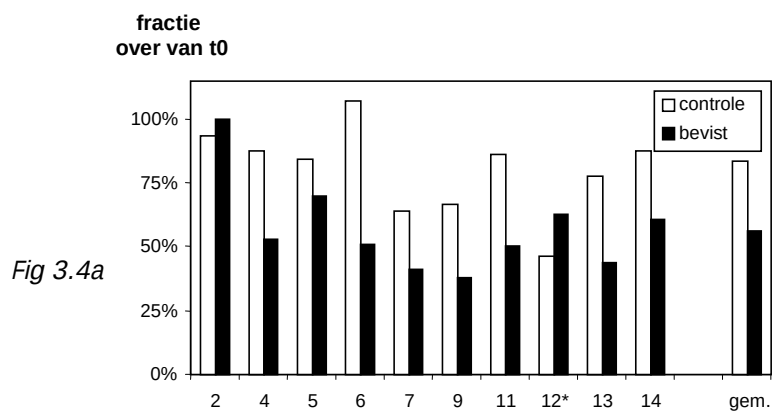


Fig. 3.4. Bedekking van beviste en controle vakken o.g.v. scores + en 1, uitgedrukt als percentage van de bedekking op het vorige meetmoment.

- a T1 t.o.v. T0: bedekking na bevissen is significant verminderd
- b T2 t.o.v. T1: bedekking na de winter is significant minder afgenomen op beviste dan op controle banken
- c T2 t.o.v. T0: bedekking is significant hoger op de vis dan op de con banken; verschillen tussen banken zijn niet significant

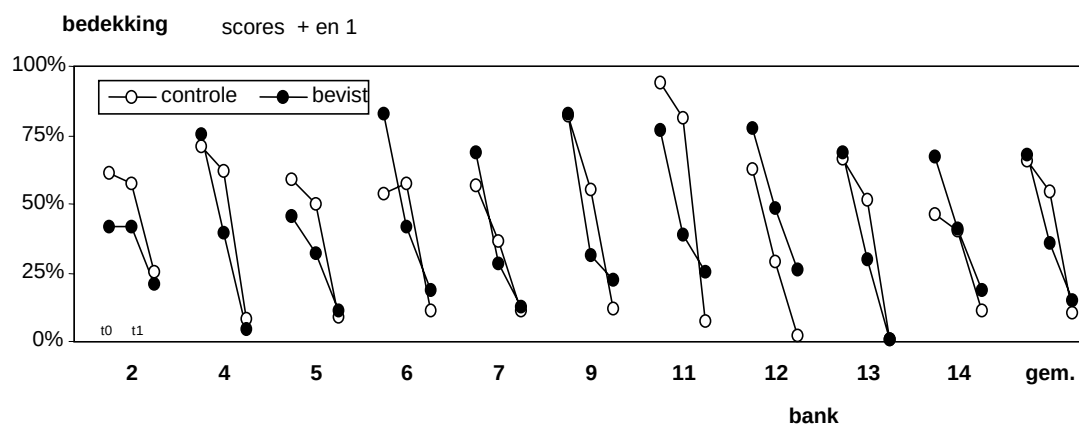


Fig. 3.5. Bedekking met mosselen, en gemiddelde op de drie meetmomenten T0, T1 en T2, gebaseerd op de dichtheidsscores + en 1. Open rondjes: controlevakken, Dichte rondjes: beviste vakken.

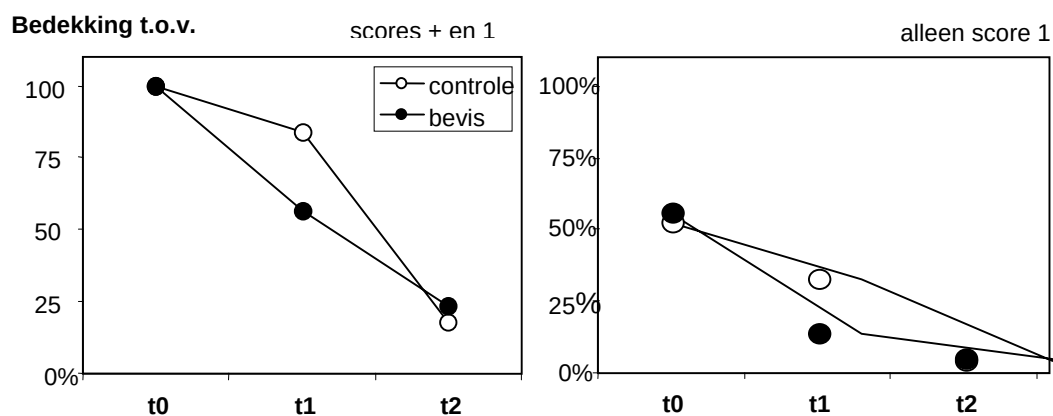


Fig.3.6. Verloop in gemiddelde bedekking o.g.v. score + en 1, en score 1, ten opzichte van T0.

areaal

De verandering in areaal van de experimentele banken (bijlage 1) blijkt van bank tot bank sterk te kunnen verschillen, variërend van een afname van het areaal met 25% (bank 2) tot het geheel verdwijnen van banken (bank 13). De oppervlakteveranderingen zijn bepaald uit de contouren zoals die in september 2001 en in het voorjaar van 2002 zijn ingemeten. Het betreft dus alleen waarden voor de uitgangs- en eindsituatie. In figuur 3.7 is de afname van het oppervlak van de experimentele banken kwantitatief weergegeven. De afname van het oppervlak is niet verschillend voor de beviste en controle vakken ($p > 0.05$, $n=9$).

Fractie over van T0

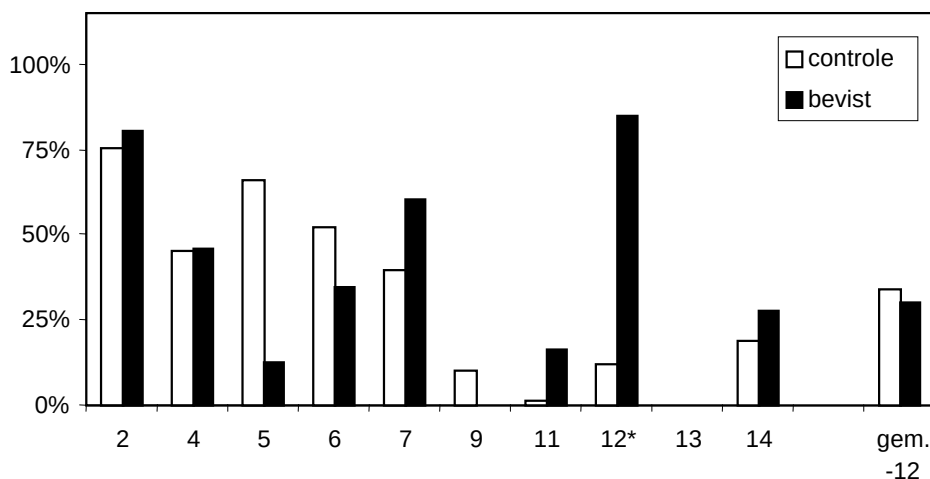


Fig. 3.7. Areaal van de controle en beviste locaties zoals ingemeten in voorjaar 2002 als percentage van de areaalschatting in september 2001; gem excl 12.

In figuur 3.8 zijn de afnamen in oppervlak van de referentie banken weergegeven. Ook hier valt de grote variatie tussen banken op. De afname in oppervlak van de referentiebanken (66 %) ligt daarbij in dezelfde orde van grootte als op de experimentele banken (69% voor beviste en 66% voor controle vakken). Deze verschillen zijn statistisch niet significant (Fig. 3.9, tabel 3.1).

Omdat de uitkomst van deze toetsing gebiased kan zijn als gevolg van de niet aselechte keuze van referentie- en JanLouw banken kunnen hieraan echter maar in beperkte mate conclusies worden verbonden over de aan of afwezigheid van visserijeffecten.

**fractie
over van t0**

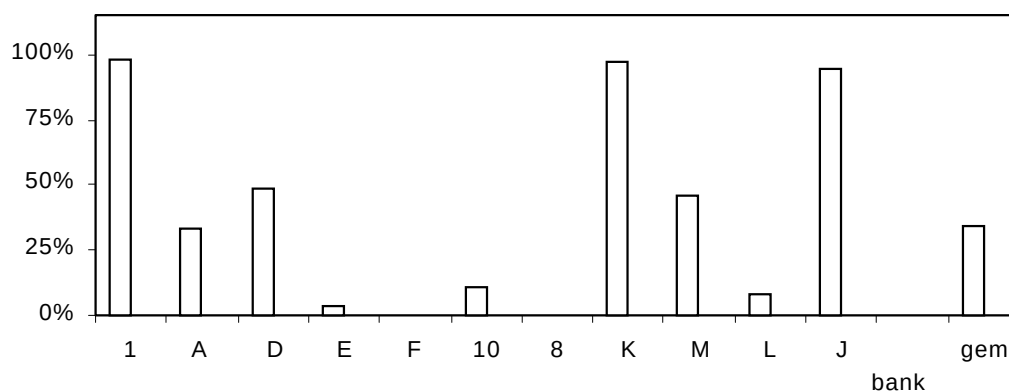


Fig 3.8. Areaal van de ongestoorde referentie banken in voorjaar 2002 als percentage van de schattingen van september 2001.

Fractie over van t0

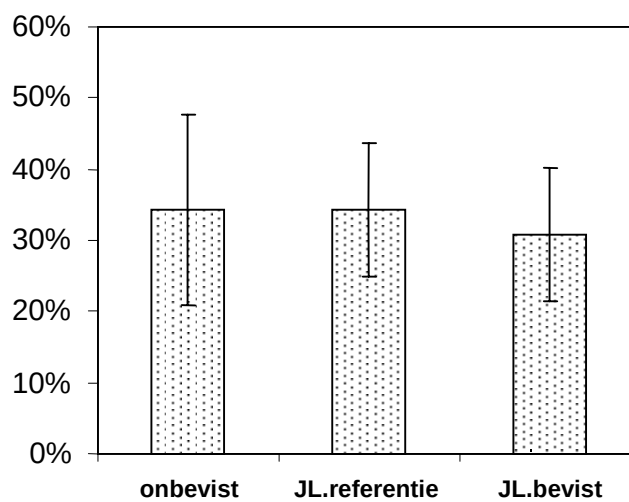


Fig. 3.9. Areaal van referentie, controle en beviste locaties in voorjaar 2002 als percentage van najaar 2001.

biomassa

In figuur 3.10 zijn de veranderingen in biomassa op de raaien in de beviste en controle vakken weergegeven. Bij de relatief sterke daling van de biomassa tussen T0 en T1 moet worden bedacht dat de methode van bemonsteren van de biomassa is veranderd, maar dit geldt zowel voor controle als voor de beviste vakken. Tussen T0 en T1 is volgens deze gegevens op de beviste vakken 70% en op de controle vakken 46% van het bestand verdwenen. De overlevingskans op de CON vakken was dus 0.54 en op de VIS vakken 0.3. Derhalve was de kans de visserij te overleven $0.3/0.54 = 0.56$. Er van uitgaande dat de raaien representatief zijn voor het mosselbestand in de vakken betekent dit dat in de beviste vakken de visserijsterfte gemiddeld $(100 - 56 =) 44\%$ is geweest.

De biomassa bedroeg op T0 in de CON vakken gemiddeld 6.9 kg/m² en in de VIS vakken 6.2 kg/m². Dit komt overeen met een totaal geschat bestand aan mosselzaad in de controle en beviste vakken op T0 van resp 7.9 en 6.9 mln kg versgewicht. Op T2 was er nog ca 0.56 mln kg over in de VIS en CON vakken. In totaal is daarmee 7.37 mln kg uit de CON vakken verdwenen en 6.37 mln kg uit de VIS vakken. Van dit laatste is 1.6 mln kg aan mosselzaad geoogst (25 %).

scores + en 1

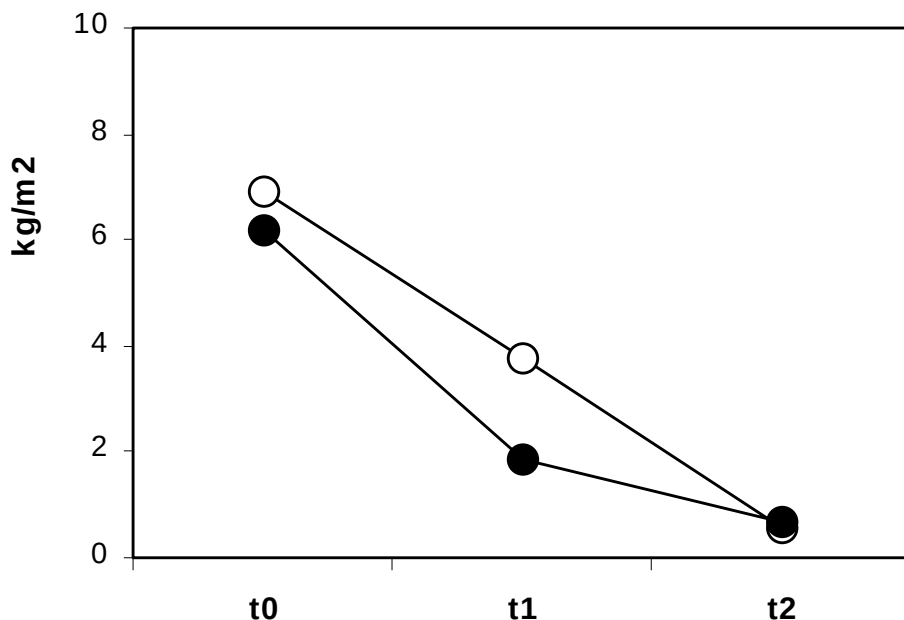


Fig. 3.10. Verloop van de biomassa in kg versgewicht/m² gemiddeld voor de controle en beviste locaties

Samengevat levert toetsing van de onderzoekshypothesen het volgende op:

- door bevissing neemt de bedekking en de biomassa op de beviste vakken sterker af dan op de controle vakken (vergelijking T0 en T1)
- de overlevings kansen van het achtergebleven mosselzaad in termen van bedekking en biomassa is op de beviste vakken na bevissing groter dan op de controle vakken (vergelijking T1 en T2) en
- de overall overlevingskansen van mosselen tussen T0 en T2 is op de beviste vakken niet verschillend van die op de controlevakken voor de parameters biomassa en dichte bedekking. Voor de totale bedekking is de overleving op de beviste vakken iets groter dan op de controle vakken.

3.1.4 Natuurbouwlocaties

In figuur 3.11 zijn de veranderingen in bedekkingspercentages voor de 5 natuurbouwlocaties weergegeven. In het voorjaar bleken alleen op locatie 2 (Vlieland-Vliesloot) en 5 (Schildknopen) nog mosselen aanwezig. Op de drie andere locaties is in het voorjaar niets teruggevonden, ook geen slikafzettingen. Ook op T1 bleek van de uitgezaaide mosselen al veel te zijn verdwenen. De natuurbouwlocaties zijn op 22 – 24 oktober bezaaid en de T1 metingen op de locaties bij Vlieland en Terschelling hebben op 10 en 11 december plaatsgevonden. Eén tot twee weken na bezaaien zijn de locaties nabij Terschelling nog door kwekers bezocht. Toen bleek het uitgezaaide zaad nog aanwezig.

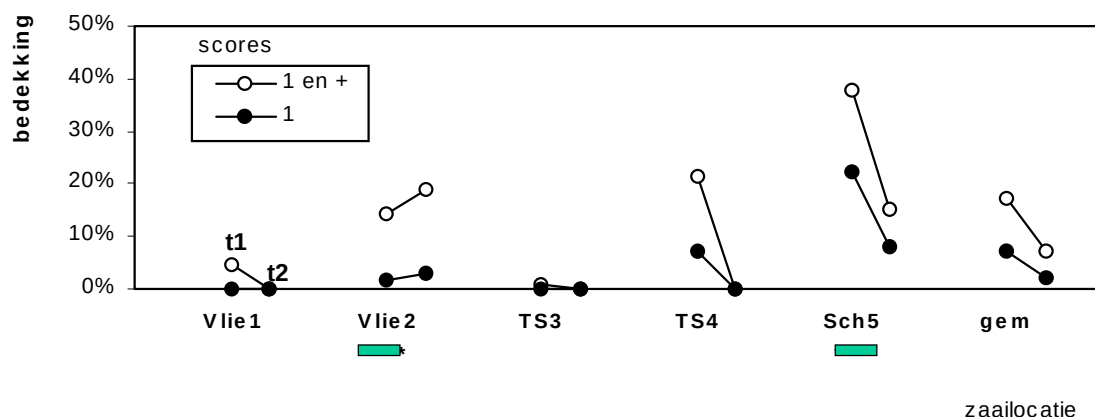


Fig 3.11. Bedekking van de zaailocaties o.g.v. scores + en 1, en 1, op T1 en T2

3.2 Luchtfotografie

Naast veldwerk vanaf de grond is er een aantal luchtfoto series gevlogen. Hieronder zal eerst worden ingegaan op de resultaten van de fotovluchten en vervolgens zal de relatie met de veldwaarnemingen worden aangegeven. Bedacht moet worden dat de luchtfoto analyse is gebaseerd op een vak van 100 x 100 m binnen de CON respectievelijk de VIS locaties. Deze vakken zijn zodanig gekozen dat er een raai van de grondsurvey binnen het vak viel (zie bijlage 1).

3.2.1 Kwantitatieve beeldanalyse

Een voorbeeld van de kwantitatieve beeldanalyse is weergegeven in figuur 3.12. In de rechter figuur staat de transformatie tot een zwart (mosselen)/ wit (geen mosselen) patroon waaruit het bedekkingspercentage wordt berekend. Links staat de oorspronkelijke foto waarmee de getransformeerde foto wordt vergeleken. Door de grenswaarde van de transformatie te veranderen, verandert het bedekkingspercentage van de rechter figuur.

Het was niet altijd mogelijk om de methode van kwantitatieve beeldanalyse, zoals hierboven beschreven, toe te passen. Uit de informatie over de vluchten blijkt dat de foto's van november, januari en maart niet bruikbaar waren voor de kwantitatieve beeldanalyse. De analyse is uitgevoerd met de foto's van oktober (T0), december (T1) en juni (T2). Door verschillende oorzaken kon een volledige analyse van het beviste en onbeviste deel van de geselecteerde banken slechts worden uitgevoerd voor 5 banken. Bank 12 kon wel geanalyseerd worden, maar valt ook af vanwege visserij in het CON vak.

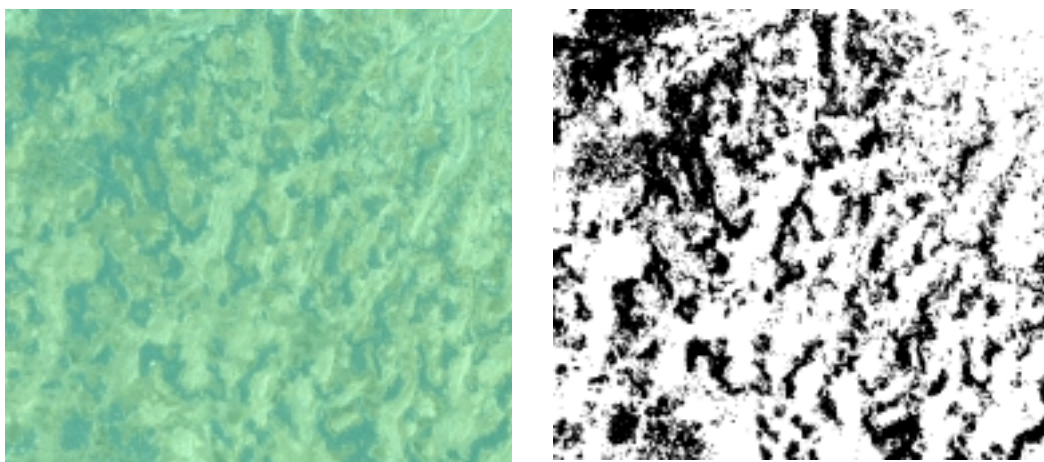


Fig.3.12. Vergelijking luchtfoto en gedigitaliseerd beeld van een mosselzaadbank

3.2.2 Bedekkings percentages

De veranderingen in luchtfoto bedekkingspercentages zijn weergegeven in figuur 3.13. Op T0 werden grote verschillen (30-82 %) gevonden tussen banken. Per bank was het verschil tussen VIS en CON veel kleiner en niet significant. De bedekkingspercentages zijn op T1 lager dan op T0, uiteraard in de VIS vakken, maar ook in de meeste van de CON vakken. Het verschil is nu wel significant (VIS < CON $p=0.038$). Op basis van deze gegevens blijkt de bedekking van bank 2 wel duidelijk afgenomen te zijn op T1.

De bedekkingspercentages op T2 zijn allemaal laag, uitgezonderd dat van het beviste vak van bank 14. Bij nadere inspectie van de luchtfoto's blijkt zich een ophoping van mosselen te hebben voortgedaan precies in het vak dat geselecteerd was voor de kwantitatieve beeldanalyse.

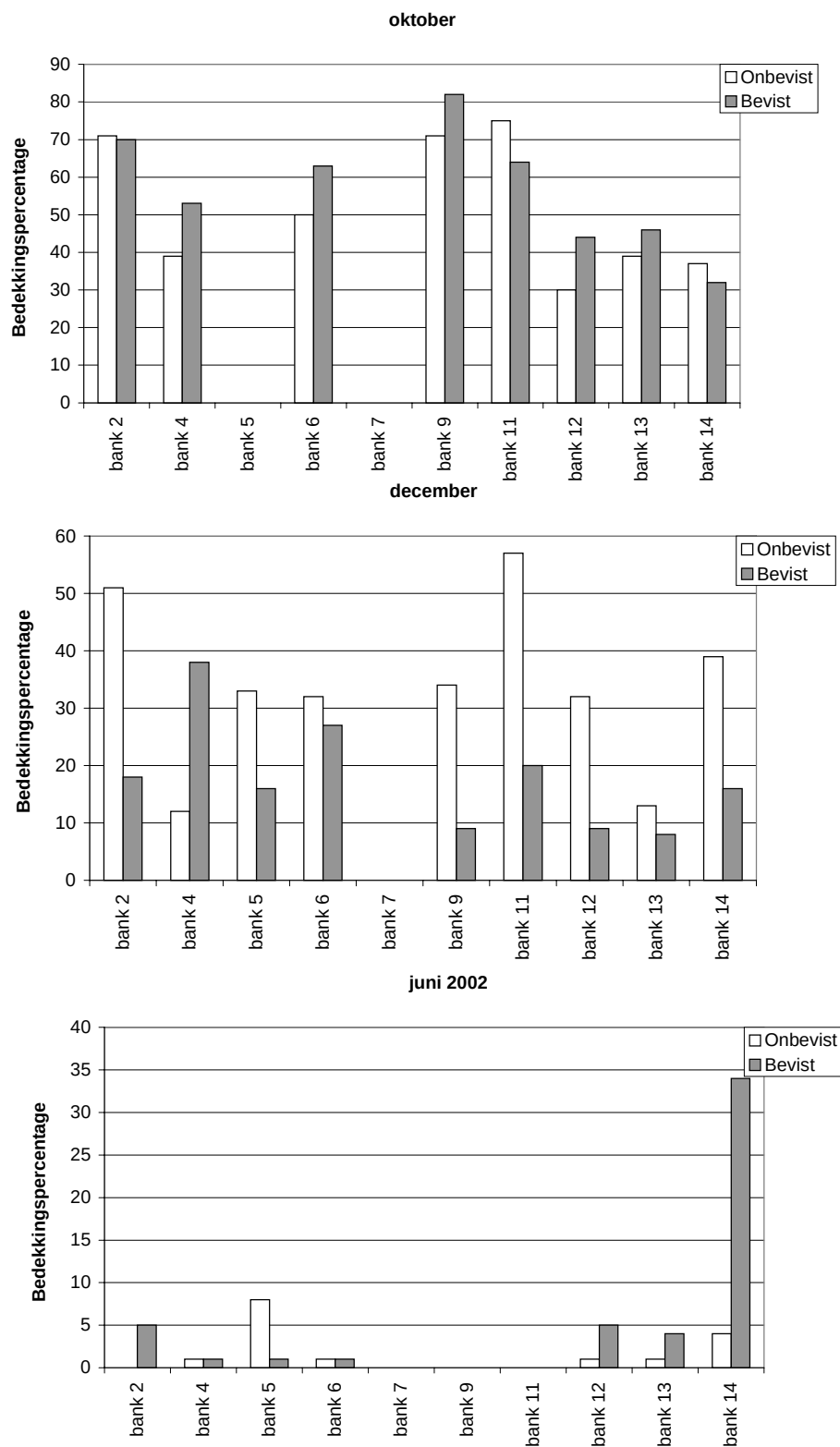


Fig. 3.13. Bedekking van controle en beviste vakken o.g.v. luchtfoto-interpretatie op T0(okt), T1 (dec.) en T2 (juni). In een aantal gevallen waren er van bepaalde banken geen beelden beschikbaar

3.2.3 Relatieve veranderingen

In Fig 3.14 zijn de veranderingen weergegeven ten opzichte van de voorgaande survey. Hieruit blijkt dat de bedekking in de niet beviste delen van de banken 2,4,6,11 en 13 is afgenomen, terwijl die van de banken 12 en 14 zijn toegenomen. Duidelijk is dat een groot deel van de banken in bedekking afneemt, ook zonder bevissing. Verder blijkt dat de bedekking in de periode dec-juni (T1 – T2) in de meeste banken vrijwel tot nul is gereduceerd, behalve de beviste vakken van de banken 12, 13 en 14. De bedekking van het beviste vak van bank 14 verdubbelt zelfs in deze periode.

Als we de complete periode van oktober tot juni bekijken (T0-T2) dan zien we dat de banken voor meer dan 90% in bedekkinggraad achteruit gegaan zijn (88%-98%). Dit geldt niet voor het beviste vak van bank 14 dat volgens de gebruikte techniek is toegenomen in bedekkinggraad. Het verloop van de veranderingen in de tijd is weergegeven in figuur 3.15. Het patroon is vergelijkbaar voor de verschillende banken, voorzover de foto's interpreteerbaar waren hetgeen niet voor alle tijdstippen het geval was. Afwijkend is bank 4 waarbij het beviste vak na bevissing minder is gedaald in bedekking dan het onbeviste vak. Aan het eind van experiment zijn beide vakken vrijwel leeg.

In tabel 3.2 zijn de resultaten van de Wilcoxon paired comparison test van de relatieve veranderingen samengevat. Het verschil tussen bevist en onbevist wordt positief geteld als de relatieve bedekking van het onbeviste vak hoger is dan die van het beviste vak. Uit de tabel blijkt dat er alleen significante verschillen zijn in de periode T0 – T1. De bevissing heeft dus een grotere relatieve afname van de bedekking veroorzaakt dan niet bevissing ($n=8$, $p<0.05$). Voor de periode T1 – T2 is de som van de negatieve ranks groter dan die van de positieve ranks. De overmaat negatieve ranks betekent een relatief sterkere achteruitgang in bedekking van de onbeviste vakken dan in de beviste vakken; het verschil is statistisch niet significant (berekend over 6 van de 10 banken). Hetzelfde geldt voor de gehele periode T0 – T2. Door problemen bij de interpretatie van de foto's konden slechts 5 van de 10 banken in deze analyse betrokken worden, waardoor de statistische toetsing minder gevoelig is voor het aantonen van verschillen.

Tabel 3.2. Resultaten van de Wilcoxon paired comparison test. De berekeningen zijn uitgevoerd met de relatieve bedekkingen. Het verschil tussen bevist en onbevist wordt positief geteld als de relatieve bedekking van het onbeviste vak hoger is dan die van het beviste vak

Ratio	som -ranks	som +ranks	n	p
T1/T0	-4	24	7	0.05
T2/T1	-10	5	5	NS
T2/T0	-7	3	4	NS

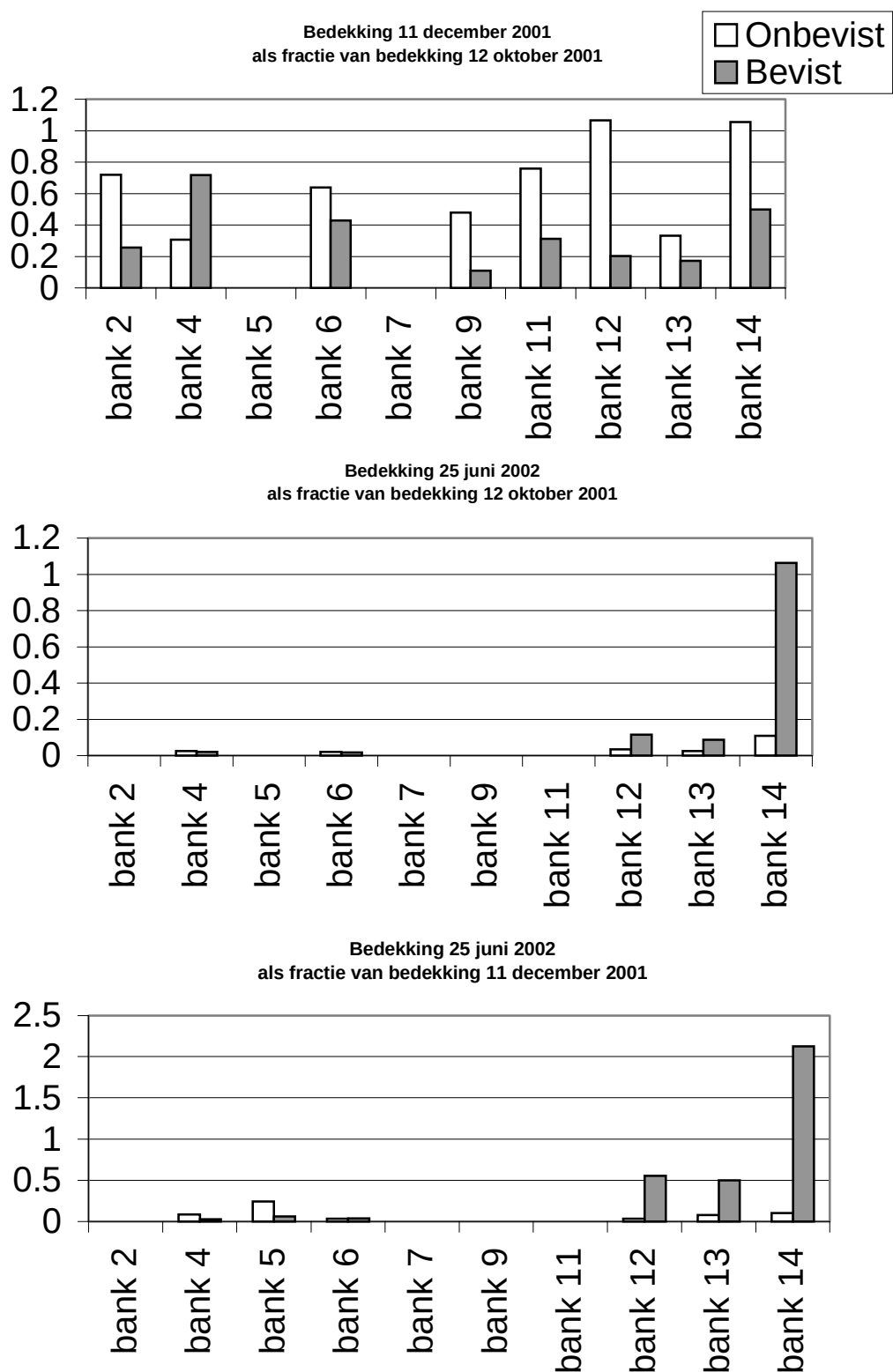


Fig. 3.14. Verloop van de bedekking o.g.v. luchtfoto's uitgedrukt als percentage van eerdere waarnemingen

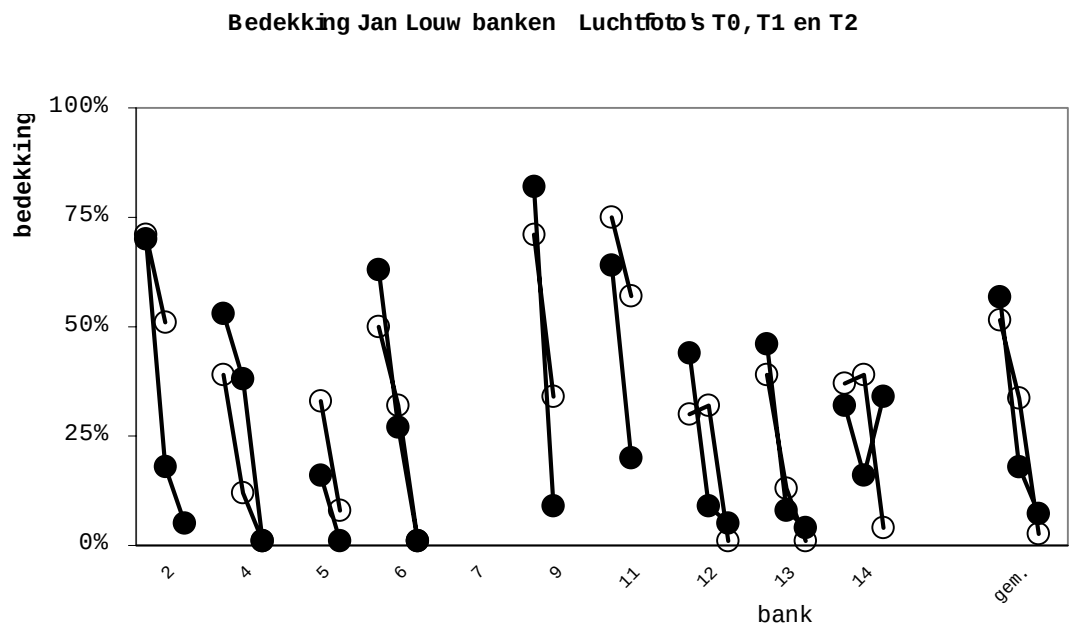


Fig. 3.15. Verloop van de bedekking t.o.v. T0 (= 100%) op enkele zaadbanken ogv luchtfotografie: open rondjes: controle en dichte rondjes: visvakken

3.2.4 Kwalitatieve analyse overleving mosselbanken

Naast de 10 banken van het Jan Louw experiment is een aantal referentie banken gefotografeerd in de buurt van de Jan Louw banken. Deze banken zijn onafhankelijk van elkaar op twee manieren geanalyseerd. De eerste manier hield in dat de fotoseries van elk der banken op de monitor van de computer bekeken werden. Gescoord werd of de banken de gehele observatie periode aanwezig bleven of niet. De beschrijvingen waarop het oordeel is gebaseerd zijn in bijlage 3 weergegeven. Daaruit blijkt een heterogeen beeld: er zijn grote en niet-systematische verschillen tussen de banken. De experimentele banken als geheel en de verzaailokaties zijn op dezelfde manier bekeken en gescoord. De resultaten zijn samengevat in tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kwalitatieve beoordeling van luchtfoto's van referentie, janlouw- en zaaibanken.

– is verdwenen op T2, + is nog aanwezig.

Ongestoorde banken		Jan Louw banken		Zaaibanken	
1	-	2	+	Zaaai 1/2	+
A	+	4	-	Zaai 3	-
N	-	5	-	Zaai 4	-
D	-	6	-	Zaai 5	++
E	-	7	-		
F	-	9	-		
G	-	11	-		
H	-	12	+/-		
10	-	13	-		
8	-	14	+		
J	+				
K	+				
M	+				
L	-				
O	+				

3.2.5 Verder luchtfotoanalyse: voorkomen vogels

De luchtfoto's van december zijn gebruikt voor het analyseren van de dichtheden meeuwen op de CON en VIS vakken. Uit Tabel 3.4 blijkt dat het aantal meeuwen per bank nogal varieert. Gemiddeld zijn er 23 meeuwen op de controle vakken geteld en 7 op de beviste vakken. Dit verschil is statistisch niet significant.

Tabel 3.4. Aantal meeuwen geteld op de december luchtfotosurvey van de experimentele banken.

Er is geen significant verschil tussen CON en VIS vakken (+rank:25 , -rank:-19, n:9 ,NS).

	december	
	CON	VIS
bank 2	0	3
bank 4	8	0
bank 5	1	1
bank 6	4	7
bank 7	8	13
bank 9	1	0
bank 11	148	29
bank 12	0	0
bank 13	36	0
bank 14	0	12
gem	21	7

4 Discussie

4.1 Uitvoering van het experiment

Bij de opzet van het experiment is een aantal keuzen gemaakt die met praktische uitvoerbaarheid te maken hebben. Dit betreft de keuze van aantal en ligging van de onderzoekslocaties, de periode en duur van het onderzoek, de gebruikte parameters en de methode van bevissen. Vanaf het begin was duidelijk dat de banken onderling aanzienlijk verschilden in omvang en bedekking, en daarmee samenhangend, in overlevingskansen. Daarom is gekozen voor een paarsgewijze vergelijking per bank van een te bevissen en een controle vak. De mogelijkheid om het onderzoek uit te voeren ontstond na de omvangrijke zaadval van zomer 2001. Direct na een voorinventarisatie zijn eind augustus 2001 de voorbereidingen gestart. De T0 meting is eind oktober afgerond. De bevissing van de banken heeft plaatsgevonden tot half november. Dit is vanwege het stormrisico aan de late kant. Al tijdens het uitbakenen is op een aantal locaties stormschade geconstateerd waardoor het onderzoek uiteindelijk is uitgevoerd op 10 van de 15 vooraf geselecteerde banken. De eindbemonstering heeft in juni 2002 plaatsgevonden. De verdere ontwikkeling van de banken zal worden gemonitored tijdens de reguliere mosselbank surveys, teneinde indicaties over de stabiliteit op langere termijn te verkrijgen.

Benadrukt wordt dat het experiment is uitgevoerd onder de karakteristieke, doch niet extreme weersomstandigheden van de winter 2001/2002, en dus geldigheid heeft voor deze condities. Vanwege de praktische uitvoerbaarheid is voor een eenvoudige manier van kwantificeren gekozen, bestaande uit het vaststellen van de contouren met behulp van GPS, het schatten van de bedekking door in 3 categorieën te scoren op 2 dwarsraaien en 1 lengteraaai per bank, en biomassa en slibmonster per raai te poolen. Het bleek op deze wijze mogelijk binnen de beschikbare tijd het meetprogramma uit te voeren en een interpreteerbaar beeld te krijgen van de ontwikkeling in bedekking en biomassa op de banken. Slibdikte bleek achter niet goed te interpreteren en ook de gepoolde slibmonsters zijn mede daarom niet verder geanalyseerd. Dit betekent dat over het werkingsmechanisme van de Janlouw hypothese geen uitsluitel is verkregen.

De luchtfotosurveys hebben niet allemaal tot bruikbare resultaten geleid. (zie bijlage 3.3). Dit komt doordat geschikte omstandigheden (helder wolkeloos weer, gecombineerd met laag water overdag, de beschikbaarheid van een speciaal vliegtuig) niet vaak voorkwamen. Van de wel geslaagde vluchten is een kwantitatieve beeldanalyse uitgevoerd op basis van grijswaarden. Het

gebruik van technieken voor de analyse van kleurinformatie was voor dit project niet beschikbaar. Wel bleek het mogelijk gegevens over de aantallen vogels op de vakken te ontleen aan de foto's.

De visserij is uitgevoerd door een twintigtal schepen conform hetgeen met de sector was afgesproken. Dit hield in dat de bevissing zou plaatsvinden binnen de visvakken, dat er zou worden gevestigd conform het Janlouw principe en dat de eerste vrachten worden gebruikt voor het bevolken/bezaaien van de uitzaailocaties. Uit de black box gegevens blijkt dat er in één geval in het controle vak is gevestigd, nl in bank 12. Deze bank is daarom van de analyses uitgesloten. De black box data (Bijlage 1) laten zien dat er wel in de referentievakken wordt gevestigd maar dat zijn scheepsmanoeuvres (keren van de schepen) die niet gepaard gaan met daadwerkelijk vissen. Onafhankelijk van de bedekking van de beviste vakken aan het begin van de visserij blijkt na bevissing 30-50% van de vakken nog bedekt is met mosselen. De daarvoor gepleegde inspanning varieerde per bank van een kwartier tot 2 uur per hectare, waarbij op banken met hoge beginbedekking bewust relatief lang is gevestigd.

Vergelijking luchtfoto's met grond bemonstering

De dichtheden van de beviste en de controle vakken zijn op twee manieren geschat, nl via grondbemonstering en via luchtfoto's. De resultaten van beide methoden zijn tegen elkaar uitgezet (Fig. 4.1). Daaruit blijkt dat de luchtfoto's het beste overeenkomen met de grondbemonstering van de volledig met mosselen bedekte scores; vergelijking van de luchtfoto's met grondbemonstering met score + en 1 laat zien dat de luchtfoto's deze bedekking onderschatten. De overeenkomst van de luchtfoto's met de grondbedekkingen met score 1 betekent dat de keuze van de raaien voor de grondbemonstering en de 100x100 meter vlakken van de luchtfoto's een zelfde representativiteit vertegenwoordigen.

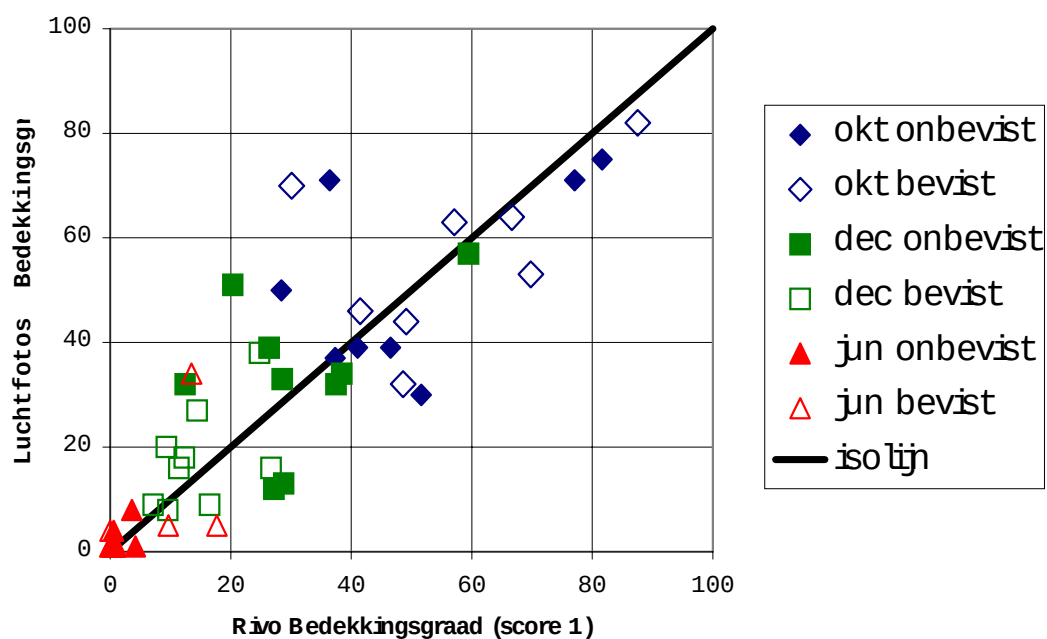
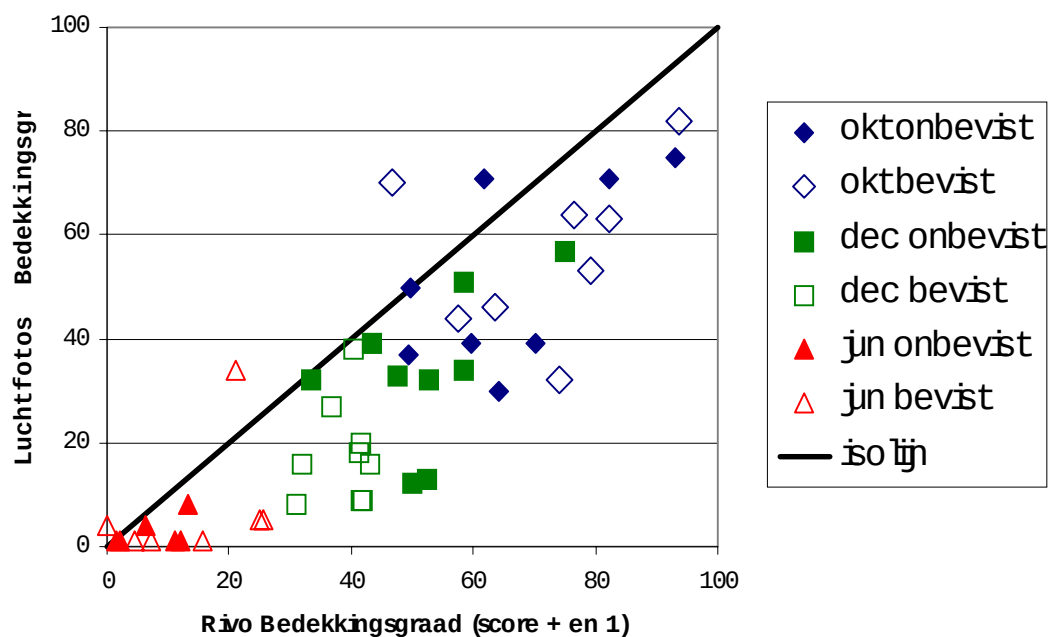


Fig. 4.1. Vergelijking van de bedekking van mosselzaadbanken zoals bepaald op de raaien, en met behulp van luchtfoto's. (a) Luchtfotobedekking als functie van de bedekking ogv scores + en 1. (b) idem met bedekking ogv score 1

4.2 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling van de mosselzaadbanken in winter 2001 – 2002 is af te lezen uit de bedekking, de biomassa en de arealen van de controlevakken en de arealen van de referentie banken, en van de overige banken in de Waddenzee.

De bedekking op de controle vakken vertoont uitgaande van zowel de gegevens van de raaien als van de luchtfoto's een duidelijke afname over de gehele periode. Op de referentiebanken, waarvan alleen luchtfoto's beschikbaar zijn, vermindert de bedekking in de eerste periode (van T0 naar T1) in geringe mate en resteert er op T1 nog ruim 80 %. In de winter is de afname het grootst en resteert er in het voorjaar (T2) nog 23 %.

Ook de biomassa op de controlevakken is op T1 al veel lager dan op T0, al zal ook de gewijzigde monstermethode voor het bepalen van de mosselbiomassa hier een rol spelen. In de winter neemt de biomassa verder af tot 0.5 kg/m². In termen van het oppervlak aan mosselbanken zijn de arealen van zowel de controlevakken als van de referentiebanken beide met ca 66 % afgenomen gedurende de winter. Over de gehele Waddenzee gerekend, dus inclusief de meer stabiele locaties en al langer aanwezige meerjarige banken resteerde in voorjaar 2002 een areaal van 2580 ha, (50 mln kg), waarvan 1840 ha mosselzaadbanken (Kater, 2002). In najaar 2001 is er een minder omvangrijke survey uitgevoerd waarbij geen biomassa is bepaald, en dit levert een schatting op van ca 4000 ha mosselbanken, waarvan ca 3300 ha zaadbanken (RIVO data). Er was in voorjaar 2002 van de zaadbanken dus nog 55 % over, en van de mosselbanken als geheel nog 63 %. Deze lagen ten dele dus op meer stabiele plaatsen dan de controle en referentiebanken waarvan slechts 36 % resteerde.

Stormschade heeft doorgaans tot gevolg dat delen van banken wegspoelen waardoor er lege plekken ontstaan, en dat sommige banken (vrijwel) geheel verdwijnen terwijl andere, meer beschut gelegen banken intact blijven. Figuur 4.2 laat zien dat er al voor half oktober lege plakken zijn ontstaan. De contouren van de banken (bijlage 1) laten eveneens zien dat in veel banken lege plekken zijn ontstaan en dat soms grote delen zijn verdwenen. Ook uit de beschrijving van de ontwikkeling per bank op basis van de luchtfoto's (bijlage 3.2) blijkt dat er vaak gedeelten van banken zijn verdwenen, en dat dit soms ook al tussen oktober en december is opgetreden.



Figuur 4.2. Foto van mosselzaadbank tijdens de T0 in okt 2001 met 'lagunes' zonder mosselen temidden van een dichte mat met mosselen

Stormschade wordt daarom gezien als meest belangrijke oorzaak van de afname van areaal en bedekking. In de winter van 2001-2002 is een aantal stormen opgetreden met uurgemiddelde windsnelheden van 20 m/s en hoger (fig. 4.3), overeenkomend met een windkracht 9 – 10 Beaufort. Maar ook bij lagere windsnelheden kan schade optreden zoals in de periode september/oktober 2001 is waargenomen.

Een andere mogelijke oorzaak van afname in biomassa, bedekking en mogelijk ook areaal is predatie door vogels. Het gaat met name om meeuwen, (waarschijnlijk vnl zilvermeeuwen) aangezien soorten als Scholekster en Eidereend minder op mosselzaad prederen. Uit een telling van de luchtfotosurvey van december, dus na de visserij, blijkt dat er geen significant verschillende aantallen meeuwen werden geteld op de CON en de VIS vakken. Een theoretische berekening leert dat de meeuwen vermoedelijk geen beslissende rol hebben kunnen spelen in de afname van de biomassa. Immers, de afname bedroeg in de CON vakken 7.3 mln kg en in de vis vakken 6.4 mln kg mosselzaad. Indien de voedselopname per meeuw 0.8 kg mosselzaad per dag bedraagt (Zwarts & Ens 1999) dan zou de afname in biomassa in de CON vakken per dag (uitgaande van een afname van 7.3 mln kg op 115 ha in 200 dagen van okt – april) corresponderen met de voedselopname van gemiddeld ruim 300 meeuwen per ha per dag over een periode van ruim 6 maanden. Dit is veel hoger dan de op de luchtfoto's waargenomen aantallen van gem 21 meeuwen per ha .

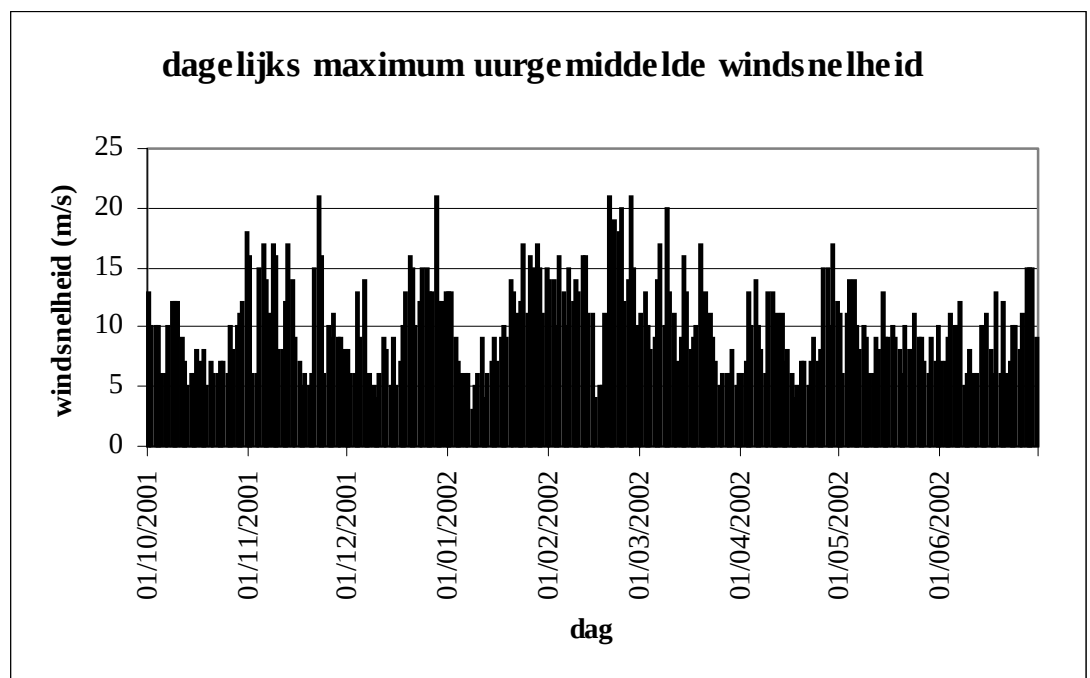


Fig 4.3. Dagelijks maximum van de uurgemiddelde windsnelheid gemeten bij Lauwersoog uitgezet voor de periode van het experiment. Een directe omzetting van de uurgemiddelde windsnelheden naar de schaal van Beaufort is niet mogelijk, omdat de schaal van Beaufort uit gaat van gemiddelde windsnelheden over 10 minuten. De uurgemiddelden zullen de windkracht derhalve onderschatten.

4.3 Effecten van de bevissing

De bedekking van de beviste vakken is op T1 (na de bevissing) ca 40 % van de bedekking op T0. Dit is significant lager dan van de controlevakken en conform de verwachting omdat de visserij erop is gericht een deel van de biomassa te verwijderen. In de hierna volgende periode blijkt op T2 dat de bedekking van de controlevakken sterker is afgenomen, en niet meer verschilt van de beviste vakken. De dichte bedekking (scores "1") en de biomassa is na de winter niet meer aantoonbaar verschillend. Bevissing heeft voor deze categorie geen positief effect. De bedekking als geheel (score's + en 1) is op de beviste vakken (15% bedekt) in het voorjaar significant hoger dan op de vakken die niet zijn bevist (11% bedekt). Bevissing heeft voor deze dichtheden een licht positief effect. Omdat de mosselen in het beviste deel al verdwijnen tijdens de visserij (vroeg in het seizoen) en in de rest van het gebied pas bij de eerste winterstorm zijn voor vogels in het beviste deel in eerste instantie wel minder mosselen

beschikbaar. Het belang hiervan is afhankelijk van de bestemming van de weggeviste mosselen, en van de voedselvoorraad als geheel. Het verschil in resultaat voor de dichte bedekking en de bedekking als geheel wijst erop dat de bevissing leidt tot het uitspreiden van de mosselen die dan een hogere overlevingskans hebben, mogelijk omdat ze dan minder vatbaar zijn voor golfwerking en mogelijk betere aanhechtingsmogelijkheden hebben.

Opgemerkt moet worden dat het verschil beperkt is en alleen significant als de dunner gelegen mosselen meegerekend worden

Na de winter resteren er gemiddeld slechts geringe verschillen tussen beviste en controle banken, terwijl er wel grote verschillen zijn tussen de banken. Mogelijke verklaringen zijn:

1. Bevissing leidt tot de verwijdering van relatief instabiele pakketten mosselen; de minder stabiel gelegen mosselen zijn later op de controlevakken alsnog weggespoeld. Het waargenomen positieve effect van visserij op de bedekking als geheel stemt hiermee overeen omdat mosselen door visserij worden verspreid en derhalve wat meer stabiel komen te liggen. Per bank verschilt de proportie instabiele pakketten.
2. Predatie heeft zich na de visserij geconcentreerd op de controlevakken omdat de bedekking aldaar relatief hoog was, en is doorgegaan tot er op beide vakken een gelijke einddichtheid werd bereikt. Predatie werkt nivellerend op de verschillen tussen de vakken. Niet duidelijk is echter waardoor er dan toch grote verschillen tussen banken blijven bestaan.
3. Golfwerking door storm leidt tot een eindsituatie die per bank karakteristiek is, en die zichtbaar is aan de grote variatie tussen banken (zie bijlage 1). Visserij heeft hierop geen invloed waardoor het verschil tussen beviste en onbeviste vakken niet van belang is. Factoren als ondergrond, droogvalduur, ligging ten opzichte van de geul en de windrichting zijn hierbij aan de orde.

Alleen verklaring 3 lijkt aannemelijk voor de waargenomen verschillen tussen banken, terwijl hypothese 1 en 2 betrekking hebben op de overeenkomsten tussen de vis en con vakken. Predatie levert dus geen sluitende verklaring op voor de waarnemingen. Het is daarom waarschijnlijk dat de mosselen in hoofdzaak verdwijnen door wegspoelen, en dit verloopt per bank anders. Visserij volgens de Jan Louw hypothese heeft hier geen overheersende invloed op en kan dit blijkbaar niet voorkomen..

4.4 Vergelijking met littorale mosselzaadvisserij in de Duitse waddenzee

Door Herlyn et al (1999) en Herlyn & Millat (2000) is de ontwikkeling van littorale mosselzaadbanken beschreven in Nedersaksen in de periode 1995/1995. De vraag was welke

betekenis bevissing van een jonge mosselbank heeft voor de verdere ontwikkeling van die bank. De achtergrond is de constatering dat er in Nedersaksen een afname van het areaal littorale mosselbanken heeft plaatsgevonden sinds midden jaren tachtig, terwijl er wel jaren met goede broedval zijn geweest. Een van de hypothesen is dat de achteruitgang is toe te schrijven aan visserij op deze banken. Het onderzoek omvatte monitoring van een vijftal zaadbanken in de periode oktober 1994 – november 1995 en een eenmalige bemonstering van 13 banken in aug – okt 1995. Van de 5 banken die in de tijd 5 maal zijn bemonsterd waren er 3 in de tussentijd bevestigd en 2 onbevestigd en van de eenmalig bemonsterde 13 banken waren er 5 bevestigd in de voorafgaande periode en 8 onbevestigd. De visserij en de monsternamen zijn niet direct aan elkaar gekoppeld waardoor er een vrij lang tijdsverloop kan zijn opgetreden tussen bemonstering en visserij. De resultaten laten zien dat de biomassa en de bedekking in de loop der tijd afnemen, en dat dit over het algemeen veel sterker het geval is op de bevestigde banken. Ten opzichte van het gedeelte dat is geoogst is de afname van de biomassa op bevestigde banken vaak een ordegrrootte hoger, en dit wijst op 'collateral damage'. Geconcludeerd wordt dan ook dat de afname in biomassa en bedekking van bevestigde banken veel groter is dan van onbevestigde banken, en dat hetgeen er verdwijnt veel meer is dan het gedeelte dat is geoogst. Deze uitkomsten verschillen aanzienlijk van hetgeen door ons is gevonden. Dit kan samenhangen met een verschil in aanpak, hoewel ook de klimatologische omstandigheden verschillend kunnen zijn geweest. Het belangrijkste verschil in aanpak is dat in Nedersaksen geen sprake is geweest van een experimentele opzet. Het risico bestaat dat om wat voor reden dan ook specifieke banken worden geselecteerd om te worden bevestigd. De vissers zullen daarbij een voorkeur hebben voor mosselbanken met hoge dichtheden en waarvan de mosselen goed visbaar zijn, inhoudende dat zij liefst getrost los op de bodem liggen. Het is daarbij niet onwaarschijnlijk dat de gevoeligheid van deze banken voor bijvoorbeeld hoge stroomsnelheden of stormen al bij voorbaat systematisch anders (hoger) is dan van mosselbanken met lage dichtheden en een relatief sterke hechting van de mosselen aan de bodem. In dit verband is het van belang te constateren dat de banken die in ons onderzoek zijn betrokken vergeleken met het gehele areaal aan droogvallende mosselbanken relatief instabiel waren. Dit geldt zowel voor de experimentele vakken als voor de gekozen referentiebanken. Wanneer ook in Nedersaksen om vooral visserij-technische redenen de bevestigde locaties zijn gekozen is het goed mogelijk dat de door Herlyn en Millat gevonden verschillen niet het gevolg zijn van de visserij zelf als wel door de voorkeur voor het bevissen van bepaalde, in de praktijk relatief instabiele banken. Voorts is in Nedersaksen geen sprake geweest van een opzet waarbij de effecten van bevissing direct konden worden gemonitord, met een waarneming vlak voor en direct na bevissing. Daardoor is niet eenduidig vast te stellen waaraan de waargenomen verschijnselen zijn toe te schrijven. Ook voor de situatie in Nedersaksen was een experiment op basis van een paarsgewijze

vergelijking van aselect gekozen beviste en onbeviste vakken de beste weg geweest om visserijeffecten te kwantificeren en te kunnen scheiden van de grote natuurlijke variatie in banken en de ontwikkeling daarvan in de tijd.

4.5 Aanleg littorale mosselbanken: natuurbouw

Van de mosselen die zijn uitgezaaid op de vijf natuurbouw locaties bleek het merendeel na de winter te zijn verdwenen. Maar ook al tijdens de T1 waarnemingen, welke ca 6 weken na het verzaaien zijn uitgevoerd, bleken de bedekkingen sterk te zijn verlaagd. Alleen op locaties waarvan bekend is dat daar in het verleden – hetzij van nature, hetzij vanwege kweek- mosselen hebben gelegen zijn in juni nog meetbare bedekkingen aangetroffen.

Het verzaaien van mosselen naar littorale locaties is een gangbare praktijk in veel kweekgebieden en gebeurde van oudsher in de Zeeuwse Delta. Door de Deltawerken zijn veel van deze kweekgebieden verdwenen en vanaf begin jaren negentig zijn ook de littorale percelen in de Oosterschelde grotendeels ingeruild voor sublittorale kweekgrond. Het is dus uit de praktijk bekend dat het mogelijk is littorale mosselbanken aan te leggen. Onderhavig onderzoek heeft laten zien dat dit in de Waddenzee ook mogelijk is, maar de kans op succes is bij uitzaaien in het najaar zeer beperkt. Het succes van de verzaaiing in het experiment van Ens & Alting (1996) kan te maken hebben met het feit dat deze veel vroeger in het seizoen plaatsvond en in juni.

In de Wash (UK) zijn er in de 1997 en 1998 resp 1.7 en 1.2 mln kg sublittorale mosselen uitgezaaid in het intergetijdegebied teneinde de mosselvoorraad te vergroten na een sterke afname van het littorale bestand in de jaren tachtig (van 20 naar 2 mln kg in 10 jaar). De ingreep was bedoeld als voedselvoorziening voor de vogels, maar ook voor de visserij, en er heeft twee jaar na verzaaien ook oogst plaatsgevonden (Atkinson et al, in press). In dit geval zijn natuurbouw en visserij doelen hand in hand gegaan, en is de verzaaiing succesvol verlopen.

4.6 Beleidsrelevantie

Voor de toekomstige inrichting van het schelpdiervisserijbeleid kunnen de resultaten van belang zijn. Een positief effect van bevissing op de stabiliteit van droogvallende mosselzaadbanken kan uit dit experiment niet worden opgemaakt, maar wegvissen van instabiele zaadbanken en het ontzien van littorale en sublittorale stabiele banken zou kunnen bijdragen aan het realiseren van win-win situaties. Voorwaarde is dat bekend is welke zaadbanken instabiel zijn.

5 Conclusies

Uit de resultaten van het onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

1. Het experiment is naar behoren verlopen wat betreft de kwantificering van het effect van visserij op bedekking en areaal van de geselecteerde mosselzaadbanken. De luchtfotosurveys geven een bevestiging van de uitkomsten van de grondbemonsteringen. Echter, de biomassa bepaling moest tussentijds worden bijgesteld, en de slibmetingen zijn niet bruikbaar gebleken. De visserij is volgens de gemaakte afspraken verlopen, behalve op bank 12, die uit de analyse moest worden geschrapt.
2. Van de mosselzaadbanken is door natuurlijke factoren een groot deel verdwenen tussen oktober 2001 en mei 2002. Wegspoelen door storm is waarschijnlijk de belangrijkste factor geweest.
3. Vissen volgens de Jan Louw hypothese heeft geen aantoonbaar positief effect gehad op de ontwikkeling van de geselecteerde mosselzaadbanken in termen van areaal, biomassa en dichte bedekking. Indien de totale bedekking in de analyse betrokken wordt blijken in de beviste vakken aan het eind van het experiment meer met mosselen bedekte delen voor te komen. Dit is van beperkte betekenis in vergelijking met de grote natuurlijke afname in bedekking en biomassa in de loop van de winter, en de afname door visserij op de beviste vakken in het begin van de onderzoeksperiode. Het netto resultaat hangt af van de bestemming van de weggeviste mosselen en hun betekenis in de voedselketen.
4. Uit het onderzoek kan niet worden afgeleid dat de stabiliteit van mosselzaadbanken wordt bevorderd als gevolg van slib en biomassa verwijdering door visserij. De resultaten geven daarmee geen uitsluitel over het mechanisme van de Janlouw hypothese.
5. De hypothese die stelt dat visserij extra schade oplevert (collateral damage) wordt niet gesteund door de resultaten van dit onderzoek.
6. Uit het verzaaien van mosselen in het littoraal blijkt dat het mogelijk is in de Waddenzee littorale mosselbanken aan te leggen. Locaties waar in het verleden mosselbanken

aanwezig zijn geweest lijken relatief kansrijk ten opzichte van de andere locaties in dit onderzoek.

Referenties

Atkinson, PW, N.A. Clark, M.C. Bell, P.J. Dare, J.A. Clark & P.L. Ireland, in press. Changes in commercially fished shellfish stocks and shorebird populations in the Wash, England.

Brinkman AG & T Bult, 2002. Geschiede eulitorale gebieden in de Nederlandse Waddenzee voor het voorkomen van meerjarige natuurlijke mosselbanken. EVA II /Alterra rapport 455.

Brinkman AG, T Bult, N Dankers, A Meijboom, D den Os, MR van Stralen & J de Vlas, 2003. Mosselbanken, kenmerken, oppervlaktebepalingen en beoordeling van stabiliteit. EVA II rapport

Collie, J.S., Hall, S.J., Kaiser, M.J. & Poiner, I.R. 2000. A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *J Anim Ecol* **69**, 785-798.

Ens B.J. & D. Alting, 1996. The effect of an experimentally created musselbed on bird densities and food intake of the oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea*, 84A: 493 – 598.

Dankers, N, Meijboom A., Cremer J.S.M., Dijkman E., Hermes Y. & te Marvelde, 2003. EVA II deelproject F6: Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee.

Ens, B.J., R. Lanfers & A.C. Smaal, 2000. Onderzoeksplan EVA II, 2^e fase. EVAII rapport.

Herlyn, M, Millat, G. & Michaelis, H. 1999. Einfluss der Besatzmuschelentnahme auf die Entwicklung eulitoral Neuansiedlungen von *Mytilus edulis* L im niedersächsischen Wattenmeer. Forschungsstelle Kuste 9/1999.

Herlyn M & G. Millat, 2000. Decline of the intertidal blue mussel (*Mytilus edulis*) stock at the coast of Lower Saxony (Wadden Sea) and influence of mussel fishery on the development of young mussel beds. *Hydrobiologia* 426: 203 – 210.

Kamermans, P, E. Schuiling, D. Baars en M van Riet, 2003. Deelproject A1: Visserij-inspanning Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). RIVO Rapport. Nummer: C057/03.

Kater, B.J., 2002. Het mosselareaal en bestand op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2002. RIVO nr C056/02

ODUS, 2001. Uit de schulp, visie op duurzame ontwikkeling van de Nederlandse schelpdiervisserij.

Rohlf, F.J., Sokal, R.R., 1981. Statistical Tables. Freeman, San Francisco, CA, USA. 219 pp

Seed, R. 1976. Ecology. In BL Bayne(ed): Marine mussels, their ecology and physiology. IBP 10, Cambridge Univ Press: 13-65

Sokal & Rohlf, 1981. Biometry. Freeman publ.

Van Stralen MR 2002. De ontwikkeling van mosselbestanden op droogvallende platen en in het sublitoraal van de Waddenzee vanaf 1955, een reconstructie op basis van gegevens uit de mosselzaadvisserij. MarinX-rapport 2001.10

Werkplan EVAII-F5, Ontwikkeling en bevissing mosselzaadbanken. RIVO/Alterra 24-9-01.

Wolff, W.J., 2001. Op zoek naar win-win situaties voor natuurbescherming en schelpdiervisserij in de Waddenzee. RUG rapport.

Zwarts, L. & Ens, B.J. 1999. Predation by birds on marine tidal flats. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds) Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban: 2309-2327. Johannesburg: BirdLife South Africa

Bijlage 1 Ontwikkeling van de banken en visserij activiteit

Bank 2

T0

- ▭ beviste vak
- ▭ referentie vak
- ▭ alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- ▭ mosselbank najaar 2001



T1

- ▭ beviste vak
- ▭ referentie vak
- ▭ alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- ▭ contour mosselbank najaar 2001
- ▭ black-box



T2

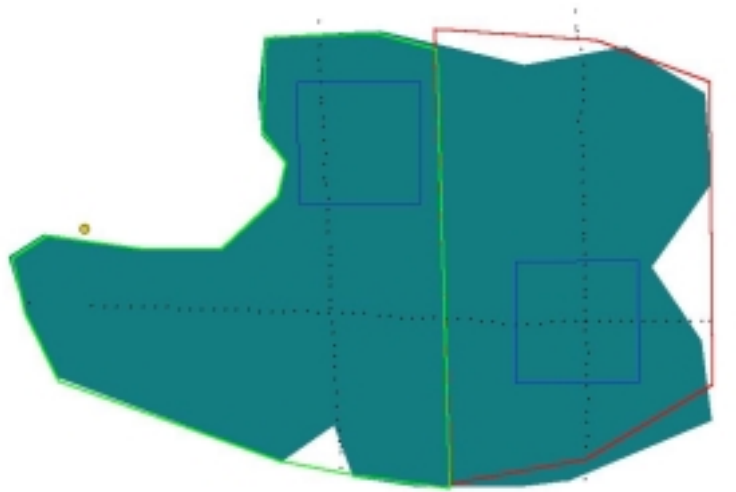
- ▭ beviste vak
- ▭ referentie vak
- ▭ alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- ▭ mosselbank voorjaar 2002
- ▭ strooimossel
- ▭ anders
- ▭ contour mosselbank najaar 2001



Bank 4

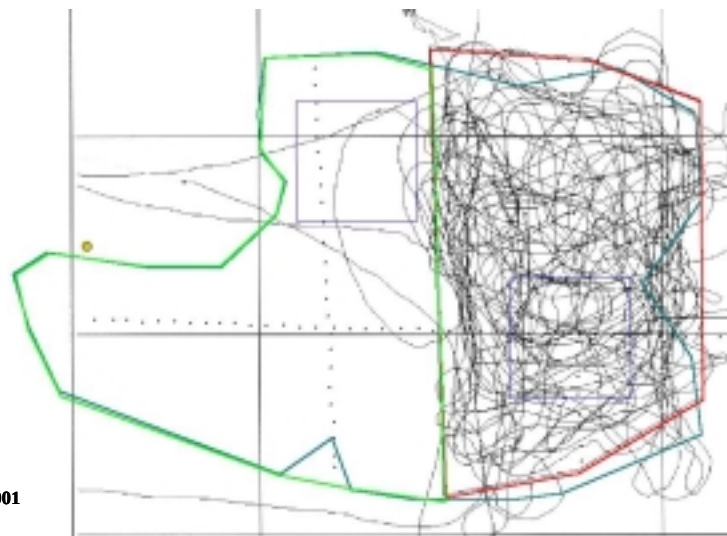
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



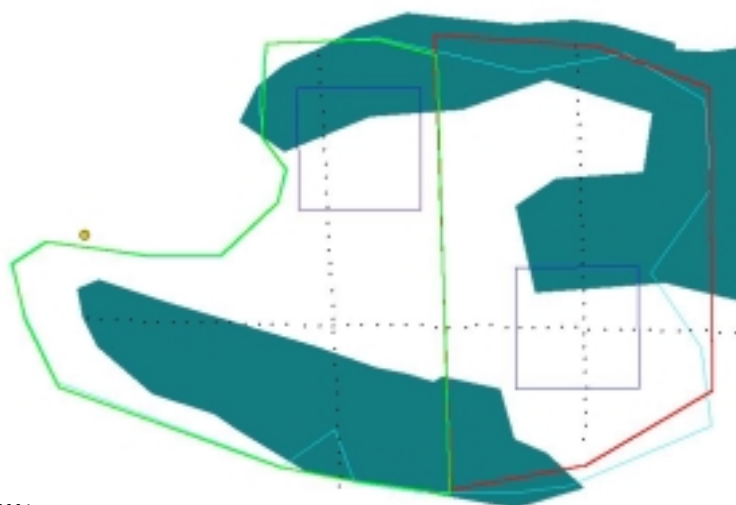
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⊞ black-box



T2

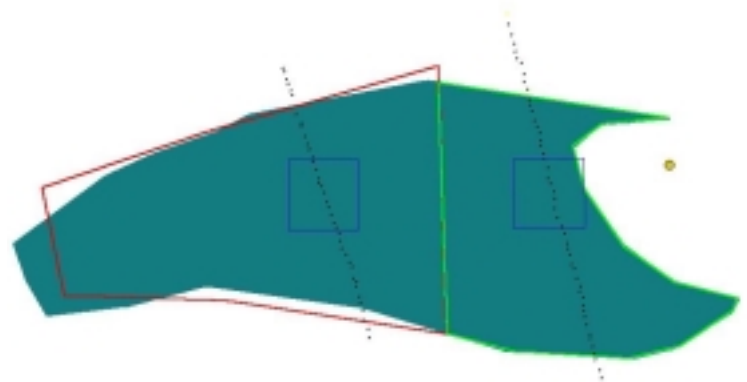
- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



Bank 5

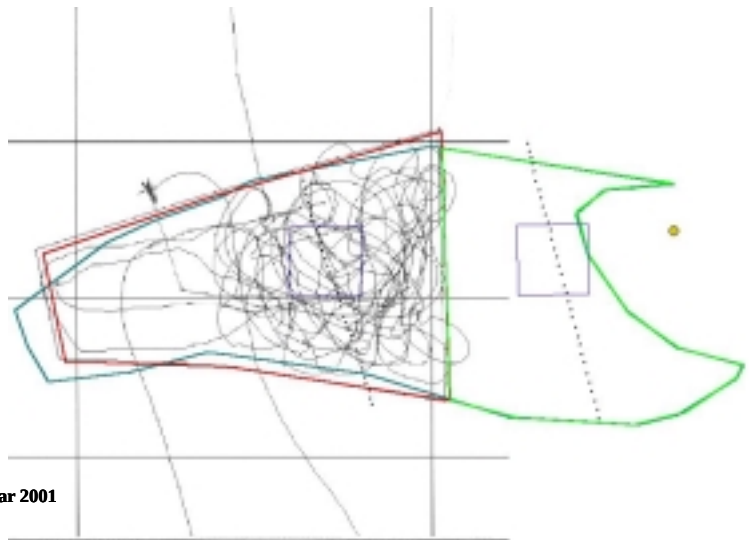
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



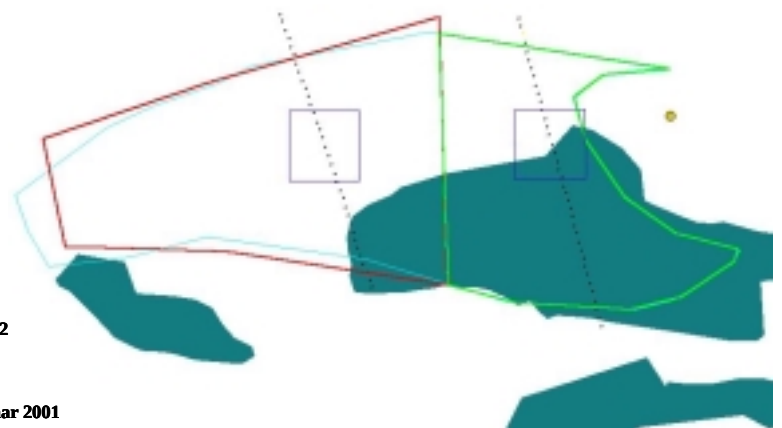
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⊗ black-box



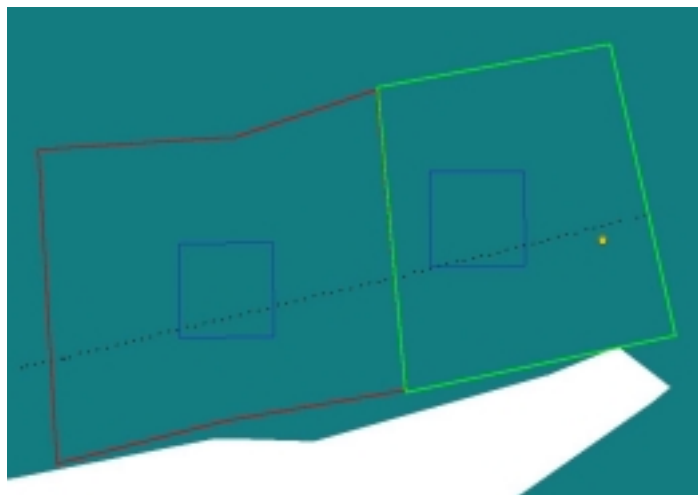
T2

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



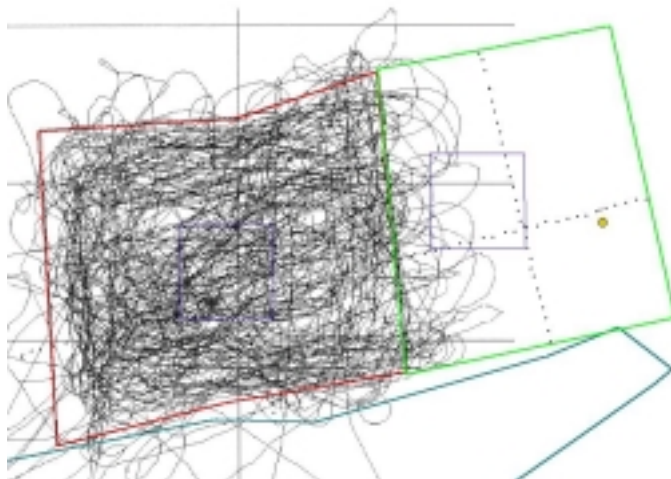
Bank 6 T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



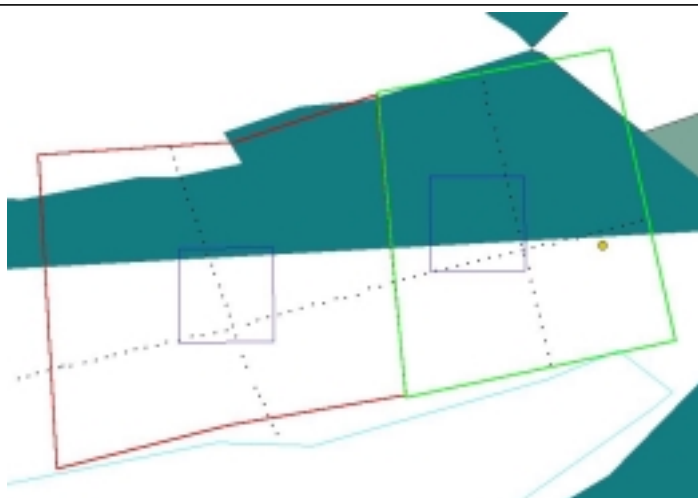
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⊗ black-box



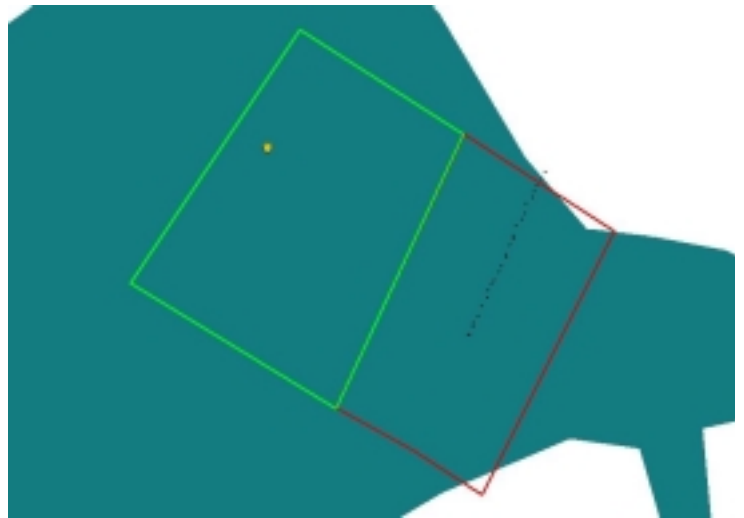
T2

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



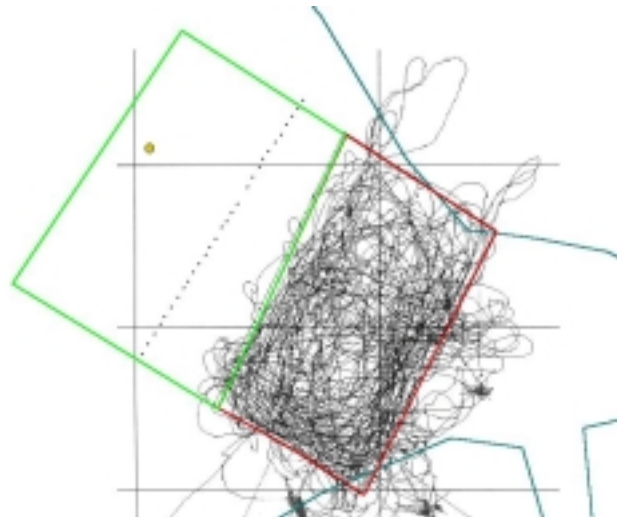
Bank 7 T0

-  beviste vak
-  referentie vak
-  alterra vak
-  baken referentie vak
-  monsterraai
-  mosselbank najaar 2001



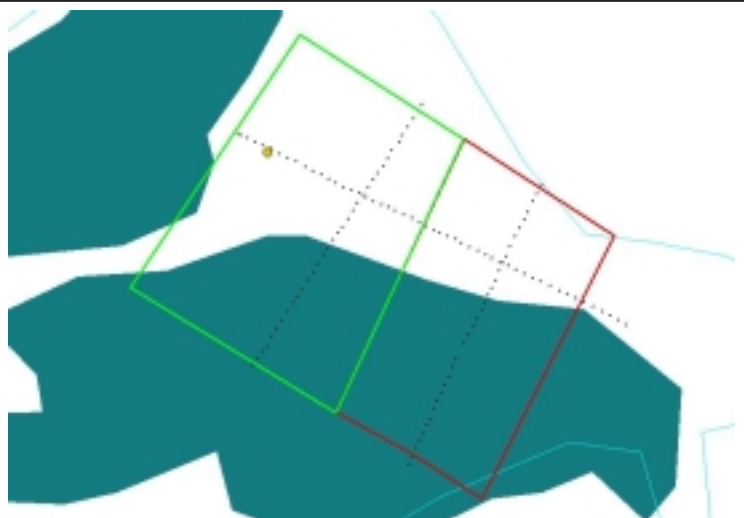
T1

-  beviste vak
-  referentie vak
-  alterra vak
-  baken referentie vak
-  monsterraai
-  contour mosselbank najaar 2001
-  black-box



T2

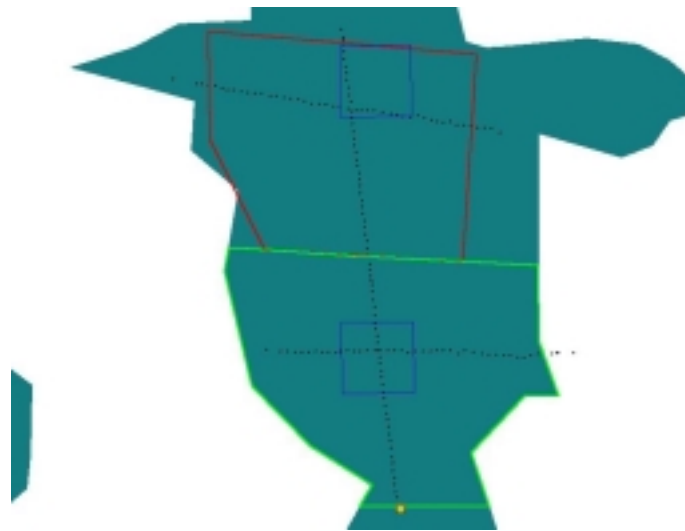
-  beviste vak
-  referentie vak
-  alterra vak
-  baken referentie vak
-  monsterraai
-  mosselbank voorjaar 2002
-  strooimossel
-  anders
-  contour mosselbank najaar 2001



Bank 9

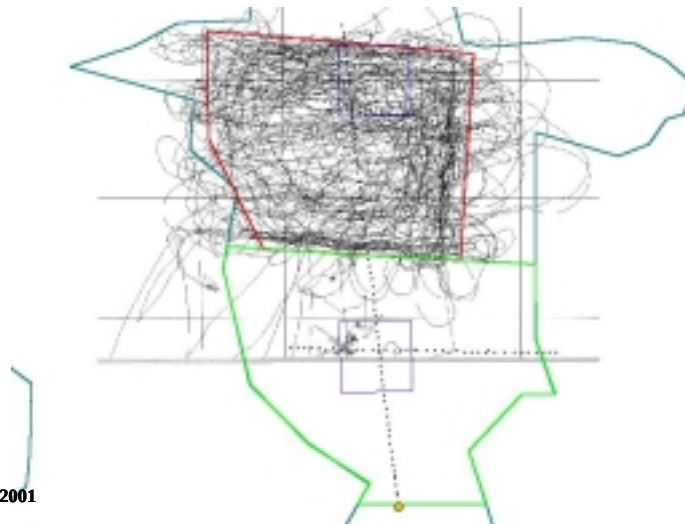
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



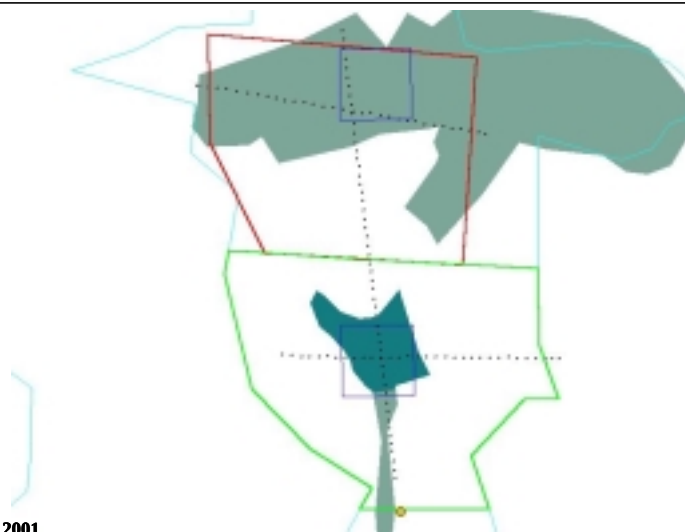
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⊗ black-box



T2

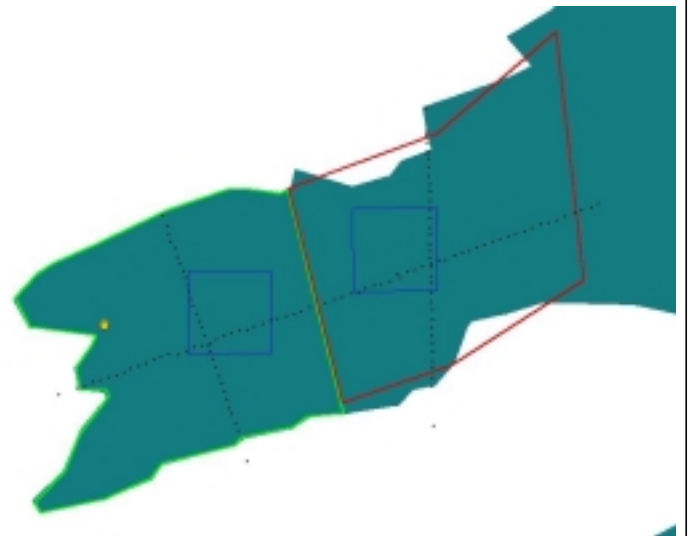
- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



Bank 11

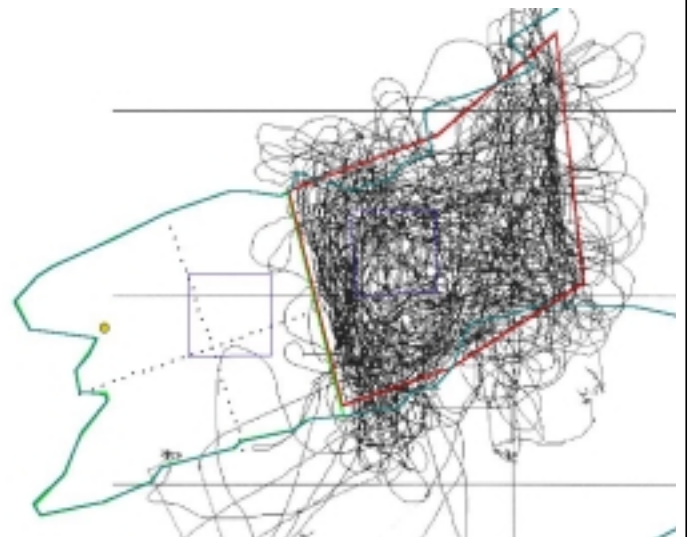
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



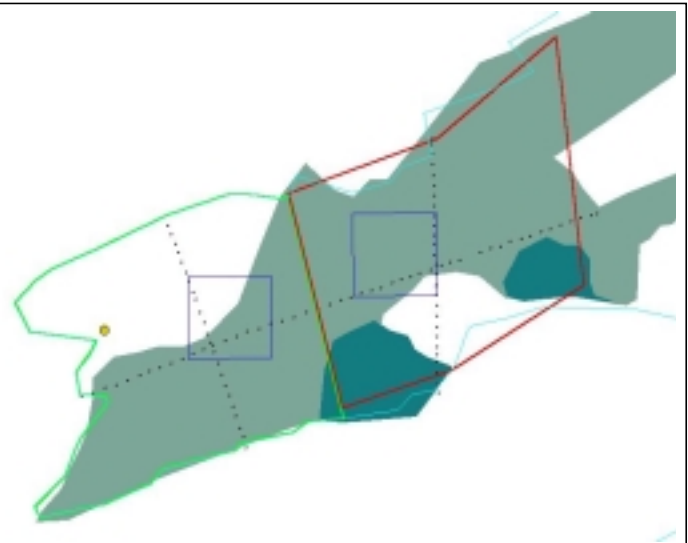
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⚡ black-box



T2

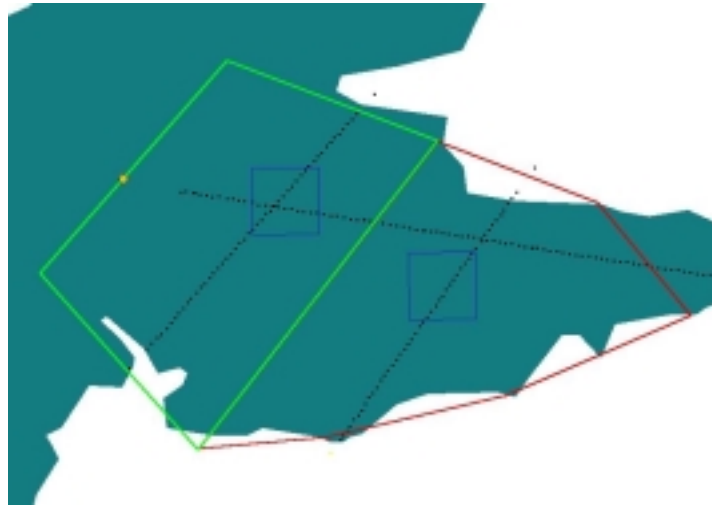
- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



Bank 12

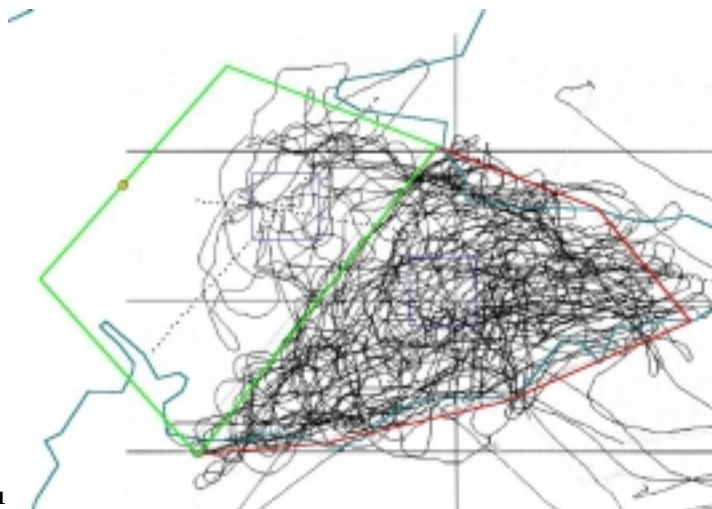
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



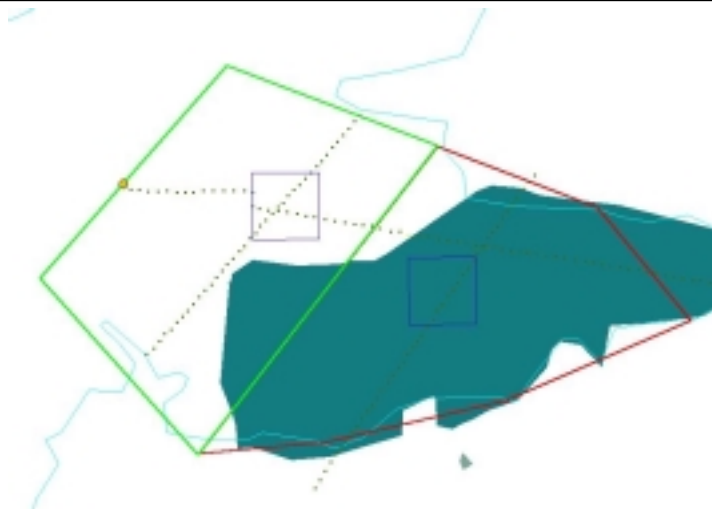
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- ⓧ black-box



T2

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001



Bank 14

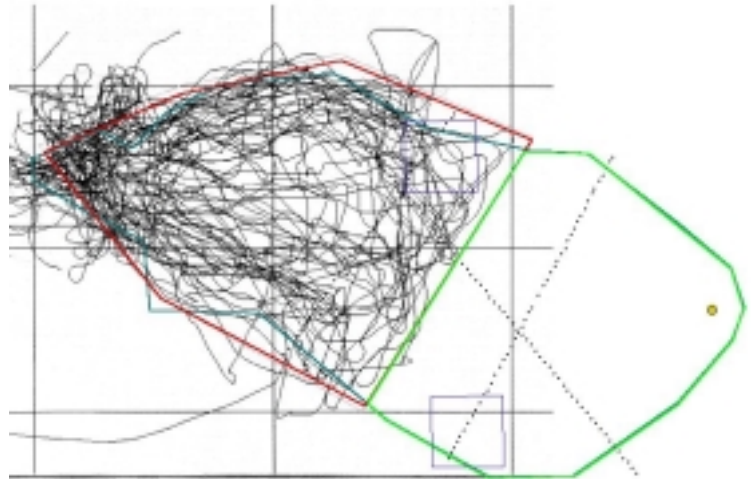
T0

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank najaar 2001



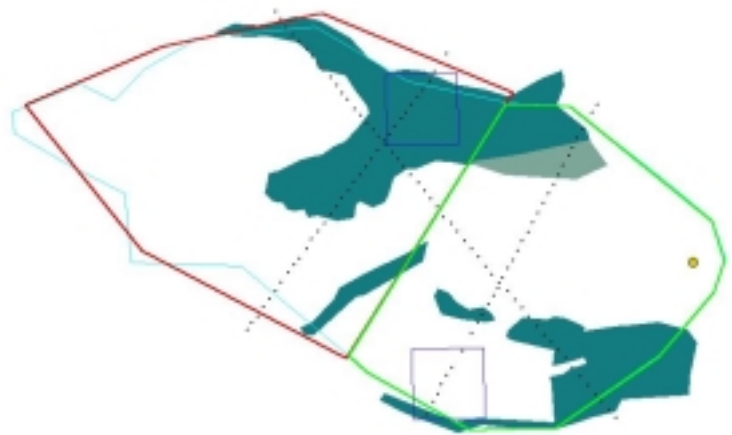
T1

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- contour mosselbank najaar 2001
- black-box



T2

- beviste vak
- referentie vak
- alterra vak
- baken referentie vak
- ... monsterraai
- mosselbank voorjaar 2002
- strooimossel
- anders
- contour mosselbank najaar 2001

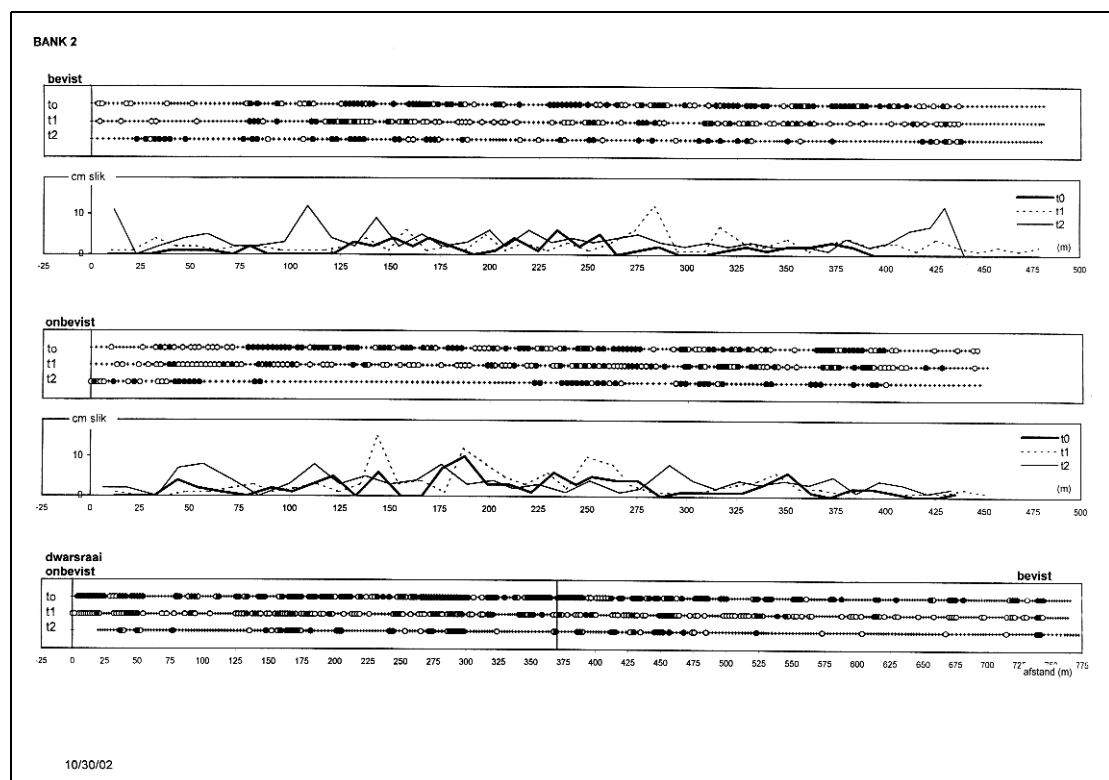


Bijlage 2 Karakteristieken van de raaien

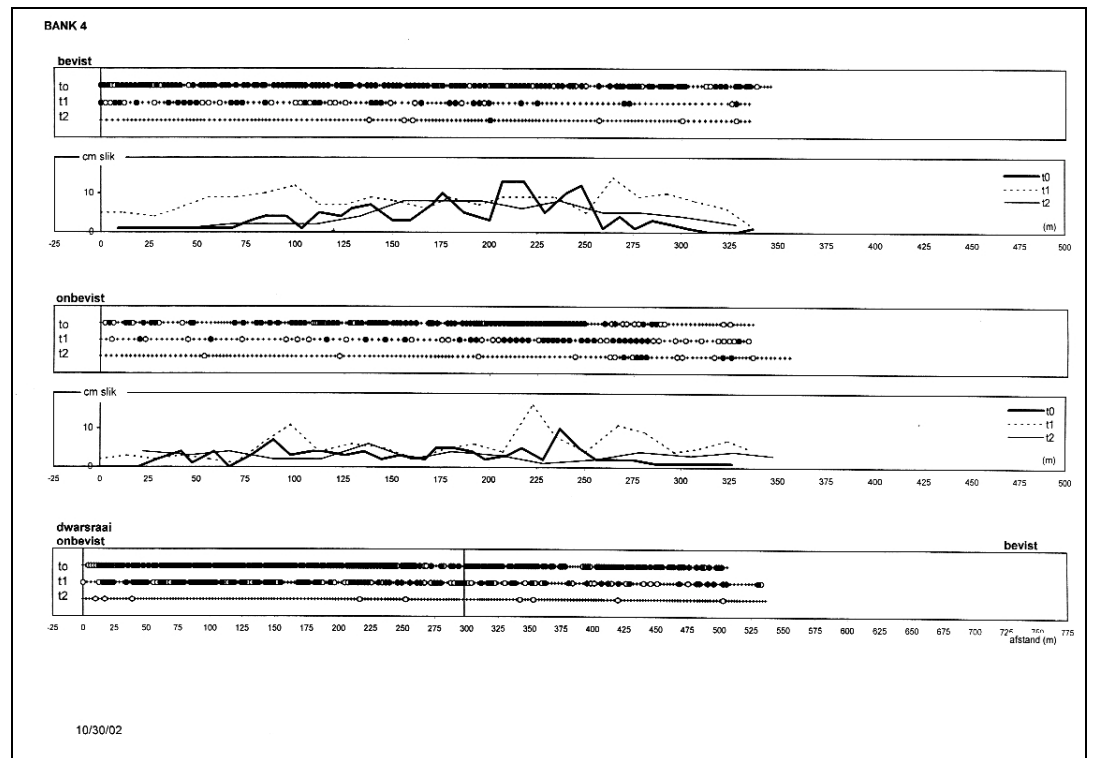
Per bank is weergegeven de score in 0 (plusje), + (open rondje), en 1 = dicht rondje op beviste raai, referentieraai en dwarsraai.

Van de vis en con raaien is tevens de slibdikte weergegeven

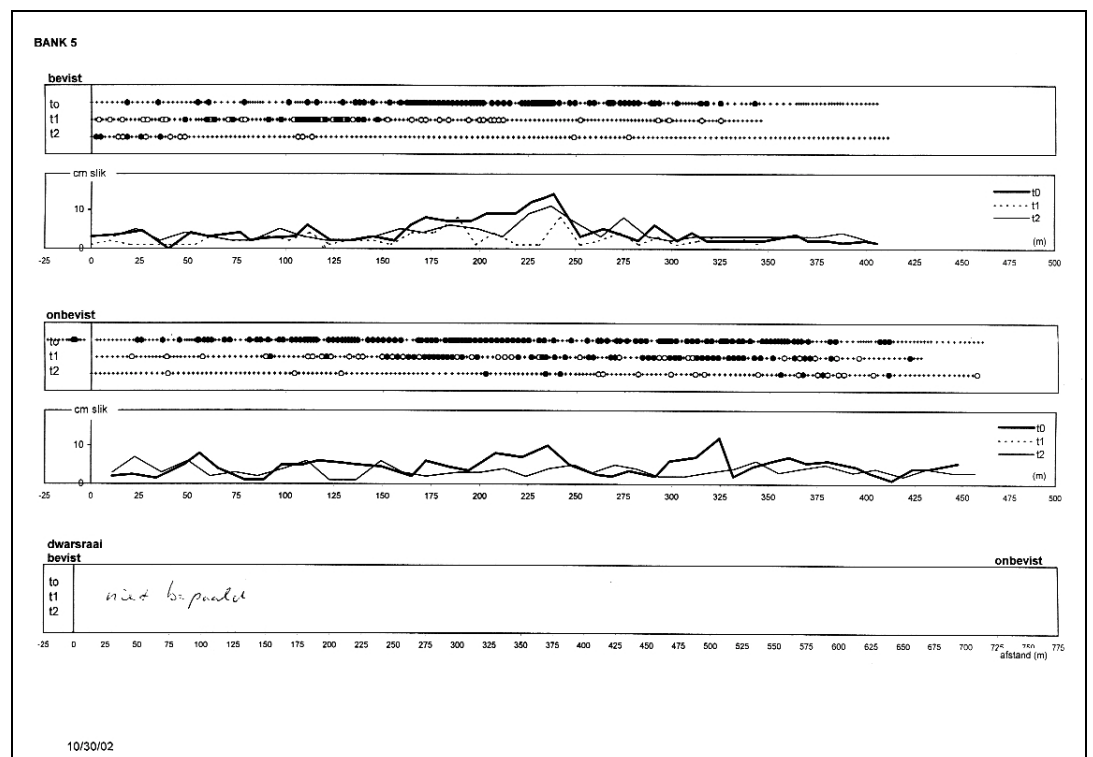
Bank 2



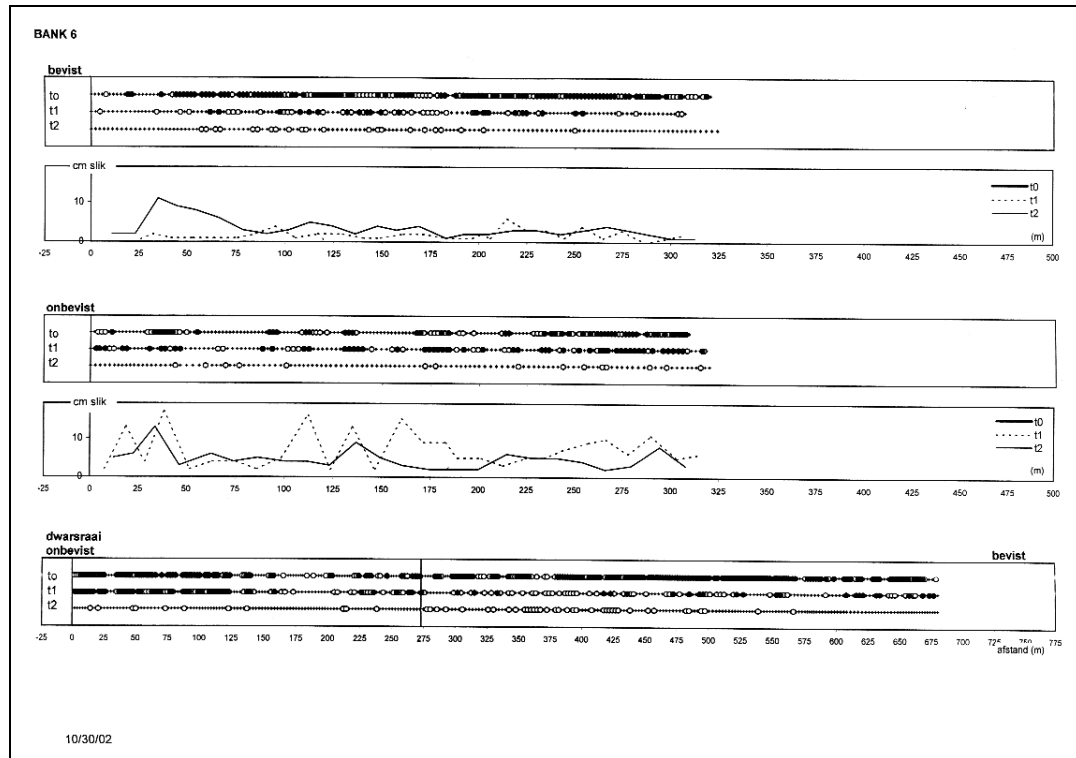
Bank 4



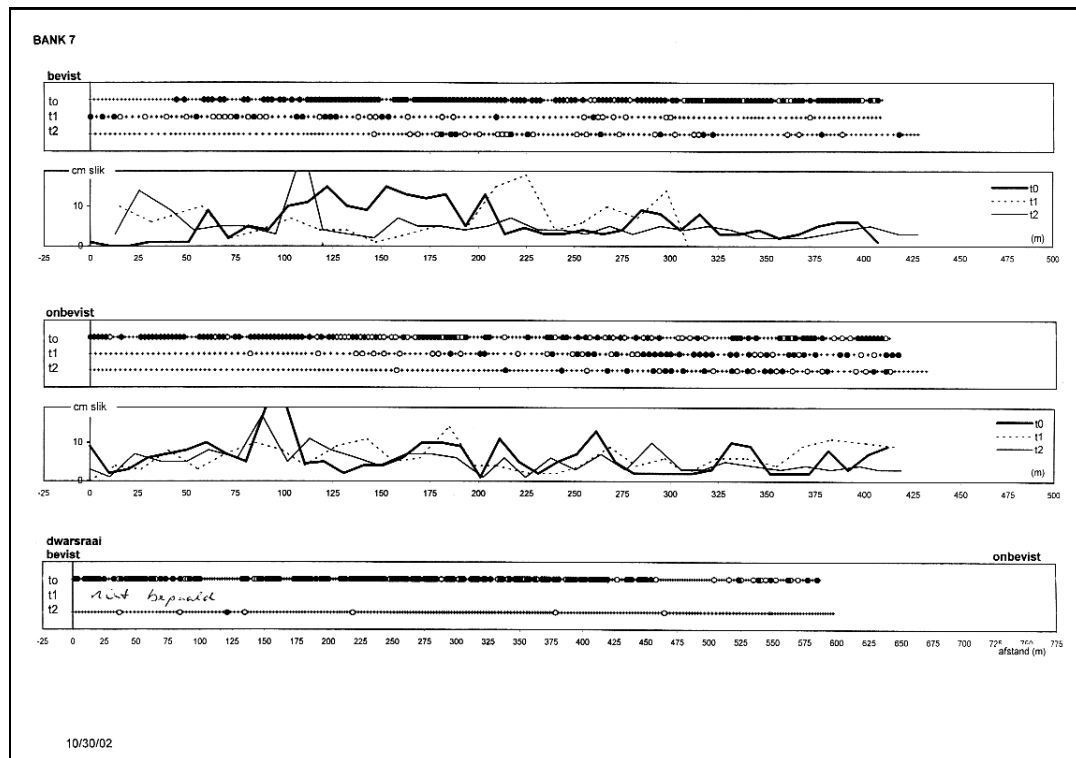
Bank 5



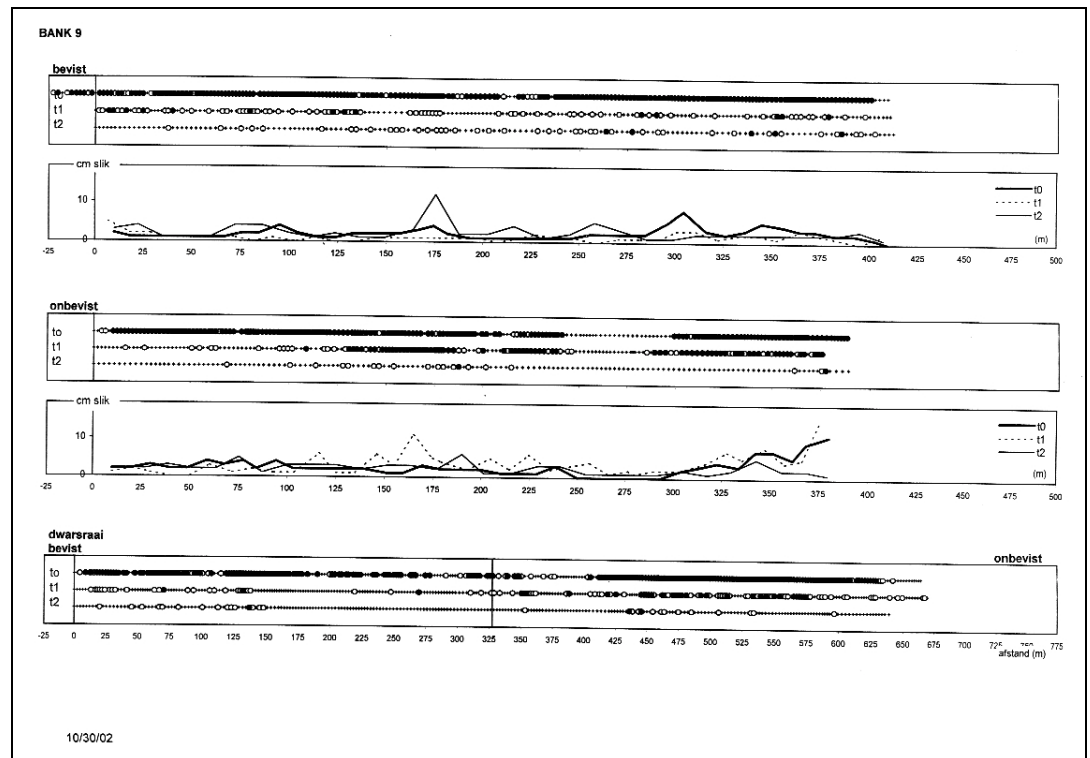
Bank 6



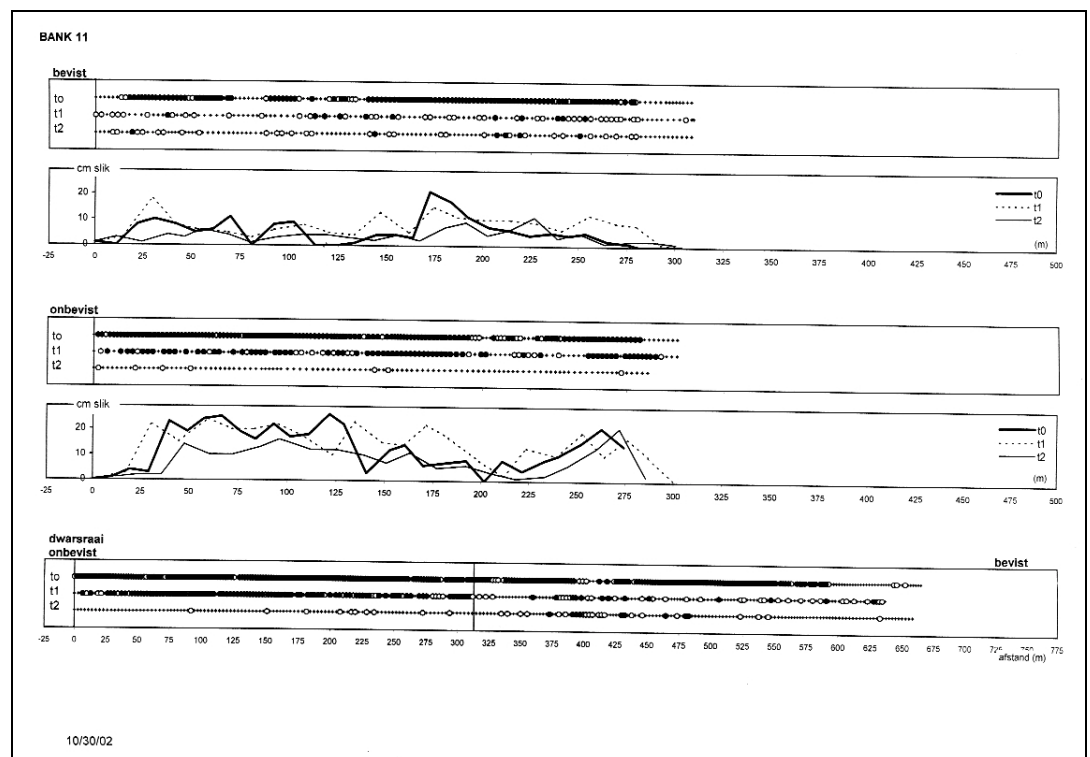
Bank 7



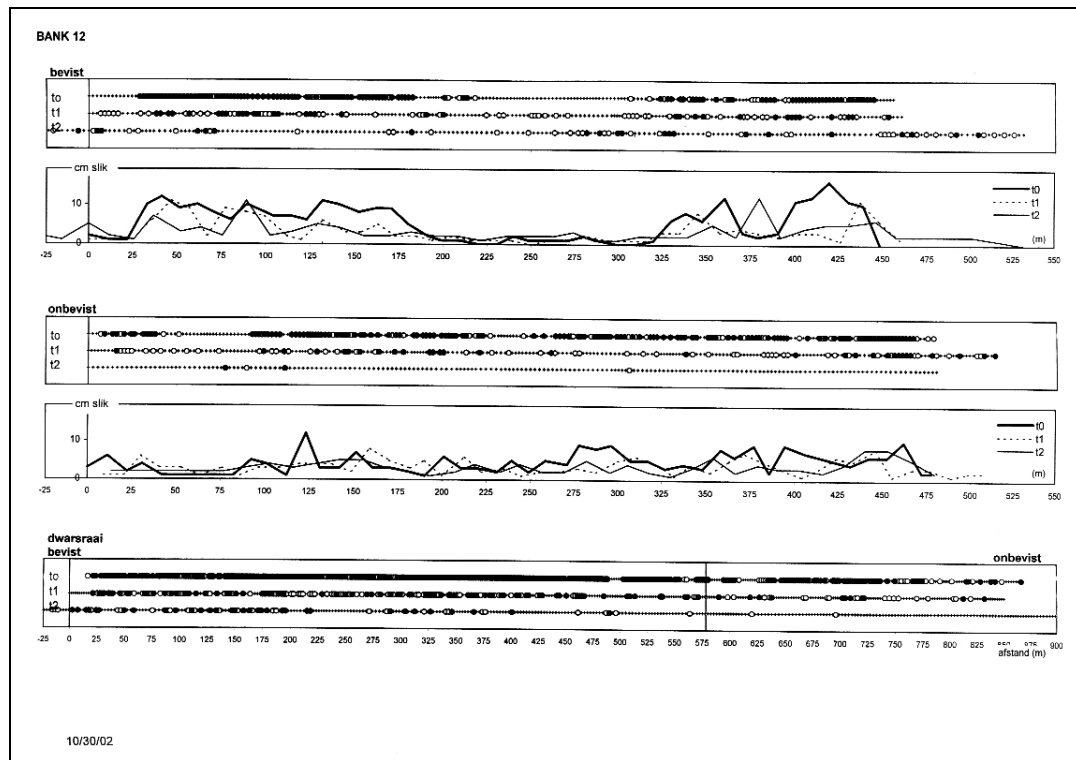
Bank 9



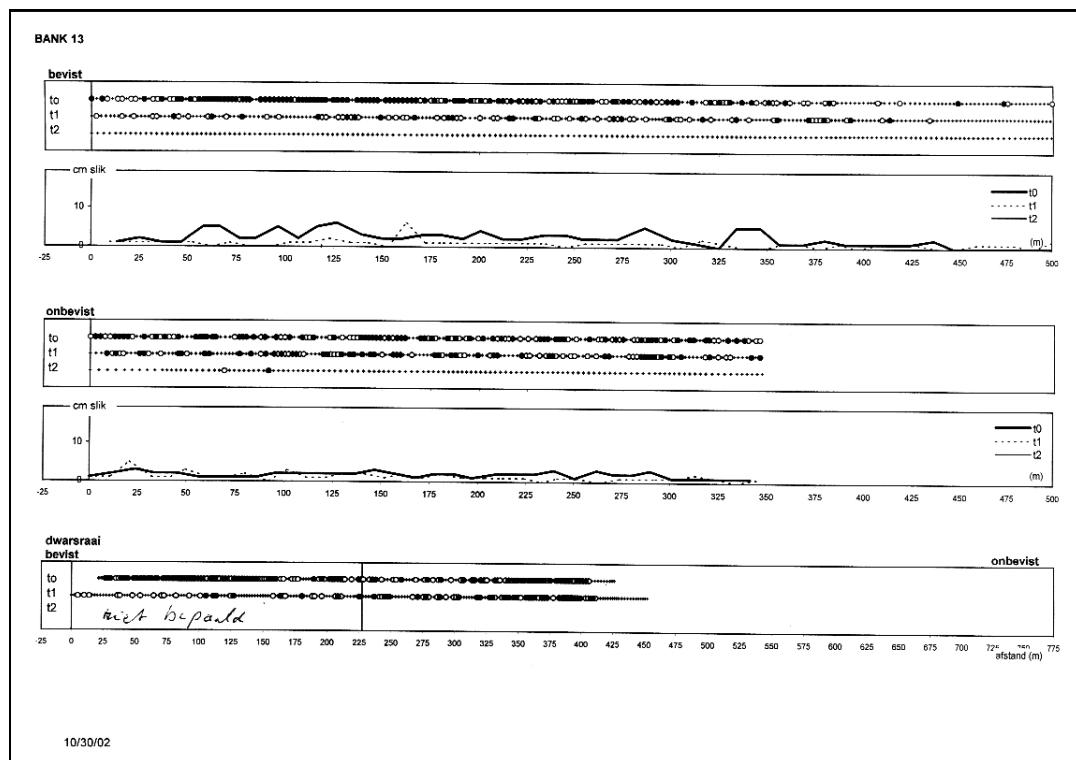
Bank 11



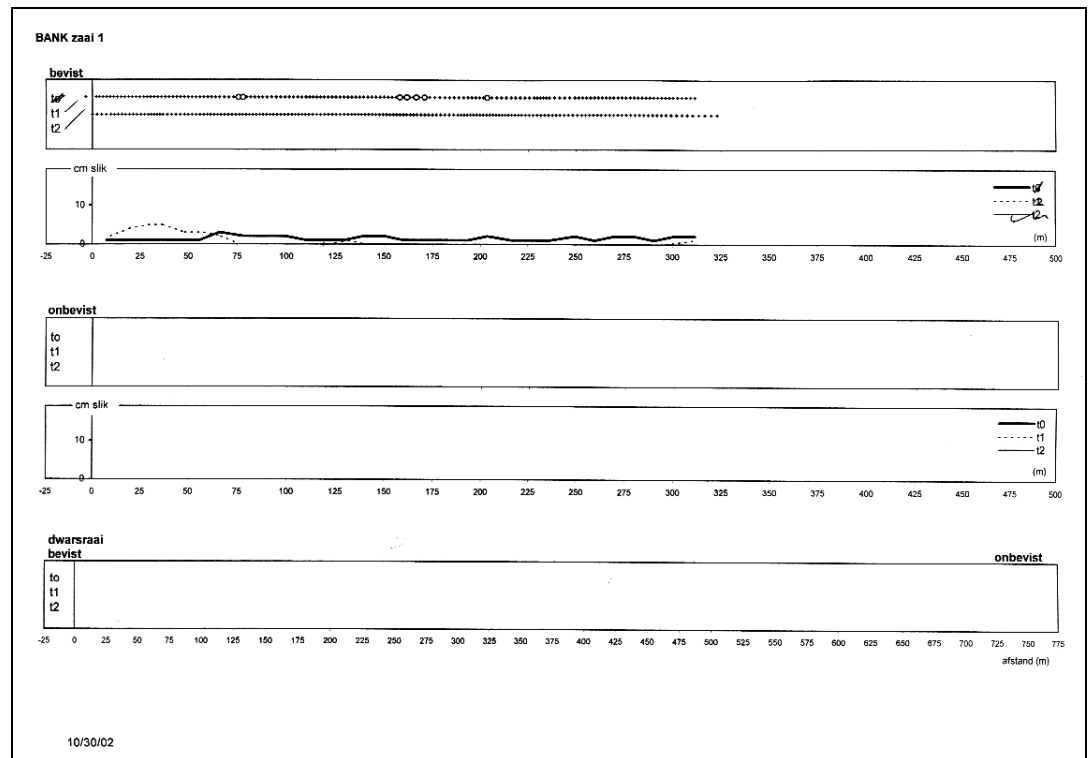
Bank 12



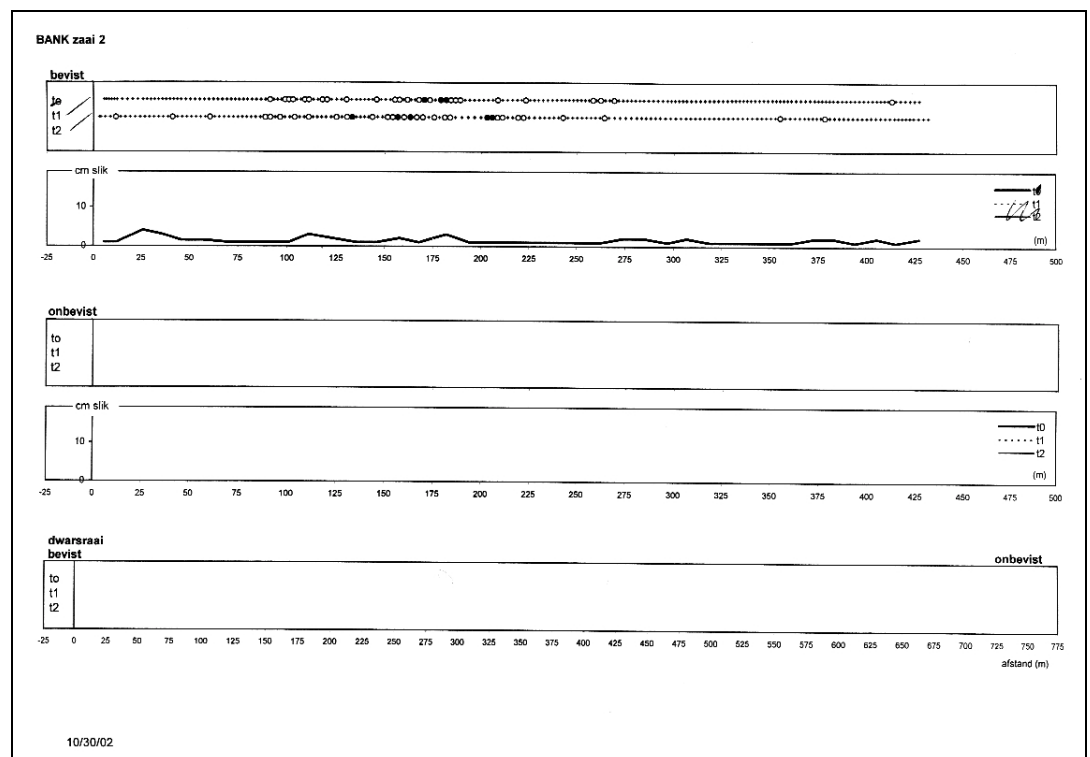
Bank 13



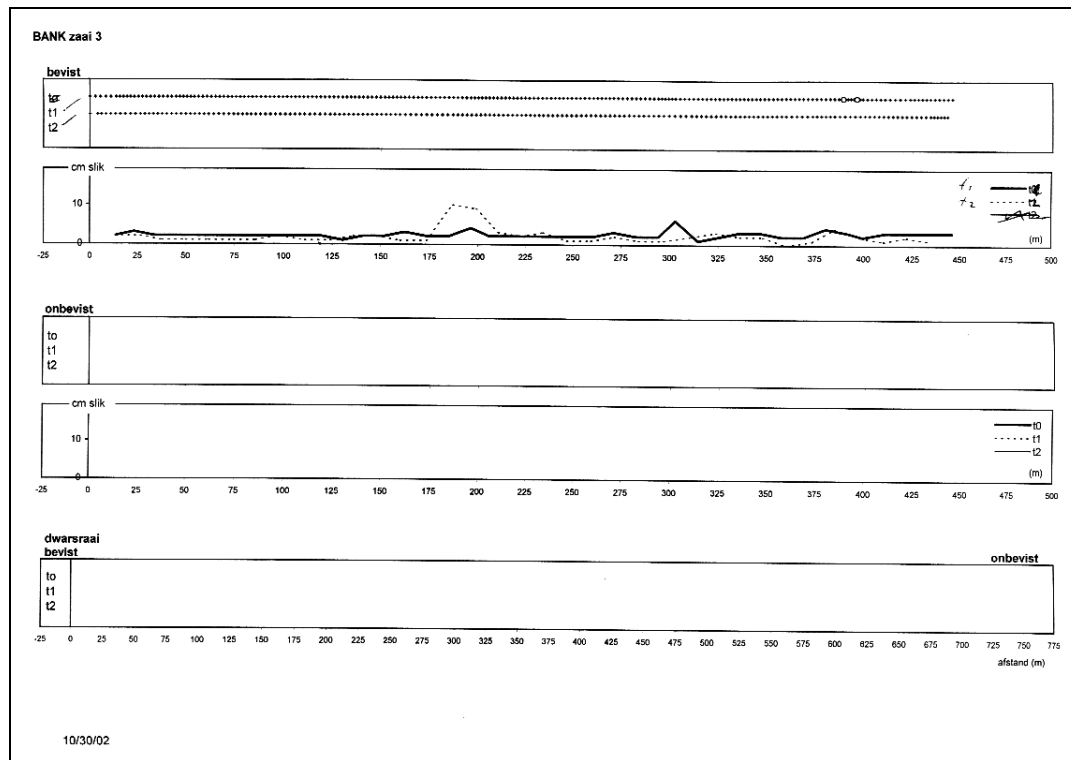
Bank zaai 1



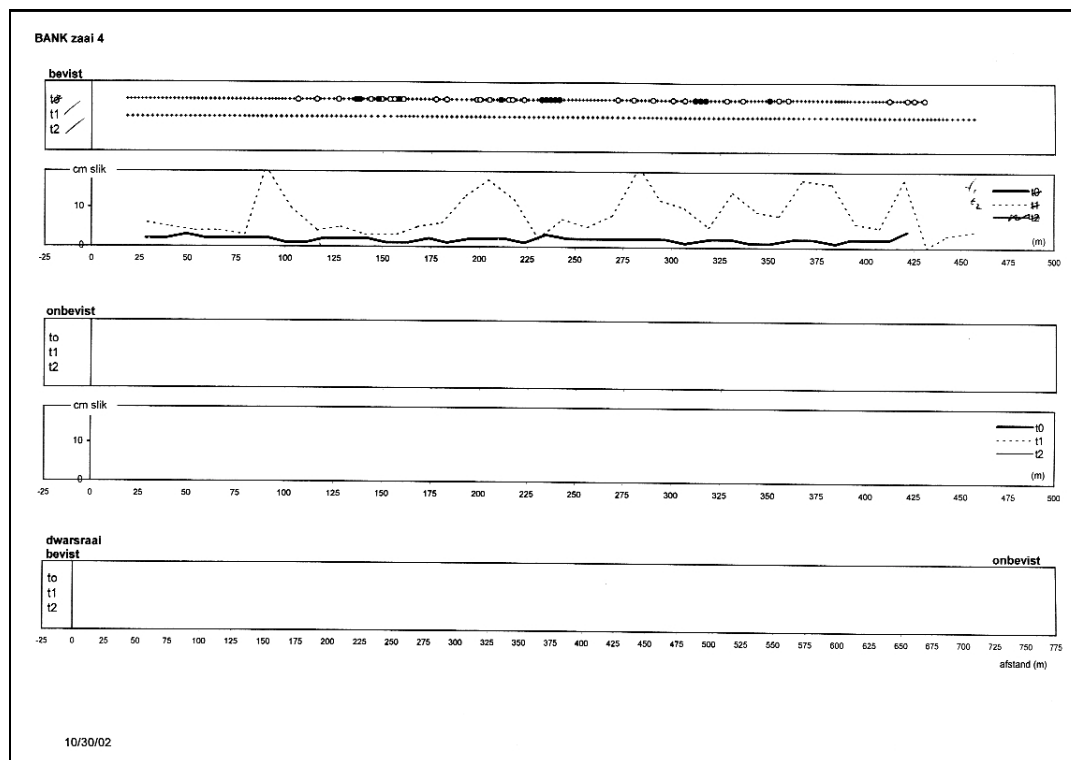
Bank zaai 2



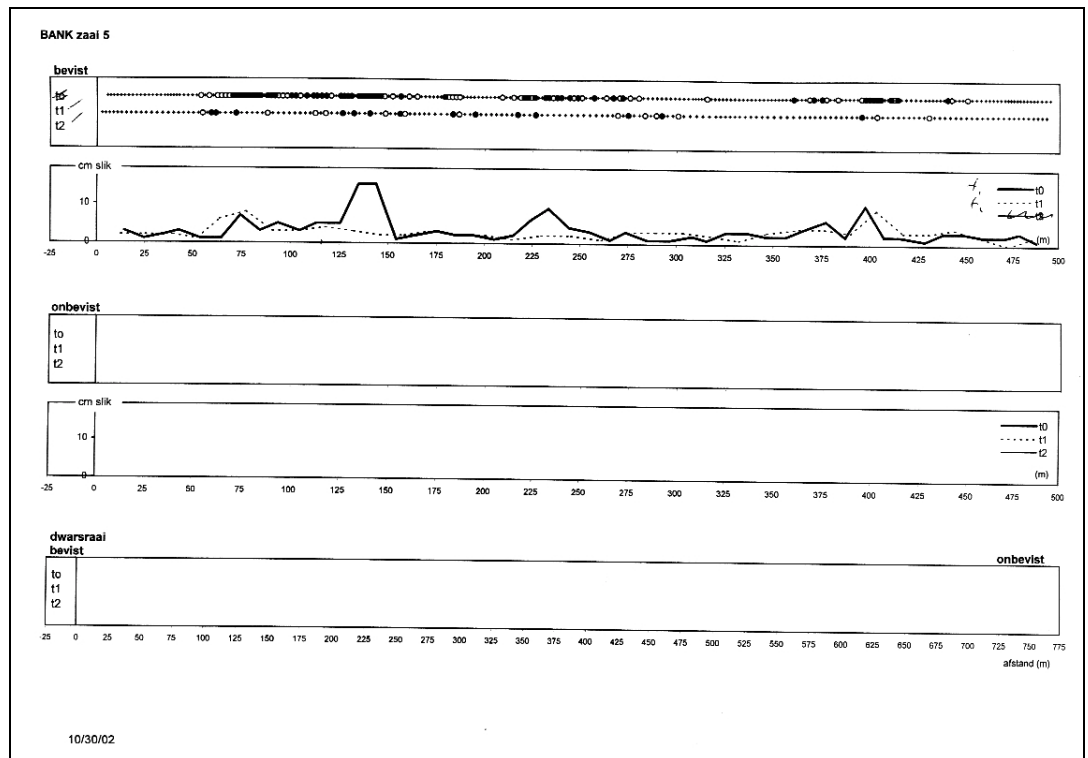
Bank zaai 3



Bank zaai 4



Bank zaai 5



Bijlage 3

Bijlage 3.1 Vluchtgegevens

Er zijn 8 vluchten gemaakt onder wisselende omstandigheden. Dit heeft geleid tot verschillen in de kwaliteit van de luchtfoto's (Fig 1, 6 afdrukken van verschillende kwaliteit) en zelfs tot onbruikbare films.

Vlucht 1: 24 oktober 2001

Bij deze eerste vlucht waren de posities van de bakens nog niet bekend (veel bakens waren nog niet geplaatst). De globale posities waren bepaald aan de hand van de kaart van de mosselbroedval. De coördinaten werden bepaald aan de hand van de watersportkaart. Bij de navigatie werd slechts deze globale positie gebruikt als waypoint. Door zijwaardse drift van het vliegtuig lukte het niet altijd om goed over dit waypoint te vliegen. Bovendien weken de uiteindelijke posities van de bakens soms af van de contouren op de oorspronkelijke kaart.

Overlap foto's 5%

Weer:

onbewolkt/zeer helder

Waterstand: ?; banken

goed droogvallend

Kwaliteit foto's: zeer goed,

Vlucht 2 en 3: November 2001

Er werden twee pogingen ondernomen om foto's te maken, maar om verschillende redenen werden geen bruikbare opnamen verkregen

Vlucht 4: 11 december 2001

Op basis van de GPS-posities van de door het RIVO geplaatste bakens is de vliegroute opgesteld zoals hierboven beschreven.

Overlap foto's 25%

Weer

onbewolkt/helder

Waterstand: ?; banken

goed droogvallend

Kwaliteit foto's: goed maar donker

Vlucht 5: 25 januari 2002

Overlap foto's	50%
Weer:	wisselend
bewolkt	
Waterstand	verhoging;
gedeeltelijk niet droogvallende (delen van) banken	
Kwaliteit foto's	matig,

Vlucht 6: 24 maart 2002

Overlap foto's	50%
Weer	wisselend
bewolkt	
Waterstand	40 cm
verlaging	
Kwaliteit foto's	te weinig
contrast	

Vlucht 7: 24 april 2002

Problemen met een ander vliegtuig dat op dezelfde hoogte heen en weer vloog. Gedaald naar 2500ft

Overlap foto's	50%
Weer	wisselend
bewolkt	
Waterstand	geen
verhoging of verlaging	
Kwaliteit foto's	weinig
contrast/licht	

Vlucht 8: 21 juni/25 juni 2002

Vlucht op 21 juni afgebroken i.v.m. lage bewolking (Foto's gemaakt op 1800 ft). Op 25 juni ook nog enige problemen, vooral schaduwwerking

Overlap foto's	50%
Weer	vrijwel onbewolkt (toch enige problemen met wolkenbanden), licht
nevelig	

Waterstand	geen
verhoging of verlaging	
Kwaliteit foto's	goed
behalve bij schaduw wolken	

bijlage 3.2 Beoordeling banken

1. CONTROLEBANKEN

Bank 1

Oktober	Duidelijke kleine bank. Mosselen donker op de foto. Vrij open structuur
December	Mosselstructuur nog duidelijk aanwezig. Mogelijk iets meer open structuur
Januari	Hoog water. Geen mosselstructuur te zien
Maart	Structuur mosselbank te herkennen , echter lichte vlekken i.p.v. donkere. Achtergebleven slibbulten/ Lanice velden? Structuur opener dan in december
April	Trend van maart voortgezet. Nog meer open. Alleen lichte vlekken
Juni 21	Vage donkere structuur zichtbaar (onder water?). Centraal in donkere structuren lichte structuren.
Juni 25	Hoog water. Geen structuur zichtbaar

A

Oktober	Langs bovenkant foto duidelijke bank met duidelijke mosselstructuur
December	Duidelijke mosselstructuur. Donkere toppen
Januari	Hoog water. Onder water vage structuur zichtbaar
Maart	Vage structuur zichtbaar (lichte vlekken) Meer open dan december
April	Hoog water, vage structuur
Juni	Duidelijke mosselbank. Palen goed zichtbaar (fout ong 40 meter) Bulten licht met daarbinnen donker.

D

Oktober	Positie niet ideaal. Lijkt op een vrij gesloten mosselbank
---------	--

December	Palen herkenbaar (fout 50 m) Fijnschalige structuur van mosselen. Duidelijk meer open dan in oktober
Januari	Zeer sterk gereduceerde mosselbedekking. Nog wel een duidelijke rand aan de noordkant
Maart	Paal 46 goed zichtbaar (fout 47 meter) Zeer dunne donkere structuur. Mosselen in lage dichtheid??
April	Structuur nog zichtbaar alleen nu als lichte vlekken. Waarschijnlijk geen mosselen
Juni	Paal 46 (40 m fout) Paal 45 (47 m). Vreemde kleur foto. Bank centraal licht, maar langs de randen nog donkere structuren.
E	
Oktober	Lijkt een egale zaadbank. Structuur fijnschalig
December	Bank nog aanwezig. Gedeeltelijk meer open plekken. Grotendeels structuur nog vrij egaal
Januari	Centrale deel mosselbank vaag, (onder water?) Omtrek bank nog goed zichtbaar. Of bank veel minder dicht geworden of onzichtbaar door water boven de bank
Maart	Geen duidelijke structuur. Wel redelijk egaal donker oppervlak. Aanwijzingen voor ondiep water boven de bank
April	Fijnschalige structuur van lichte vlekken
Juni	Moeilijke fotos. Lichte vlekken
F	
Oktober	geen foto's
December	stok 41, stok 42. Vrij egale structuur. Kleine lichte vlekken (kaal zand?) in donkere structuur (mosselen)
Januari	Langs de randen van het bankje duidelijke donkere structuren (mosselen). Centraal op de bank minder structuur. (Steekt rand uit boven water?)
Maart	paal 42, paal 41. Vage fotos. Lichte vlekken in donkere structuur
April	paal 42, paal 41 vage structuur. Lichte vlekken in donkers achtergrond. Groundtruth gaf geen mosselen) Kleine donkere vlekken suggereren toch mossels
Juni	paal 41, Duidelijke lichte vlekken (Lanice bulten volgens groundtruth)

8

Oktober	Mosselzaadbank met weinig groffe structuur, maar wel kleinschalige structuur.
December	Structuur gehandhaafd
Januari	Structuur gehandhaafd, maar nu als lichte plekken
Maart	Niet goed te interpreteren. Weinig structuur, bewolking
April	paal 115, paal 116. Structuur met lichte vlekken
Juni	paal 116, paal 115 Moeilijk interpreteerbaar. Lijkt op lichte vlekken

Ongestoord bank 10

Oktober	Compacte bijna ronde bank. Mosselen donker, zandbodem licht. Deel van de bank (bij paal 112) lichte vlekken.
December	Bank licht er nog fraai bij
Januari	Hoog water, maar bank nog te zien vooral de randen
Maart	paal 112 en 113. Bank moeilijker te herkennen. Toch nog wel donkere delen, maar ook lichte vlekken
April	Paal 112,113. Bank weer duidelijk te herkennen, maar zijn het mosselen. Gehele bank lijkt nu op deel bij paal 12 in oktober. Toen waren er in dat deel ook nog donkere plekken. Die ontbreken in de gehele bank
Juni	Paal 112,113. Lichte vlekken met donkere achtergrond. In de donkere achtergrond nog donkerder vlekken (strooimosselen of waarschijnlijker algen. Donkere achtergrond natter dan lichte vlekken (groundtruth)

Ongestoorde bank J

Oktober	Lichte achtergrond sediment, donkere mosselpatches. Centra (toppen?) van donkere vlekken soms weer licht. Fraaie grof gestructureerde bank
December	Idem, lichte toppen nog geprononceerder
Januari	ontbreekt op dit moment
Maart	Paal 98. Donkere structuren blijven. Nu vooral centrale delen (toppen) donker. Lichte toppen verdwenen, wel lichte vlekken
April	Paal 98. Structuur van maart behouden
Juni	Mosselstructuur duidelijk nog aanwezig als donkere structuren

K

Oktober	Fraaie bank met fijne structuur. Mosselen donker wad licht
December	Nog steeds fraai. Zon geeft lichte randen op mosselbulten
Januari	Ontbreekt op dit moment
Maart	Bewolking. Mosselstructuur nog goed zichtbaar als donkere vlekken
April	Donkere vlekken voor een groot deel verdwenen. I.p.daarvan lichte vlekken
Juni	Mosselstructuur nog zichtbaar als donkere structuren

L

Oktober	Dun bezaaide bank. Mosselen in smalle donkere structuren. Onder water?
December	paal 87, 86. Als in oktober
Januari	Hoog water? Minder donkere strengen vooral bij paal 86. Ten westen van paal 87 nog wel redelijke hoeveelheid donkere structuur
Maart	Vage foto's. West van paal 87 nog mosselstructuur. Bij paal 86 eveneens. Lijkt wel veel minder dan in oktober
April	Lichte vlekken
Juni	Ten westen van paal 87 nog wat mosselstructuur (niet veel). Verder vnl lichte vlekken

M

Oktober	Vrij dun bezaaide bank. Fijnschalige structuur.
December	Paal 73, 72 Duidelijker structuur, vooral ten westen van paal 73. Middenstuk wel donkerder dan wad, maar lichter dan ten westen en geen duidelijke structuur. Bij paal 72 dunne slierten duidelijke mosselen en onduidelijke donkere stukken.
Januari	Geen foto's beschikbaar
Maart	Mosselstructuren nog aanwezig, maar veel minder dan in oktober
April	Paal 73, 72. Lichte vlekken. Geen donkere mosselstructuren meer te zien
Juni	Er lijkt weer een duidelijke mosselstructuur aanwezig te zijn

N

Oktober	Fraaie dicht bezette scherp afgegrensde bank. Bedekking vrijwel 100%
---------	--

December	Bank nog duidelijk, maar bedekking veel lager (20%) Dichter bezetting langs zuidrand. Veel slib hoopjes. Mosselen als toppen van eilandjes. Oostpunt met stereokijker bekijken
Januari	Bedekking nog lager (5%) althans als alleen de donkere toppen van de slibbulten worden gerekend
Maart	Vage dia's. Situatie als in januari
April	Vrijwel alleen maar lichte vlekken (slibbulten?)
Juni	Vage lichte vlekken
G	
Oktober	Fraaie dicht bezette scherp afgegrensde bank. Bedekking 90% Ten oosten van de bank de vage structuur met lichte vlekken die bij de latere vluchten zo vaak gevonden werden. Hier duidelijk te onderscheiden. Westpunt fraaie vogelkop
December	Bank nog zeer fraai aanwezig. Wel zijn er een aantal kale plekken in gekomen. Bedekking nog hoog
Januari	Nog resten van de mosselbank over, vooral langs de noordrand. Verder veel lichte vlekken
Maart	Onduidelijk of bank nog bestaat
April	Donkere structuren en vlakken tussen lichte vlekken waarschijnlijk geen mosselen
Juni	Donkere structuren verdiept t.o.v. lichte vlekken (blijkt uit schaduw, stereokijker proberen)
H	
Oktober	Fraai dicht bankje (70-90% bedekking)
December	Bedekking wat afgenomen. Geen grote gaten
Januari	Bedekking sterk afgenomen. Groot stuk weggeslagen
Maart	Vage foto's bewolking. Bank lijkt verdwenen
April	Donkere foto
Juni	zie bank G
O	
Oktober	Rand van fraaie bank met donkere mosselen en lichte mosselstructuren zoals bij bank 2. Lijkt echter uit te lopen in kale wad

December	Klein bankje met dunne strengen mosselen
Januari	Hoog water. Mosselen steken boven water uit, maar ook onder water zichtbaar
Maart	Mosselen nog aanwezig
April	ontbreekt
Juni	Bank winter overleefd

2. JANLOUWBANKEN

Bank 2

Oktober	Krachtige bank zowel in beviste als onbeviste deel. Lichte toppen op mosselen.
December bevist	Duidelijke vissporen. Sterke afname bedekking
December onbevist	Afname mosselen. Duidelijk hogere bedekking dan bevist. Lichte vlekken (slib? Lanice bulten?) meer aanwezig
Januari bevist	Hoog water. Nog wel donkere plekken zichtbaar, maar lage bedekking. Langs oostkant perceel nog krachtige mosselstructuren (donker) met lichte top. Foto's terugweg, duidelijker dat dichtheid laag is behalve aan oostkant grotendeels buiten het vak
Januari onbevist	Hoog waterprobleem. Mosseldichtheid lijkt groter dan in beviste deel. Langs oostrand krachtige mosselstructuren. Terugweg duidelijker dat bedekking hoger is.
Maart bevist	Lichte vlekken, met een grijze structuur.
Maart onbevist	Voor al lichte vlekken. Op het oog weinig tot geen mosselen
April bevist	Alleen lichte vlekken. Aan westrand krachtige structuur met lichte mosselen?
April onbevist	idem. Lichte vlekken hebben hogere dichtheid en grootte
Juni bevist	Lichte vlekken met grijze centra (top?). Door stereokijker lijken het wel op mosselen. Dichtheid midden op de bank niet zo hoog. Aan oostrand wat dichtere bezetting
Juni onbevist	Meer grijs en minder lichte vlekken

Bank 4

Oktober	Compacte, scherp afgegrensde bank
December	Beviste deel lage bedekking Vissporen duidelijk zichtbaar. Onbevist nog redelijk bedelling

Januari	Als december. Over lengte van de bank ten noorden van het midden een band met weinig mosselen.
Maart	Slechte dia's
April	Alleen lichte vlekken
Juni	Bank vrijwel verdwenen behalve een rest langs zuidrand van zowel beviste als onbeviste deel

Bank 5

Oktober	Alleen hoek van een foto over beviste deel. Grof gestructureerde bank
December onbevist	ZO hoek duidelijk oude vissporen. Vak variërend van egale bedekking tot groffe richels
December bevist	Grotendeels leeg(gevist?), behalve ZO hoek van het vak (grenst aan onbeviste vak)
Januari	Hoog water. Donker strengen zichtbaar vooral in onbevist en ZOhoek bevist. Dichtheden minder dan in december
Maart	slechte dias
April	Lichte vlekken
Juni	Bank grotendeels weg. Langs zuidrand nog resten. Geen verschil bevist/onbevist

Bank 6

Oktober	Bedekking met weinig structuur,. In centrale deel op grens bevist en onbevist vissporen waardoor lage bedekking. Sommige vissporen prachtig parallel met afstand van 13 à 14 meter tussen de sporen.
December bevist	Weinig mosselen over. Veel lichte vlekken. Nieuwe? Vissporen
December onbevist	Duidelijk meer mosselen, (sporen vroegere bevissing niet meer zichtbaar)
Januari bevist	Hoog water. Toch donkere mosselstrengen zichtbaar. Bij grens met onbevist weinig donkere vlekken
Januari onbevist	Donkere strengen in vrij lage bedekking
Maart	Foto's moeilijk interpreteerbaar
April	Alleen lichte vlekken in beide vakken. Langs zuidrand onbevist mogelijk nog mosselen
Juni	Vrijwel niets over van de bank. Langs zuidrand nog wat mosselstrengen over

Bank 7

Oktober	Bank met variabele structuur. Kale stukken in te bevissen vak. Grijsse vlekken geïnterpreteerd als mosselen. Soms donkere vlekjes veel kleiner dan de grijze vlekken (boven water stekend?)
December	Lage bedekking onbevist. Lage tot zeer lage bedekking bevist
Januari	Hoog water
Maart	Lichte vlekken met mogelijk (vooral in beviste vak) wat grijsse vlekken
April	Lichte vlekken
Juni	Hoog water. Onder water enkele plekken met sporadisch donkere strengen

Bank 9

Oktober	Dichte bank met kale stukken in beide vakken. Sporen in onbeviste deel
December	Beviste deel grotendeels kaal behalve ZOhoek. Onbeviste deel nog flink wat mosselen, maar ook de oude kale stukken. Vissporen onbeviste vak nog duidelijk zichtbaar
Januari	Vergelijkbaar met december
Maart	Vage dia's
April	Lichte vlekken
Juni	Onduidelijk, maar waarschijnlijk geen tot weinig mosselen

Bank 11

Oktober	Fraaie scherp begrensde dichtbezaaide bank. Vooral in beviste deel wat kale plekken
December	Beviste vak zeer grondig bevist. Vrijwel leeggevist. Enkele sporen in onbeviste deel, maar nog een dicht dek van mosselen over
Januari	Grootste deel mosselen weg. Rest in beviste deel lijkt hoger, vooral in relatie tot december situatie
Maart	Mosselen over langs zuidrand bevist en onbevist
April	Alleen maar lichte vlekken
Juni	Wolken boven de bank. Voor zover te zien alleen lichte vlekken. Langs zuidrand mogelijk wat mosselen

Bank 12

Oktober	Bank met grote kale stukken vooral in bevist vak. Structuur bank groffer in beviste vak
December	Bank blijft vrij dun. Bevissing lijkt ook niet zo intensief geweest
Januari	Bank grotendeels onder water. Lichte vlekken, maar ook mosselstukken
Maart	Weinig mosselen
April	Lichte vlekken
Juni	Aan noorkant beviste vak lijken nog flink wat mosselen aanwezig. Ook in onbeviste vak structuren die mosselen zouden kunnen zijn

Bank 13

Oktober	Klein dungezaaid bankje
December	Goed bevist. Dichtheid veel lager en lichte vlekken. Onbevist nog dunne laag mosselen en wat steviger structuur in noordhoek
Januari	Langs rand bank nog wat mosselstructuren. Middenop lichte vlekken. Bevist lijkt hogere dichtheid te hebben
Maart	Vage fotos o.a. door bewolking
April	lichte vlekken.
Juni	Bewolking. Daar doorheen lichte vlekken

Bank 14

Oktober	Bank met sterk wisselende structuur. Langs ZWrand zware structuur, De rest dun en flink deel kaal. NW deel beviste vak ook zware structuur. Vissporen?
December	Dia's dekken niet het gehele onbeviste vak. Overigens zijn de vissporen alleen te zien rond de scheidingslijn bevist/onbevist
Januari	Bank vrijwel geheel onder water. Positie is sterk verschoven, maar palen zijn niet te vinden. Onder water nog wel mosselen zichtbaar. Bij paal 66 lijken ze ook boven water uit te steken
Maart	Zeer vage dia's. Wel mosselstructuren te zien
April	Witte vlekken. In onbeviste deel en langs zuidrand veel groffere vlekken dan in centrale deel
Juni	Lichte vlekken die ten dele ook grijs zijn (zie groundtruth bank J)(kunnen ook wolken zijn). In NOhoek beviste vak lijken nieuwe mosselstructuren te zijn ontstaan

3 ZAAIBANKEN

Zaaibank 1+2

December	Dunne slierten tussen Z7/Z8 en Z2/Z5
Januari	Hoog water. Geen mosselen te zien
Maart	Duidelijk donkere vlekken op de oorspronkelijke zaaiplek
April	Zaaiplek nog aanwezig
Juni	Zaaiplek nog zichtbaar

Zaaibank 3

December	(dia 5) Enige structuur tussen Z11, Z14, Z9 en Z10. Het zijn echter lichte vlekken. Zeer de vraag of het zaaimosselen zijn
Januari	(dia 9 en dia 10). Hoog water. Geen structuren te zien
Maart	(dia 7,8) Nog enkele van de lichte plekken zichtbaar
April	(dia 7) Zeer vaag enkele plekken zichtbaar
Juni	(dia 7) Iets van oorspronkelijke vlekken nog vaag zichtbaar ondanks onder water staan

Zaaibank 4

December	(dia 8) Duidelijke uitzaaiplek Z15, Z16, Z17, Z20, Z19, Z18. Zichtbaar als donkere strengen, maar ook als lichte structuren met soms in het midden een donkere structuur
Januari	(dia 12) Hoog water, geen structuur zichtbaar
Maart	(dia10) Zeer vaag lichte structuren zichtbaar. Lijken niet op oorspronkelijke strengen
April	(dia10) Enkele lichte vlekken van oorspronkelijke structuur nog zichtbaar. Geen donkere strengen
Juni	(dia 9) Hoog water Geen strengen structuur zichtbaar, wel lichte vlekken

Zaaibank 5

December	(dia `75,74,73) Positie foto klopt niet. Vlaggen op de foto staan ver oostelijk van hun waypointpositie Dia 73 en 74 op vlaggen gepositioneerd. Zeer fraaie strengen beginnend binnen het vak
----------	---

Januari	(dia 95,96 ook herplaatst) Strengen nog goed zichtbaar. Zowel als donkere en als lichte structuren
Maart	(dia 99) Uitzaaipatroon nog goed zichtbaar. Zowel licht als donker. Ook licht met donkere "top".
April	(dia 99) Uitzaaipatroon niet meer zichtbaar
Juni	(dia 93) Volkomen foute plaatsing. Waypoints ongeveer 200 m ten oosten van vlaggen. De overblijfselen van de uitzaaistructuur liggen dus gewoon op de goede plek. De uitzaaiplek lijkt veel dichter bezet vooral het westelijk deel dan in december. De structuur is vooral zichtbaar aan de oostelijke kant.

Bijlage 3.3 Ontbrekende schattingen bedekkingpercentages

Bank 2; juni onbevist

In de uitsnede blijken donkere vlekken te staan die geen mosselzaad zijn. Hierdoor is transformatie niet uit te voeren.

Bank 5; Oktober

Foto's zijn niet te plaatsen op de structuur

Bank 7; Oktober

Foto's zijn niet te plaatsen op de structuur

Bank 7; April en Juni

De bank ligt nog onder water waardoor analyse niet mogelijk is

N.b. Doordat andere maanden niet bruikbaar zijn is ook december niet geanalyseerd.

Bank 9; Juni

Er is een wolk gefotografeerd, analyse is dus niet mogelijk.

Bank 9; April

Contrast te zwak; geen analyse mogelijk

Bank 11; Juni

Wolk voor de zon, bank grotendeels in de schaduw, foto's niet te plaatsen

Bank 11; April

Te weinig contrast in de foto's, geen analyse mogelijk

Bijlage 4 audit

Oordeel van de audit commissie; in cursief is aangegeven in hoeverre en op welke wijze de opmerkingen zijn verwerkt.

Evaluatie van het concept EVA II deelrapport “De gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken – een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw” door A.C. Smaal, M.R. van Stralen, K. Kersting & N. Dankers

Dit rapport vormt de weerslag van een experimentele toetsing van een in de visserijwereld levende gedachte dat een gedeeltelijke bevissing van mosselzaadbanken (uitdunning) een positief effect heeft op de kans dat een jonge mosselbank blijft bestaan. Hiertoe is een omvangrijk experiment opgezet waarvoor in eerste instantie 15 mosselzaadbanken deels wel, deels niet zouden worden bevestigd. Daarnaast werd een vergelijkbaar aantal ‘referentiebanken’, waar geen menselijke ingrepen plaats vonden, in de tijd gevolgd. Met een deel van het opgeveste mosselzaad werd getracht vijf nieuwe mosselbanken in de getijzone aan te leggen; de rest ging naar de kweekpercelen.

Het verslag rapporteert uitvoerig en gedetailleerd over de uitvoering van het onderzoek en de auditcommissie concludeert dat er wetenschappelijk zorgvuldig is gewerkt. Rekening houdend met de randvoorwaarden is een haalbaar en toch wetenschappelijk verantwoord project uitgevoerd. De opzet van het project is zorgvuldig, de verwerking van de data is over het algemeen in orde en de discussie is voorzichtig en genuanceerd. Er valt echter toch een aantal belangrijke kanttekeningen te maken.

Algemene opmerkingen

In paragraaf 1.1 wordt de vraagstelling van het onderzoek verwoord. Er wordt een omschrijving van de Jan Louw hypothese gegeven die leest als een aannemelijke mogelijkheid. Die wordt tamelijk losjes vertaald in een aantal onderzoeksvragen. Vraag 1 en 3 zouden scherper kunnen worden geformuleerd, terwijl vraag 4 volgens de commissie in dit rapport niet aan de orde zou horen te komen.

De onderzoeksvragen zijn na uitgebreide discussie in het onderzoeksteam tot stand gekomen; dit laat onverlet dat andere formuleringen wellicht scherper waren geweest. Uit de conclusies blijkt dat welke antwoorden het onderzoek heeft opgeleverd. Vraag 4 is naar ons inzicht wel van belang, aangezien dit de kern is van het EVA2 onderzoek.

Tenslotte worden in paragraaf 1.1 een nulhypothese en alternatieve hypothesen geformuleerd. Deze formulering is volgens de auditcommissie onjuist en komt ook niet overeen met datgene wat de auteurs zelf in hun analyse hebben toegepast. Voor elke vergelijking tussen twee bemonsteringsmomenten (T0, T1 en T2) dient een afzonderlijke set van nulhypothese en alternatieve hypothese te worden geformuleerd. Bij de constructie van de nulhypothese kan worden uitgegaan van eenzijdige toetsing.

Voor de vergelijking van T0 en T1 zal de alternatieve hypothese moeten zijn dat beviste banken meer in biomassa en bedekking achteruit gaan dan de onbeviste banken. De nulhypothese zal moeten zijn dat onbeviste banken even sterk of sterker achteruitgaan dan de beviste banken.

Voor de vergelijking van T1 en T2 zal de alternatieve hypothese moeten zijn dat beviste banken relatief minder sterk in biomassa en bedekking achteruitgaan dan onbeviste banken. De nulhypothese is dan dat onbeviste banken relatief evenveel of meer dan beviste banken achteruit gaan.

Voor de vergelijking T0 en T2 zal de alternatieve hypothese moeten zijn dat beviste banken minder sterk in biomassa en bedekking achteruit gaan. De nulhypothese wordt dan dat de beviste banken evenveel of meer achteruitgaan dan onbeviste banken.

Het commentaar is terecht, en de teksten zijn aangepast. Wat betreft de vergelijking T1 – T2 is het commentaar niet consistent: bedoeld wordt als nulhypothese dat de onbeviste banken harder achteruitgaan.

In de experimentele opzet worden banken als replica's beschouwd. Het ware beter geweest (maar wellicht onhaalbaar) om per bank vier vakken te bemonsteren (al zijn dat ook geen echte replica's). Hiermee had het effect van de bank zelf mede getoetst kunnen worden; de banken zijn namelijk zeer verschillend.

Binnen de gegeven randvoorwaarden is de onderzoekscapaciteit ten volle benut, meer werk is in deze tijdspanne niet haalbaar gebleken. Juist vanwege de grote verschillen tussen de banken is gekozen voor een paarsgewijze vergelijking per bank. Het analyseren van verschillen tussen banken was ook niet het doel van het onderzoek.

De beide methoden van biomassa-bemonstering beschreven in paragraaf 2.6.1 zouden duidelijker beschreven kunnen worden. Zoals ze audit-commissie ze heeft begrepen, zullen ze

niet leiden tot een goede kwantificering van de biomassa van mosselbanken. Gelukkig zijn de auteurs zich dit bewust en worden de uitkomsten van de bemonsteringen alleen op het zelfde tijdstip (T0, T1 of T2) vergelijkenderwijs gebruikt (VIS met CON en met REF).

De beschrijving is aangepast; naar ons idee biedt de tweede methode wel de mogelijkheid biomassa kwantitatief te schatten, hoewel het poolen per raai betekent dat de betrouwbaarheid van de schatting niet te bepalen is.

Op verschillende plaatsen wordt over 'overlevingskansen' gesproken; uit de tekst blijkt dat hier meestal 'overleving' wordt bedoeld. 'Overleving' kan men waarnemen, 'overlevingskans' kan men alleen berekenen.

is aangepast, zie par 2.6

In paragraaf 2.7.2 worden luchtfoto's van december 2001 gebruikt om aantallen meeuwen in de experimenten te bepalen. Op zich lijkt dit een bruikbare methode maar benadrukt moet worden dat het eenmalig toepassen van deze methode een grote kans op onjuiste conclusies in zich bergt. Een aanduiding van de soort meeuwen die zijn waargenomen zou gewenst zijn.

Is aangepast; over de soort is op basis van luchtfoto's geen zekerheid te krijgen.

In paragraaf 4.2 wordt de vraag gesteld of voedselopname door vogels verantwoordelijk kan zijn voor de afname van de mosseldichtheden en –biomassa op de beviste en onbeviste banken. Daarover wordt een beschouwing op basis van enkele aannames opgezet die tot de conclusie leidt dat een overwegende invloed van predatie onwaarschijnlijk is. Deze beschouwing kan echter worden verbeterd. Om te beginnen dient te worden aangegeven welke soorten meeuwen hierbij een rol zouden kunnen spelen en wat de dagelijkse voedselopname van elke afzonderlijke soort is. Dan dient de berekende benodigde dichtheid van meeuwen te worden vergeleken met in het veld waargenomen dichtheden van meeuwen (daarover zijn ongetwijfeld gegevens in de literatuur te vinden) om te zien of de berekende dichtheden buitensporig hoog zijn. Omdat er geen reden is om aan te nemen dat de meeuwen alleen fourageerden op de experimentele mosselbanken, zou men ook kunnen uitgaan van de totale oppervlakte aan beschikbare mosselbanken en die vergelijken met de totale aantallen meeuwen die uit vogeltellingen bekend zijn. Vanzelfsprekend zou men in dergelijke berekeningen ook het mogelijke aandeel van scholeksters en eidereenden moeten kwantificeren.

Berekening van voedselbehoefte is aangevuld met een Waddenzee-brede schatting. In diverse onderdelen van EVA2 is er vanuit gegaan dat mosselzaad geen belangrijke voedselbron is voor scholeksters en eidereenden.

In paragraaf 4.3 worden de effecten van bevissing ge-evalueerd. Terecht wordt geconcludeerd dat de Jan Louw hypothese moet worden verworpen. Beviste banken hebben na de winter niet een hogere biomassa en bedekking dan onbeviste banken; beide typen banken blijken praktisch gelijk uit te komen en ze verschillen ook niet wezenlijk van de referentiebanken. Een andere mogelijke conclusie wordt wel aangeduid, maar niet duidelijk geformuleerd. Die is dat het kennelijk mogelijk is van mosselzaadbanken een beperkt deel op te vissen zonder dat dit effect heeft op de na de winter overblijvende biomassa en bedekking. Hierbij is echter de interpretatie van de gang van zaken belangrijk. Zou dit een gevolg zijn van het Jan Louw effect dan biedt dit in principe mogelijkheden aan de mosselcultuur om zonder uiteindelijk verlies van mosselbanken in de getijzone mosselzaad te verkrijgen. Maar indien dit een gevolg is van meer vogelpredatie op niet-beviste banken dan moet worden geconcludeerd dat voor bepaalde soorten vogels deze biomassa kennelijk noodzakelijk was. In elk geval mag men de eerste conclusie niet zonder meer in de praktijk toepassen; herhaling van het onderzoek in een of meer nieuwe seizoenen, dus met andere weersomstandigheden, zal moeten uitwijzen of de conclusie algemeen geldig is.

Mee eens, nader onderzoek naar Janlouw bevissing is een aanbeveling van het EVA2 project

Detailopmerkingen

Samenvatting (blz. 7). "De visserij is ...uitgevoerd op een wijze...". Betekent dit dat er anders werd gevisst dan gebruikelijk is?

Integendeel, er is juist voor gekozen dat de vissers beslisten omtrent de manier van vissen, in plaats van de onderzoekers, om een realistische aanpak te garanderen.

Paragraaf 1.1. (blz. 11). Als er slib verdwijnt, waar gaat het dan naar toe? Waarom is het individuele gewicht van de mosselen niet bepaald?

Bedoeld wordt dat het slib van de zaadbank verdwijnt, het blijft uiteraard wel in het systeem en zal meer verspreid elders sedimenteren, dan wel als zwevend stof in waterkolom aanwezig zijn. Het mosselgewicht is niet bepaald omdat dit voor de vraagstelling niet essentieel was; het gewicht van mosselzaad varieert niet sterk en is op zich bekend.

Paragraaf 2.4 in relatie tot figuur 2.1. De figuur geeft niet exact weer welke banken uiteindelijk bevestigd zijn; ook zijn er onnauwkeurigheden in de aanduidingen (bijv. zwarte cijfers).

Is aangepast

Paragraaf 2.4. Kan het sinds september verdwijnen van mosselzaad in verband worden gebracht met stormen?

Uit eigen waarneming is gebleken dat er eind september schade is ontstaan aan mosselzaadbanken als gevolg van storm en golfwerking. Zie ook fig 4.2.

Paragraaf 2.5 en elders. Biomassa's en vangsten worden kennelijk gegeven in versgewicht. Dit moet duidelijk worden vermeld en aangegeven moet worden hoe dat bij verschillende gelegenheden is bepaald.

Is aangepast

Paragraaf 2.5. Kort zou moeten worden uitgelegd hoe de black box registratie op mosselschepen werkt. In 4.1 zou dan moeten worden toegelicht hoe men tot de conclusie komt dat 'black-box sporen' boven de controle banken niet gepaard gaan met daadwerkelijk vissen.

Is aangepast

Paragraaf 2.6. Enige informatie dient te worden gegeven over de nauwkeurigheid van de GPS-bepalingen.

Is aangepast

Paragraaf 2.6 (blz. 19). Slibdikte: voor de in dit rapport geteste hypothese is naast de slibdikte, ook de mate van consolidatie (ouderdom) van de sliblagen belangrijk. Geconsolideerd slib kan steviger en beter tegen erosie bestand zijn dan een zandige bodem. Gelet op de hypothese die hier wordt getest, verbaast het de commissie dat hieraan niet meer aandacht is gegeven.

De vraagstelling van het onderzoek was (mede) gericht op de effecten van slibophoping en dit betreft ongeconsolideerd slib. De uitgevoerde metingen en bemonsteringen bleken achteraf niet interpreteerbaar doordat het peilen van de slibdikte niet op een eenduidige manier kon worden uitgevoerd.

Paragraaf 2.6 (blz. 20). De overleving wordt als een fractie weergegeven, hoewel in de ecologie gebruikelijk is een exponentiële kromme te 'fitten'; daardoor wordt de mortaliteit additief.

Vermoedelijk is de gekozen methode niet kritisch voor de uitkomst, doch de audit-commissie had graag een betere verantwoording van de gekozen methode gezien. Om misverstanden te vermijden zou hier ook duidelijk moeten worden genoemd dat predatie onderdeel is van de natuurlijke sterfte.

Is aangepast

Paragraaf 2.8. Er wordt gekozen voor een niet-parametrische test; die heeft minder 'power' dan een parametrische test. Het toepassen van een parametrische test zou daarom de conclusies sterker maken; als dat niet mogelijk is dient te worden uitgelegd waarom niet.

Uitleg toegevoegd

Paragraaf 3.1.2. "Hoge en lage inspanningen resulteren in ongeveer dezelfde dichtheden na afloop van de visserij". – Dit klinkt alsof de inspanning er niet toe doet, maar figuur 3.2 suggereert dat op de banken met initieel hoge dichtheden een relatief grote inspanning is geleverd, en dat bij het vissen is gestreefd naar een ca. 36% bedekking op T1.

Formulering is aangepast

Paragraaf 3.1.3 (blz. 26). Er wordt over overlevingskans gesproken terwijl het om biomassa-afname gaat. Bij deze biomassa-afname wordt alleen naar de begin- en eindwaarde gekeken; dit is niet juist, tenzij de mosselen niet zouden groeien. Een dergelijke correctie is ook van belang voor de hoeveelheid voedsel die de gebieden in de betreffende periode voor predatoren hebben geleverd.

Uitleg toegevoegd in par 2.6

Paragrafen 3.2.2. en 3.2.3. Gemist wordt een verwijzing naar figuur 4.1 die een overzicht geeft van de windcondities. Ook doet zich de vraag voor of de weerscondities afwijken van het meerjarig gemiddelde.

Op de windcondities (fig 4.2) wordt ingegaan in par 4.2

Paragraaf 4.1 (blz. 30). Zoals eerder reeds vermeld zijn over slibdikte en de consolidatie van slib geen gegevens verzameld en geanalyseerd. Wellicht staan hierover in de literatuur zaken die het vermelden waard zijn?

Gerefereerd wordt o.a. aan Seed, 1976.

Paragraaf 4.1. Fig. 4.1 moet zijn Fig. 4.2. *Is aangepast*

Paragraaf 4.2. Fig. 4.2 moet zijn Fig. 4.1. *Is aangepast*

Paragraaf 4.2. Autonome ontwikkeling: ook hier lijkt een vergelijking met andere jaren (na grote broedval) en met gegevens uit de literatuur zinvol.

In dit rapport is de aandacht vooral gericht op het onderzoek naar de effecten van bevissing

Paragraaf 4.4. Te overwegen valt om het beschrijvende deel als onderdeel van een literatuuroverzicht in de introductie op te nemen. In dezelfde paragraaf wordt gemeld dat de “klimatologische omstandigheden kunnen verschillend zijn geweest..” Dit is na te gaan. Een waarneming van Herlyn & Millat (2000) wordt op een specifieke manier geïnterpreteerd. Is het niet mogelijk by deze auteurs te checken of deze interpretatie juist is?

De resultaten zijn met genoemde auteurs besproken.

Tabel 1.1. Oppervlakte is categorieën + en 1?

Dit is correct

Figuren 3.1, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 en 3.15. In de legenda van de figuren wordt gesproken van ‘referentie’. Dit moet zijn ‘controle’ of ‘onbevist’.

Is aangepast

Figs. 3.2 en 3.3. Zo mogelijk zwarte stippen vervangen door nummers van de betreffende banken.

Bij een aantal figuren zou de standaardfout kunnen worden weergegeven.

De bedekking is gescoord op een normatieve schaal (0, + en 1), waarvan vervolgens is bepaald welke fractie bestaat uit + en/of 1. Een standaardfout is dan niet te berekenen

Haren, 18 juli 2003

Prof. P.L. de Boer

Prof. C.H.R. Heip

Prof. W.J. Wolff