

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: C002/03

Mosselbestanden in de Oosterschelde 1992-2002

Belinda Kater
Joke Kesteloo

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Project nummer: 75000-97-03

Akkoord: Dr. A.C. Smaal
Hoofd Centrum voor Schelpdieronderzoek

Handtekening: _____

Datum: Januari 2003

Aantal exemplaren:	40
Aantal pagina's:	48
Aantal tabellen:	18
Aantal figuren:	12
Aantal kaarten:	1
Aantal bijlagen:	1

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:

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Materialen en methoden.....	6
2.1 Gebied	6
2.2 Monstergrid	6
2.3 Bemonsteringen.....	6
2.4 Berekeningen.....	9
2.5 Bewerking overige gegevens van sublitorale percelen.....	9
2.6 Statistiek	10
3. Resultaten	11
3.1 Resultaten van jaar tot jaar.....	11
3.2 Ontwikkeling op de sublitorale percelen	26
3.3 Verloop op de droogvallende platen	33
3.4 Totale mosselbestand in de Oosterschelde	34
4. Conclusies.....	36
5. Referenties	37
6. Bijlage.....	38

Samenvatting

Vanaf 1992 wordt ieder voorjaar het mosselbestand op kweekpercelen in het sublitoraal in de Oosterschelde geïnventariseerd, tezamen met eventueel aanwezig wilde sublitorale bestanden. Omdat voor het voedselaanbod voor vogels met name de mosselen op droogvallende platen van belang zijn, worden sinds 1994 ook de litorale mosselen, zowel wild als op de percelen, geïnventariseerd. Het grootste aandeel van mosselen in de Oosterschelde wordt gevormd door de bestanden op de sublitoraal liggende percelen. Wilde bestanden worden nauwelijks meer aangetroffen, sublitorale wilde bestanden worden vrijwel direct opgevist en naar de percelen gebracht. In de periode 1992-2002 is het bestand op de sublitorale percelen tot 1996 toegenomen, en daarna afgenomen. Het percentage monsterpunten met een stukstal onder de 200 varieert van 47% in 1998 tot 66% in 1999. De bodemsamenstelling op de percelen varieert van 30% tot 60% zand. Een analyse op een aantal jaren laat zien dat de biomassa's het hoogst zijn op de als slikkig gedefinieerde monsterpunten. De dichtheid aan zeesterren is in de beschouwde jaren niet veranderd. Per 1 tot 2 vierkante meter wordt een exemplaar aangetroffen. Er kan een correlatie worden aangetoond tussen de gemiddelde mosseldichtheid op de percelen in een jaar, en de gemiddelde zeesterdichtheid: hoe meer mosselen, des te meer zeesterren. De dichtheid zagers is op de percelen afgenomen sinds 1992. Kokkels, strandschelpen en multjes lieten geen significante verandering zien, terwijl het voorkomen van oesters significant is toegenomen. Het bestand en het oppervlak op de droogvallende platen is afgenomen in de beschouwde periode.

1. Inleiding

Mosselkweek vindt al lang plaats in de Oosterschelde. Al in 1870 wordt melding gemaakt van kweek op percelen bij Bruinisse en Tholen. Mosselzaad werd geoogst in Zuiderzee en Waddenzee. Vanaf 1935 is de afzet georganiseerd via een centraal mosselkantoor (OduS, 2001). Sinds 1985 komt vrijwel al het zaad wat in de Oosterschelde opgroeit uit de Waddenzee. Over het algemeen groeit dit zaad in twee jaar tot de marktwaardige lengte van 5-6 cm (Van Stralen & Dijkema, 1994). Het kweken van mosselen vindt voornamelijk plaats op percelen in het sublitorale deel van de Oosterschelde. Het totale perceeloppervlak bedraagt 4000 hectare, waarvan 2253 ha wordt gebruikt voor de kweek van mosselen, en 530 ha als verwaterplaats. De resterende 1217 ha van het perceeloppervlak is ongeschikt voor gebruik als kweekperceel of verwaterplaats (Van Stralen & Dijkema, 1994).

Sinds de voltooiing van de stormvloedkering Oosterschelde zijn de kweekomstandigheden op percelen veranderd. De stroomsnelheden zijn in sommige delen van de Oosterschelde met 30 tot 40 procent afgenomen. In gebieden met voordien te hoge stroomsnelheden heeft afname een gunstige invloed op de omstandigheden. In andere gebieden daarentegen is door afname van de stroomsnelheid verslibbing van de percelen lokaal toegenomen. Vooral in het voorjaar kan daarbij, als gevolg van het afsterven en sedimenteren van plankton, zuurstofloosheid ontstaan. Dit leidt tot een verhoogd risico op mosselsterfte (RWS, 1991). De gewone zeester (*Asterias rubens*) is een van de belangrijke predatoren van schelpdieren, en vormt een bedreiging voor de mosselkweek. Zeesterpopulaties worden gereguleerd door het voedselaanbod en de wintertemperatuur (Brummelhuis & Smaal, 2001).

Vanaf 1992 wordt ieder voorjaar het mosselbestand op kweekpercelen in het sublitoraal in de Oosterschelde geïnventariseerd, tezamen met eventueel aanwezig wilde sublitorale bestanden. Omdat voor het voedselaanbod voor vogels met name de mosselen op droogvallende platen van belang zijn worden sinds 1994 worden ook de litorale mosselen, zowel wild als op de percelen, geïnventariseerd.

De bestandsopnamen van mosselen in de Oosterschelde leveren, samen met de kokkelinventarisaties, informatie over vraagstukken omtrent:

- de draagkracht van de Oosterschelde voor mosselcultuur en kokkelvisserij
- de gevolgen van de aanleg van de Oosterscheldewerken op de productiviteit van de Oosterschelde
- de optimalisatie van de mosselcultuur door verplaatsing en/of uitbreiding van het percelenareaal

- het voedselaanbod voor vogels en daarmee samenhangend het jaarlijks te voeren beleid in schelpdierarme jaren
- evaluatie van het beleid, zoals verwoord in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de surveys tussen 1992 en 2002. Aan het verzamelen van de data die ten grondslag liggen aan dit rapport is meegewerkt door de bemanning van de Schollevaar, Marnix van Stralen en Emiel Brummelhuis.

2. Materialen en methoden

2.1 Gebied

Het onderzoek is uitgevoerd in de Oosterschelde. De huidige ligging van de percelen is recentelijk ingemeten door Henk van den Bos van de Valk, en wordt, samen met de verwaterplaats, getoond in kaart 1. In deze kaart zijn tevens de benamingen van gebieden zoals die verder in dit rapport wordt gebruikt opgenomen.

2.2 Monstergrid

2.2.1 *Sublitorale percelen en wilde mosselen*

De ligging van de monsterpunten op de percelen en in wilde mosselbestanden is bepaald volgens een grid. De raaien lopen van noord naar zuid en liggen 229 meter uit elkaar (0.2 geografische minuten). De afstand tussen de monsterpunten op de raai is 185 meter (0.1 geografische minuut). Er wordt alleen op de bezaaide delen van de percelen gemonsterd.

2.2.2 *Litorale percelen en wilde mosselbestanden*

Op de litorale mosselpercelen en de wilde mosselbanken is het grid afhankelijk van de situatie ter plaatse. Er worden twee verschillende soorten grids gehanteerd:

- Een "loopgrid" met raaien met een onderlinge afstand van 25, 50 of 100 meter, waarbij op een raai regelmatig (25-50 stappen) monsters worden genomen.
- Een "vaargrid" met noord-zuid raaien met een onderlinge afstand van 0.1 geografische minuten (plm. 115 meter), waarbij op de raai om de 0.05 geografische minuten (plm. 92 meter) een monster werd genomen.

2.3 Bemonsteringen

2.3.1 *Sublitorale perceel- en wilde mosselbestanden*

Per bemonsteringspunt wordt een oppervlakte van 0.275 m² bemonsterd door het nemen van vijf bodemhappen met een Van Veen happer. Per monsterpunt worden de mossels geteld, en, van pokken ontdaan, op een bovenweger gewogen. Kapotte schelpen worden wel geteld, maar niet meegewogen. Als het monster bestaat uit mosselzaad worden de eventueel hierin aanwezige grote exemplaren apart geteld en gewogen.

Kaart 1

Op de percelen wordt van ieder monster genoteerd wat voor samenstelling het sediment heeft. Hierbij worden vijf klassen onderscheiden:

Zand	Sediment bestaat volledig uit zand
Zand met slik	Sediment bestaat uit zand met slik erdoor
Slik met zand	Sediment oogt als slik, maar er is zand voelbaar
Slik	Sediment bestaat uit zacht, niet vloeibare slik
Vloeibare slik	Sediment bestaat uit vloeibaar, vaak stinkend slik

Op de percelen is het aantal aanwezige zeesterren (*Asterias*) in het monster genoteerd. Vanaf 1995 is tevens het aantal zagers (*Nereis spec.*) geteld. Vanaf 1997 is de aanwezigheid van strandgapers (*Mya*), kokkels (*Cerastoderma*), strandschelpen (*Spisula*) en messen (*Ensis*) genoteerd. Vanaf 1998 is dit uitgebreid met oesters (*Crassostrea*). Vanaf 2000 worden ook tapijtschelp (*Venerupis*), muiltjes (*Crepidula*), dunschaal (*Abra*), nonnetjes (*Macoma*), wulken (*Buccinum*), krabben (*Carcinus*), zeeklitten (*Echinocardium*) en zee-egels genoteerd.

2.3.2 Bestanden op litorale percelen

Vanaf 1994 zijn de bestanden op de litorale liggende percelen bemonsterd. Deze percelen liggen op Neeltje Jans, de Zandkreek, de Dortsman en bij Kats. De percelen worden over het algemeen alleen bezaaid in jaren met veel mosselzaad. Er worden verschillende bemonsteringstechnieken gehanteerd:

- De bemonsteringen worden te voet met een steekbuis met een oppervlakte van 84 cm² uitgevoerd, waarbij per monsterpunt één steek wordt genomen.
- De bemonstering wordt te voet met een vierkant met een oppervlakte van 100 cm² uitgevoerd, waarbij per monsterpunt één vierkant wordt uitgegraven.
- De bemonstering wordt bij hoog water vanaf een boot met een van Veen happer uitgevoerd (550 cm²), waarbij per monsterpunt één hap wordt genomen.

2.3.3 Litorale wilde bestanden

Vanaf 1994 zijn de wilde litorale bestanden bemonsterd. Litorale mosselbanken worden alleen op de Vondelingenplaat aangetroffen. De bemonsteringen worden te voet met een steekbuis met een oppervlakte van 84 cm² uitgevoerd. Per steek worden de mosselen geteld, per gebied wordt het gewicht bepaald.

2.4 Berekeningen

De biomassa per vierkante meter wordt berekend door: $B = \frac{G}{O}$

waarin:

- B = biomassa (g/m²)
- G = gewicht monster (g), gecorrigeerd voor het aantal kapotte schelpen, welke de gemiddelde biomassa in het monster krijgen
- O = oppervlakte van één bemonsteringspunt (m²)

De dichtheid per vierkante meter wordt berekend door: $D = \frac{N}{O}$

waarin:

- D = dichtheid (/m²)
- N = aantal mosselen in een monster, inclusief kapotte schelpen
- O = oppervlakte van één bemonsteringspunt (m²)

De stock wordt berekend door: $S = \frac{G * N * T}{O * 10.000}$

waarin:

- S = Stock (miljoen kg)
- G = gewicht monster (g), gecorrigeerd voor het aantal kapotte schelpen, welke de gemiddelde biomassa in het monster krijgen
- N = Aantal bemonsterde locaties
- T = Totaal oppervlak waar één monster voor staat (ha)
- O = oppervlakte van één bemonsteringspunt (m²)

Tenslotte wordt het stukstal, het aantal mosselen in 2.5 kilogram versgewicht, en het percentage mosselzaad en halfwas mosselen met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kilogram versgewicht berekend. Hiermee wordt een indruk verkregen van de hoeveelheid voor verkoop geschikte mosselen.

2.5 Bewerking overige gegevens van sublitorale percelen

De bodemgegevens, verzameld in de genoemde jaren, worden bewerkt. Ten eerste wordt de verhouding tussen zand (klassen zand en zand met slijk) en slijk (klasse slijk met zand,

slik en vloeibaar slik) bepaald. Daarnaast wordt per klasse het aantal monsterpunten en de gemiddelde biomassa op het monsterpunt weergegeven.

Uit de aantallen per dag wordt de gemiddelde dichtheid aan zeesterren van jaar tot jaar berekend. Op dit dichtheidsverloop wordt een trendanalyse uitgevoerd. Verder wordt de zeesterdichtheid gecorreleerd aan de mosseldichtheid.

2.6 Statistiek

2.6.1.1 Trendanalyse

Bij de analyse van het verloop van gegevens gedurende een periode is een trendanalyse toegepast. Hiertoe werden de mogelijke modellen grafisch bepaald, en het trendmodel met behulp van het software pakket SYSTAT 9.0 gefit. De residuen werden gecontroleerd op autocorrelatie, normaliteit en uitschieters. Aan de hand van de overschrijdingskans p werd de significantie van het model bepaald. Een trend is significant genoemd wanneer $p \leq 0.050$. De werkwijze van de trendanalyse staat uitgebreid beschreven in Jol et al. (2001).

2.6.1.2 Correlaties

In geval van correlaties is de Pearson correlatie berekend, en onderzocht of aan de voorwaarden werd voldaan. Als alternatief is een Spearman correlatie toets gebruikt. Een correlatie wordt significant genoemd wanneer $p \leq 0.050$.

3. Resultaten

3.1 Resultaten van jaar tot jaar

In onderstaande paragrafen worden de resultaten van de mossel inventarisaties van jaar tot jaar gepresenteerd. Alle biomassa's zijn in dit overzicht weergegeven als versgewicht.

3.1.1 1992

In 1992 is er geen survey op de litorale percelen of op wilde mosselbestanden uitgevoerd.

3.1.1.1 Bestand op sublitorale percelen

De survey op sublitorale percelen is uitgevoerd in het voorjaar. In dit jaar lag in de gehele Oosterschelde 42.7 miljoen kg mosselen op de sublitorale percelen. Gemiddeld was 57% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedraagt 1.9 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 166 per m². Gemiddeld lag op 61% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in een deel van het Hammengebied en in het zuidelijk deel van het middengebied waren lager dan 200. Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 1: Resultaten van de survey op de sublitorale mosselpercelen 1992.

Gebied	aantal locaties	% met mosselen	N/ m ²	B g/m ²	Stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	213	60%	161	1592	14.4	252	46%
Midden	294	54%	171	2056	25.6	208	36%
Noordtak	36	58%	153	1765	2.7	217	40%
Oosterschelde	543	57%	166	1855	42.7	224	39%

In 1992 werden er totaal 148 zeesterren op de percelen gemonsterd. Het sediment bij de monsters bestond in 1992 voor 33% uit zand, voor 25% uit zand met slijk, voor 25% uit slijk met zand en voor 17% uit slijk.

3.1.2 1993

In 1993 is er geen survey op de litorale percelen of op wilde mosselbestanden uitgevoerd.

3.1.2.1 Bestand op sublitorale percelen

In 1993 is de survey op sublitorale percelen is uitgevoerd in het voorjaar. In dit jaar lag in de gehele Oosterschelde 52.7 miljoen kg mosselen op de sublitorale percelen. Gemiddeld was 65% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedraagt 2.3 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 257 per m². Gemiddeld lag op 63% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het overige deel van het Hammengebied en in het zuidelijk deel van het middengebied waren lager dan 200. Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 2: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 1993.

Gebied	Aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	242	63%	256	2197	22.6	290	40%
Midden	254	63%	222	2229	24.0	249	28%
Noordtak	54	83%	420	2623	6.0	400	62%
Oosterschelde	551	65%	257	2253	52.7	284	37%

In 1993 werden er totaal 152 zeesterren op de percelen aangetroffen. Het sediment bij de monsters bestond in 1993 voor 21% uit zand, voor 9% uit zand met slik, voor 57% uit slik met zand en voor 13% uit slik.

3.1.3 1994

In de zomer van 1994 was voor het eerst sinds jaren weer sprake van mosselbroedval in de Oosterschelde.

3.1.3.1 Bestand op sublitorale percelen

De survey op de sublitorale percelen is uitgevoerd tussen 6 juni en 6 juli 1994. In dit jaar lag in de gehele Oosterschelde 58.9 miljoen kg mosselen op de sublitorale percelen. Gemiddeld was 69% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedraagt 2.7 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 221 mosselen per m². Gemiddeld lag op 64% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en overige deel van het Hammengebied en van het middengebied waren lager dan 200. Tabel 3 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 3: Resultaten van de survey op de sublitorale mosselpercelen 1994.

Gebied	Aantal lokaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	214	68%	215	2654	24.1	199	23%
Midden	256	68%	209	2733	29.7	189	37%
Noordtak	38	79%	331	3165	5.1	261	88%
Oosterschelde	508	69%	221	2732	58.9	199	36%

In 1994 werden totaal 97 zeesterren in de monsters aangetroffen. Het sediment bij de monsters bestond in 1994 voor 17% uit zand, voor 10% uit zand met slik, voor 72% uit slik met zand en voor 1% uit slik.

3.1.3.2 Litorale mosselpercelen

In mei 1994 is het bestand op de litorale mosselpercelen geïnterviewd. De bezaaide percelen lagen op Neeltje Jans, de Dorstman en in de Zandkreek. De monsters zijn lopend genomen met een steekbuis. Op de litorale percelen lag in dit jaar 2.54 miljoen kg mosselen. Totaal zijn 454 monsterpunten genomen. Op 59% daarvan werden mosselen aangetroffen. Het totaal oppervlak aan mosselen bedroeg 30 hectares. De gemiddelde dichtheid was 1080 mosselen per m², en de gemiddelde biomassa 5.90 kg/m². Het gemiddelde stukstal was op alle drie percelen hoger dan 200.

3.1.3.3 Wilde litorale bestanden

In mei is het litorale bestand aan wilde mosselbanken geïnterviewd. Dit bestand bevond zich op de Vondelingenplaat. De monsters zijn te voet met een steekbuis genomen. In 1994 lag er aan wilde bestanden op de Vondelingenplaat 1.32 miljoen kg. Van de 268 genomen monsters werden in 30% mosselen aangetroffen. De gemiddelde dichtheid op de monsterpunten bedraagt 106 mosselen per m², de gemiddelde biomassa 1.18 kg FW/m².

3.1.3.4 Wilde sublitorale bestanden

In september 1994 is het sublitorale wilde bestand geïnterviewd. Dit bestand lag bij de Vuilbaard. De omvang van het bestand bedroeg 2.99 miljoen kg mosselen. In het bestand zijn totaal 49 punten bemonsterd. Op 61% hiervan werden mosselen aangetroffen. De gemiddelde biomassa per monsterpunt bedroeg 1.44 kg FW/m².

3.1.4 1995

In 1995 vond opnieuw broedval plaats in de Oosterschelde.

3.1.4.1 Bestand op sublitorale percelen

In het voorjaar van 1995 lag in de gehele Oosterschelde 52.8 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 67% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 2.4 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 235 mosselen per m². Gemiddeld lag op 69% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en overige deel van het Hammengebied en van het zuidelijk deel van het middengebied waren lager dan 200. Tabel 4 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 4: Resultaten van de survey op de sublitorale mosselpercelen 1995.

Gebied	Aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	210	71%	185	2110	18.8	219	21%
Midden	261	64%	260	2622	29.0	248	33%
Noordtak	47	60%	325	2477	4.9	328	56%
Oosterschelde	518	67%	235	2401	52.8	245	31%

In 1995 werden totaal 57 zeesterren en 63 zaggers in de monsters aangetroffen. Het sediment bij de monsters bestond in 1995 voor 20% uit zand, voor 23% uit zand met slik, voor 38% uit slik met zand, voor 7% uit slik en voor 12% uit vloeibaar slik.

3.1.4.2 Litorale percelen

In november 1995 is het bestand op litoraal liggende percelen geïventariseerd. De bezaaide percelen lagen op Neeltje Jans, de Dorstman, Stavenisse en in de Zandkreek. De monsters zijn lopende genomen met een steekbuis. Totaal werd in dit jaar 0.663 miljoen kg mosselen aangetroffen. Totaal zijn 753 monsterpunten genomen. Op 49% daarvan werden mosselen aangetroffen. Het totaal oppervlak aan mosselen bedroeg 21 hectares. De gemiddelde dichtheid was 1338 mosselen per m², en de gemiddelde biomassa 3.67 kg/m². Het gemiddelde stukstal was op de percelen op Stavenisse en op Neeltje Jans lager dan 200.

3.1.4.3 Wilde sublitorale bestanden

Na de broedval van 1994 is in het voorjaar van 1995 het bestand in de Vuilbaard opnieuw geïventariseerd. De omvang van het bestand bedroeg in het voorjaar 1.73 miljoen kg

mosselen. In het bestand zijn totaal 54 punten bemonsterd. Op 85% hiervan werden mosselen aangetroffen. De gemiddelde biomassa per monsterpunt bedroeg 757 g/m². In de zomer van 1995 heeft opnieuw mosselbroedval plaats gevonden. De inventarisatie in het najaar liet een bestand van 2.78 miljoen kg mosselen zien. Er is toen op 54 punten gemonsterd, waarvan op 54% mosselen werden gevonden. De gemiddelde biomassa per monsterpunt bedroeg 1.21 kg/m².

Naast de inventarisatie met de happer is ook met een kor gesleept in het Vuilbaard gebied. Aan de hand van deze sleepresultaten is in het voorjaar en najaar een schatting gemaakt van het bestand. In het voorjaar van 1995 werd met deze methodiek 1.8 miljoen kg aan mosselen geschat (Van Stralen, 1995). Ook in najaar van 1995 is met een kor gesleept. Er werd een bestand van 2.5 miljoen kg geschat (Van der Land, 1995).

3.1.4.4 Litorale wilde bestanden

Op de Vondelingenplaat lagen in november 1995 0.330 miljoen kg mosselen. Totaal zijn 604 monsterpunten genomen. Op 24% daarvan werden mosselen aangetroffen. Het totaal oppervlak aan mosselen bedroeg 11 hectares. De gemiddelde dichtheid was 45 per m², en de gemiddelde biomassa 738 g/m².

3.1.5 1996

3.1.5.1 Bestand op sublitorale percelen

De survey is in 1996 van 3 t/m 26 juni uitgevoerd. Er lag in de gehele Oosterschelde 80.9 miljoen kg mosselen op de percelen. De stock in 1996 was de hoogste van de beschouwde elf jaren. Gemiddeld was 72% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 3.3 kg/m², dit is de hoogste biomassa per m² in de beschouwde elf jaren. De gemiddelde dichtheid bedroeg 267 mosselen per m². Gemiddeld lag op 72% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en overige deel van het Hammengebied en in het middengebied waren lager dan 200. Tabel 5 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 5: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 1996.

Gebied	Aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	219	71%	257	3384	31.4	190	29%
Midden	271	74%	269	3558	40.9	189	22%
Noordtak	80	69%	285	2535	8.6	281	53%
Oosterschelde	570	72%	267	3347	80.9	199	28%

Er werden in de monsters totaal 122 zeesterren en 81 zaggers aangetroffen. Het sediment bij de monsters bestond in 1996 voor 21% uit zand, voor 23% uit zand met slik, voor 25% uit slik met zand, voor 16% uit slik en voor 14% uit vloeibaar slik.

3.1.5.2 Litorale percelen

Op de litorale percelen is in november 1996 gemonsterd. Op dat moment waren percelen op Neeltje Jans, in de Zandkreek en op de Dortsman in gebruik. Totaal is in de Oosterschelde 0.453 miljoen kg mosselen op deze percelen aangetroffen. Op 50% van de 199 monsterpunten zijn in dit jaar mosselen aangetroffen. De gemiddelde dichtheid bedroeg 798 mosselen per m², de gemiddelde biomassa 1.59 kg/m². Alleen op de percelen op Neeltje Jans werd een stukstal onder de 200 aangetroffen.

3.1.5.3 Wilde mosselbestanden

Er zijn in dit jaar geen litorale mosselbestanden aangetroffen. Sublitoraal is in het gebied bij de Vuilbaard kwalitatief geïnventariseerd met een kor gesleept in het voorjaar van 1996. Dit leverde een geschat bestand van 1.4 miljoen kg aan mosselen.

3.1.6 1997

3.1.6.1 Bestand op sublitorale percelen

In 1997 werd de survey uitgevoerd tussen 8 juni en 2 juli. Er lag in de gehele Oosterschelde 53.9 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 67% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 2.2 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 255 mosselen per m². Gemiddeld lag op 61% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het westelijk deel van het Hammengebied waren lager dan 200. Tabel 6 geeft een overzicht van de resultaten van de survey. In 6.7% van de monsters werden zeepokken op de mosselen aangetroffen.

Tabel 6: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 1997.

Gebied	Aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	Stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	219	65%	225	2155	20.0	261	31%
Midden	282	68%	270	2353	28.1	287	40%
Noordtak	79	63%	281	1707	5.7	411	61%
Oosterschelde	580	67%	255	2190	53.9	291	39%

In 24.3% van de monsters werden mosselen met zeepokken aangetroffen. In 1997 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Tabel 7 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 7: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

soort	aantal
zeesterren	170
zagers	75
kokkels	110
strandschelp	41
strandgaper	1
mesheften	1

Het sediment bij de monsters bestond in 1997 voor 19% uit zand, voor 37% uit zand met slijk, voor 26% uit slijk met zand, voor 5% uit slijk en voor 12% uit vloeibaar slijk.

3.1.6.2 Litorale percelen

In dit jaar zijn geen mosselen op de litorale percelen aangetroffen.

3.1.6.3 Wilde mosselbestanden

In dit jaar zijn geen litorale of sublitorale wilde mosselbestanden aangetroffen.

3.1.7 1998

3.1.7.1 Bestand op sublitorale percelen

In 1998 werd de survey uitgevoerd tussen 8 juni en 2 juli. Er lag in dit jaar in de gehele Oosterschelde 65.2 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 74% van het perceel bedekt met mosselen. Dit is de hoogste bedekking in de beschouwde elf jaren. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 2.6 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 249 mosselen per m². Gemiddeld lag op 47% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk deel van het Hammengebied waren lager dan 200. Tabel 8 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 8: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 1998.

Gebied	Aantal lokaties	% met mosselen	N/m ²	B G/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	221	75%	225	2464	23.1	229	49%
Midden	284	75%	276	2998	36.1	230	51%
Noordtak	79	68%	218	1799	6.0	303	87%
Oosterschelde	584	74%	249	2634	65.2	236	53%

In de survey werd in 6.7% van de monsters pokken op de mosselen aangetroffen. In 1998 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Op 1.2% van de monsterlocaties werden oesters aangetroffen, op geen enkele muiltjes. Tabel 9 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 9: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

soort	aantal
zeesterren	173
zagers	52
kokkels	12
strandschelp	8
strandgaper	2
mesheften	2

Het sediment bij de monsters bestond in 1998 voor 17% uit zand, voor 35% uit zand met slijk, voor 31% uit slijk met zand, voor 7% uit slijk en voor 10% uit vloeibaar slijk.

3.1.7.2 Litorale percelen

Op de litorale percelen is in november 1998 gemonsterd. Op dat moment waren percelen op Neeltje Jans en op de Dortsman in gebruik. Totaal is in de Oosterschelde 0.206 miljoen kg mosselen op deze percelen aangetroffen. Op 46% van de 96 monsterpunten zijn in dit jaar mosselen aangetroffen. De gemiddelde dichtheid bedroeg 710 mosselen per m², de gemiddelde biomassa 10.6 kg/m². Op beide percelen werd een stukstal onder de 200 aangetroffen.

3.1.7.3 Wilde mosselbestanden

In dit jaar zijn geen litorale of sublitorale wilde mosselbestanden aangetroffen.

3.1.8 1999

3.1.8.1 Bestand op sublitorale percelen

In 1999 vond de inventarisatie plaats tussen 7 juni en 1 juli. In de gehele Oosterschelde lag 49.3 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 57% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 2.0 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 142 mosselen per m². Gemiddeld lag op 76% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en overige deel van het Hammengebied, het middengebied, de Dortsman en in de Noordtak waren lager dan 200. Het gemiddelde stukstal in de Oosterschelde van 181 is het laagste van de beschouwde elf jaren. Tabel 10 geeft een overzicht van de resultaten van de survey. In 15.5% van de monsters werden mosselen met zeepokken aangetroffen.

Tabel 10: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 1999.

Gebied	aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	221	57%	132	1816	17.0	182	20%
Midden	292	60%	157	2202	27.3	178	25%
Noordtak	79	48%	114	1507	5.1	189	32%
Oosterschelde	592	57%	142	1966	49.4	181	24%

Tijdens de survey werd in 16% van de monsters zeepokken op de mosselen aangetroffen. In 1999 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Op 1.7% van de monsterlocaties werden oesters aangetroffen, op 0.51% muiltjes. Tabel 11 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 11: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

Soort	aantal
Zeesterren	51
Zagers	23
Kokkels	4
Strandschelp	3

Het sediment bij de monsters bestond in 1999 voor 14% uit zand, voor 34% uit zand met slik, voor 33% uit slik met zand, voor 14% uit slik en voor 5% uit vloeibaar slik.

3.1.8.2 Bestand op litorale percelen

In dit jaar zijn geen mosselen op de litorale percelen aangetroffen.

3.1.8.3 Wilde mosselbestanden

In dit jaar zijn geen litorale of sublitorale wilde mosselbestanden aangetroffen.

3.1.9 2000

3.1.9.1 Bestand op sublitorale percelen

In 2000 lag in de gehele Oosterschelde 37.4 miljoen kg mosselen op de sublitorale percelen, liet de survey uitgevoerd tussen 3 en 28 juni zien. Gemiddeld was 52% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 1.5 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 150 mosselen per m². Gemiddeld lag op 66% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en overige deel van het Hammengebied waren lager dan 200. Tabel 12 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 12: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 2000.

gebied	aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	225	53%	128	1589	15.2	202	20%
Midden	285	54%	159	1540	18.6	259	36%
Noordtak	79	41%	181	1079	3.6	420	80%
Oosterschelde	589	52%	150	1497	37.4	251	34%

Tijdens de survey werd op 24% van de monsters mosselen met zeepokken aangetroffen. In 1/8 deel van deze monsters werd het aantal zeepokken als erg veel bestempeld. In 2001 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Op 3.4% van de monsterlocaties werden oesters aangetroffen, op 15% muiltjes. Tabel 13 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 13: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

soort	Aantal
zeesterren	90
krabben	153
zeeklitten	6
zee-egels	3
zagers	29
wulk	3
kokkels	51
strandschelp	8
tapijtschelp	10
platschelp	10
nonnetjes	1
mesheften	4

Het sediment bij de monsters bestond in 2000 voor 19% uit zand, voor 29% uit zand met slik, voor 20% uit slik met zand, en voor 31% uit slik.

3.1.9.2 Litorale percelen

In dit jaar zijn geen mosselen op de litorale percelen aangetroffen.

3.1.9.3 Wilde mosselbestanden

In dit jaar zijn geen litorale of sublitorale wilde mosselbestanden aangetroffen.

3.1.10 2001

In 2001 vond broedval van mosselen plaats in de Oosterschelde.

3.1.10.1 Bestand op sublitorale percelen

In 2001 is de survey uitgevoerd tussen 28 mei en 28 juni. In dit jaar lag in de gehele Oosterschelde 49.9 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 52% van het perceel bedekt met mosselen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 2.1 kg/m², en de gemiddelde dichtheid 157 mosselen per m². Gemiddeld lag op 74% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in het noordelijk en westelijk deel van het Hammengebied en in het middengebied waren lager dan 200. Tabel 14 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 14: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 2001.

Gebied	aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	225	50%	112	1401	13.4	199	29%
Midden	266	61%	205	2797	31.5	183	19%
Noordtak	80	30%	123	1475	5.0	209	60%
Oosterschelde	571	52%	157	2062	49.9	190	26%

Er werd tijdens de survey op 23% van de monsters zeepokken aangetroffen. In 2/5 van de gevallen werd de hoeveelheid zeepokken als zeer veel bestempeld. In 2001 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Op 3.9% van de monsterlocaties werden oesters aangetroffen, op 6.1% muiltjes. Tabel 15 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 15: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

Soort	Aantal
zeesterren	71
zeeklitten	5
Zagers	11
Wulk	1
Kokkels	7
strandschelp	10
tapijtschelp	7
platschelp	2
platte slijkgaper	1
mesheften	1

Het sediment bij de monsters bestond in 2001 voor 14% uit zand, voor 22% uit zand met slijk, voor 32% uit slijk met zand, voor 26% uit slijk en voor 7% uit vloeibaar slijk.

3.1.10.2 Bestand op litorale percelen

Op de litorale percelen is in november en december 2001 gemonsterd. Op dat moment waren percelen in de Zandkreek en bij Kats in gebruik. De percelen in de Zandkreek zijn met een happer bij hoogwater bemonsterd, de percelen bij Kats zijn met een steekbuis bemonsterd. Totaal is in de Oosterschelde 0.641 miljoen kg mosselen op deze percelen aangetroffen. Op 53% van de 155 monsterpunten zijn in dit jaar mosselen aangetroffen. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 3.69 kg/m².

3.1.10.3 Wilde mosselbestanden

In opdracht van de PO is tussen 10 en 15 augustus 2001 het wilde mosselbestand in Oosterschelde en in de Voordelta geïnventariseerd (van Stralen, 2001). De aanwezige bestanden zijn gemonsterd met een standaard mosselkor. Het areaal en de indrukken over de grootte en samenstelling van de vangst geven een expert schatting van een kleine 20 miljoen kg mosselen. Er zijn geen bestandsopnamen uitgevoerd.

3.1.11 2002

3.1.11.1 Bestand op sublitorale percelen

De sublitorale percelen zijn tussen 27 mei en 20 juni bemonsterd. In 2002 lag in de gehele Oosterschelde 25.3 miljoen kg mosselen op de percelen. Gemiddeld was 48% van het perceel bedekt met mosselen. Dit is het laagste bedekkingspercentage in de beschouwde elf jaren. De gemiddelde biomassa op de percelen bedroeg 1.1 kg/m², dit is ook de laagste biomassa in de beschouwde elf jaren. De gemiddelde dichtheid bedroeg 181 mosselen per m². Gemiddeld lag op 53% van de percelen een stukstal van minder dan 200. De stukstallen in geen enkel gebied waren gemiddeld lager dan 200.

Tabel 16 geeft een overzicht van de resultaten van de survey.

Tabel 16: Resultaten van de survey op de mosselpercelen 2002.

gebied	aantal locaties	% met mosselen	N/m ²	B g/m ²	stock	stukstal n/2.5kg	% > 200
Monding	220	35%	127	768	7.2	413	43%
Midden	259	56%	201	1332	14.6	377	41%
Noordtak	78	44%	269	1059	3.5	636	82%
Oosterschelde	557	48%	181	1071	25.3	423	47%

De inventarisatie van zeepokken liet zien dat op 30% van de mosselen zeepokken voorkwamen. Op 1/5 deel hiervan werden zeer veel zeepokken waargenomen. In 2002 werden diverse andere soorten op de monsters op de percelen aangetroffen. Op 3.4% van de monsterlocaties werden oesters aangetroffen, op 11% muiltjes. Tabel 17 geeft een overzicht van de aantallen andere soorten in de monsters.

Tabel 17: Aantallen andere soorten dan mosselen in de monsters.

soort	aantal
zeesterren	131
krabben	73
brokkelsterren	2
zeeklitten	2
zagers	7
kokkels	26
strandschelp	3
tapijtschelp	3
mesheften	1

Het sediment bij de monsters bestond in 2002 voor 14% uit zand, voor 25% uit zand met slik, voor 24% uit slik met zand, en voor 37% uit slik.

3.1.11.2 Litorale percelen

In dit jaar zijn geen mosselen op de litorale percelen aangetroffen.

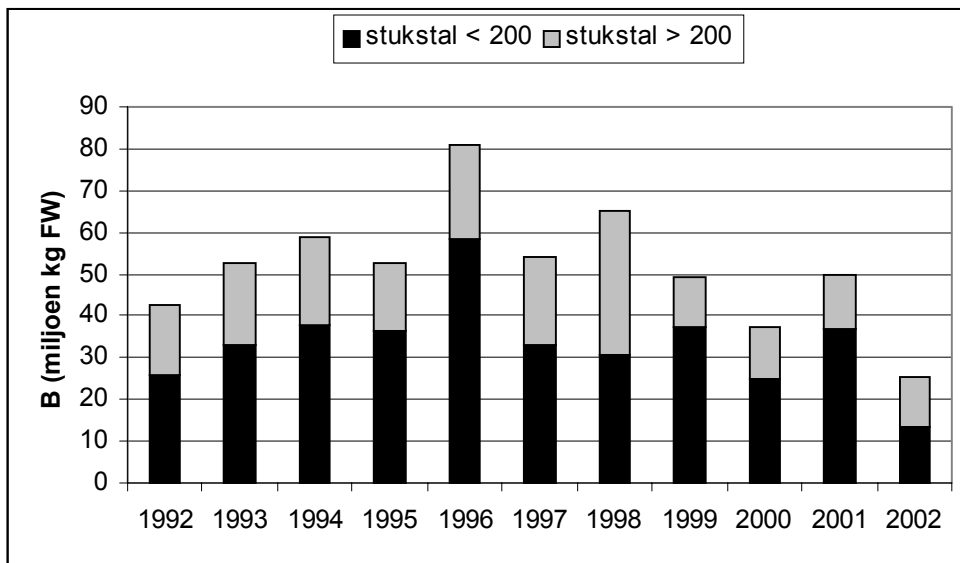
3.1.11.3 Wilde mosselbestanden

In dit jaar zijn geen litorale of sublitorale wilde mosselbestanden aangetroffen.

3.2 Ontwikkeling op de sublitorale percelen

3.2.1 Totaal bestand op de sublitorale percelen

Met de van jaar tot jaar verzamelde data wordt een overzicht gegeven van de ontwikkeling van het bestand op de sublitorale percelen. Figuur 1 laat het verloop zien. De figuur toont dat het bestand een toename vertoonde tot 1996, en daarna een afname. Het bestand aan stukstal kleiner dan 200 volgt dit patroon.



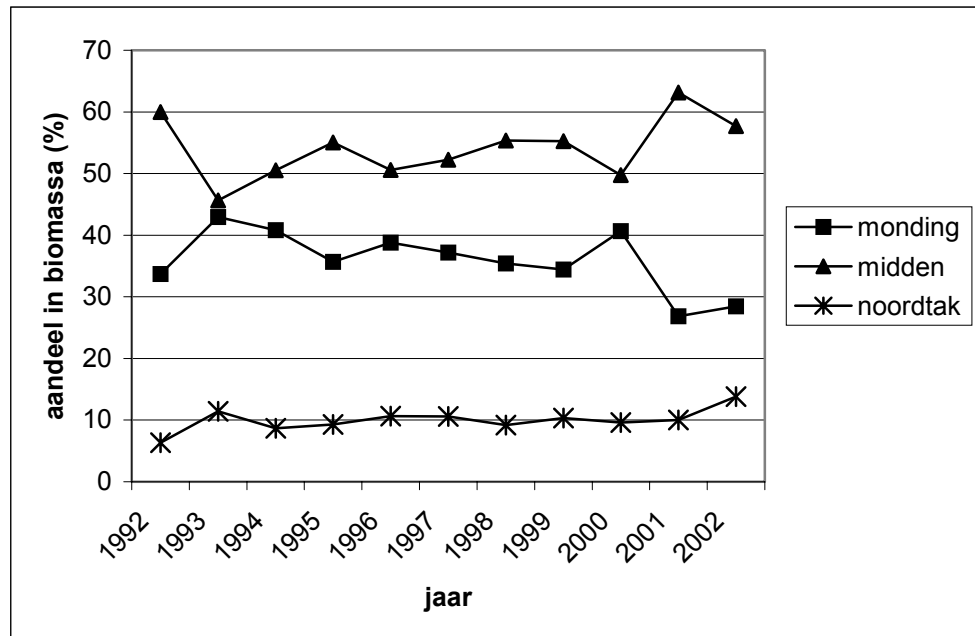
Figuur 1: Verloop van het bestand aan mosselen, in miljoenen kilogram versgewicht, op de sublitorale percelen van 1992 tot en met 2002, waarbij het bestand is onderverdeeld in miljoen kg stukstal kleiner dan 200 en miljoen kg stukstal groter dan 200.

Er bestaat geen autocorrelatie tussen de biomassa's in de verschillende jaren. Een trendanalyse laat geen significant verloop zien bij een lineair model ($p=0.161$). Een parabolisch model laat wel een significante trend zien ($p<0.002$). De top ligt logischerwijs bij 1996.

3.2.2 Verloop per deelgebied

De Oosterschelde wordt vaak opgedeeld in vier deelgebieden, te weten het mondingsgebied, het middengebied, de kom en de noordtak. Per deelgebied is de biomassa berekend, waarbij de monding geen biomassa kent. Figuur 2 laat het procentuele aandeel van ieder gebied in het totaal bestand zien. Uit de figuur valt af te lezen dat het

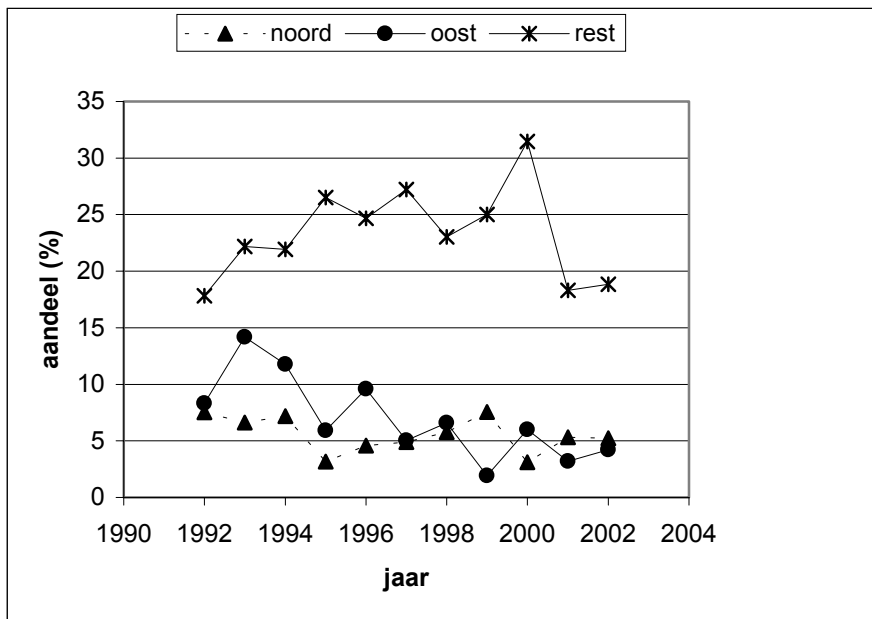
aandeel van het middengebied in alle jaren het hoogste is, en het aandeel in de noordtak in alle jaren het laagst. Verder valt uit de figuur af te lezen dat in verloop van tijd het aandeel van het middengebied lijkt te stijgen, terwijl het aandeel van de monding in de totale biomassa daalt. Noch de stijging, noch de daling is echter significant.



Figuur 2: Procentueel aandeel van de verschillende deelgebieden aan het totaal bestand aan mosselen op de percelen.

3.2.3 Verloop op de percelen in de Hammen

Het aandeel van de percelen op de Hammen in de totale biomassa in de Oosterschelde is berekend en geplot in figuur 3.

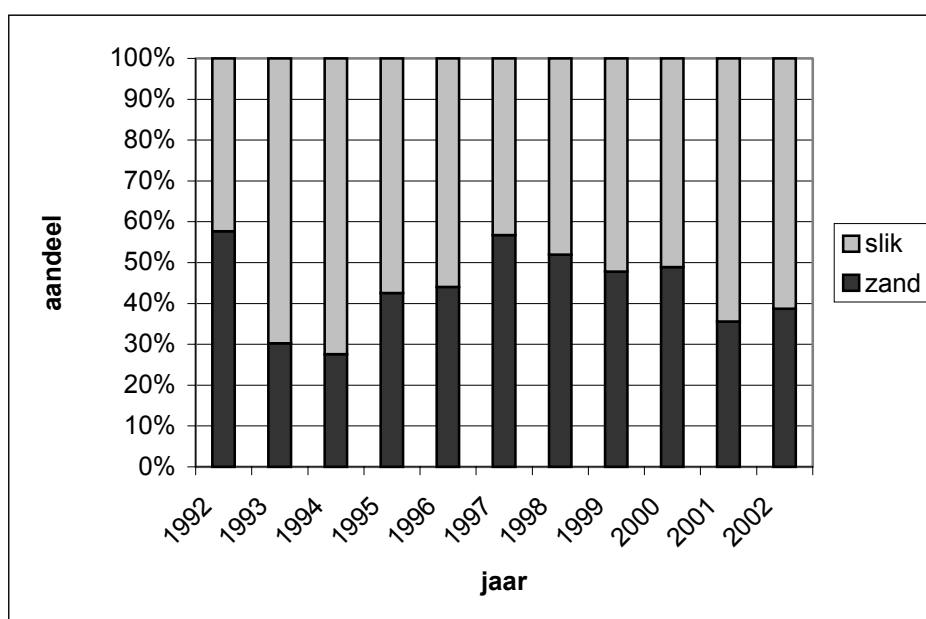


Figuur 3: Procentueel aandeel van de percelen in de Hammen aan de totale biomassa van de Oosterschelde.

De figuur laat zien dat de aandelen van de percelen op Hammen oost en Hammen noord sinds het begin van de surveys dalende is. De resterende percelen in de Hammen lieten tot 2000 een stijging in hun aandeel zien, maar sinds 2000 daalt het aandeel van deze percelen aan de totale biomassa ook. Alleen de daling van het aandeel van de percelen op de Hammen oost is significant ($p=0.007$), de overige zijn dat niet.

3.2.4 Bodemsamenstelling

De eerste jaren van de survey laten een afname van het aandeel zand op de percelen zien. Daarna nam het aandeel zand toe, om vervolgens vanaf 1997 weer af te nemen. Figuur 4 laat de verhouding tussen zand en slik in de periode zien.



Figuur 4: Verhouding tussen zand en slik op de percelen in de Oosterschelde.

Voor een analyse met biomassa gegevens is verder gewerkt met de jaren 1992, 1996, 1999 en 2002. De gemiddelde biomassa, uitgedrukt als kg/m^2 , is in alle vier jaren op het zandige gebied het laagste. Als er in een jaar gebieden met vloeibaar slik waren aangetroffen, was de biomassa daar het hoogste. In de overige jaren was de biomassa in gebieden met slik gekenmerkt het hoogst. Tabel 18 laat de resultaten zien.

Tabel 18: Aantal monsterpunten en de gemiddelde biomassa in kg/m^2 per monsterpunt in vier jaren.

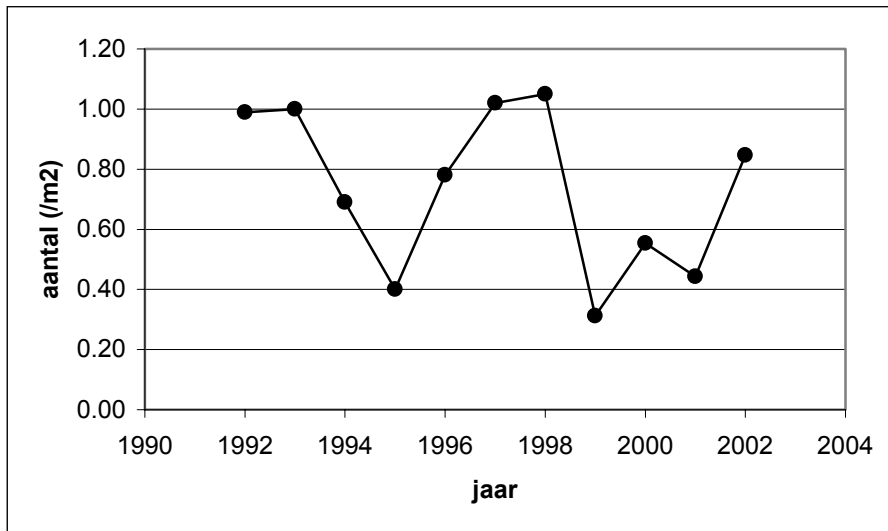
	zand		zand met slik		slik met zand		Slik		vloeibaar slik	
	N	B	N	B	n	B	N	B	n	B
1992	178	0.34	135	2.7	137	2.4	93	2.7	0	--
1996	118	0.72	133	3.3	145	4.2	93	2.5	81	6.6
1999	83	0.20	200	1.3	196	3.0	82	2.1	31	3.9
2002	76	0.41	141	0.81	132	0.95	210	1.1	0	--

3.2.5 Andere organismen

3.2.5.1 Zeesterren

De hoogste dichtheid van zeesterren is gevonden in 1998, toen de gemiddelde dichtheid 1.05 zeesterren per m^2 bedroeg. De laagste dichtheid in de beschouwde jaren was 0.31 zeesterren per m^2 in 1999.

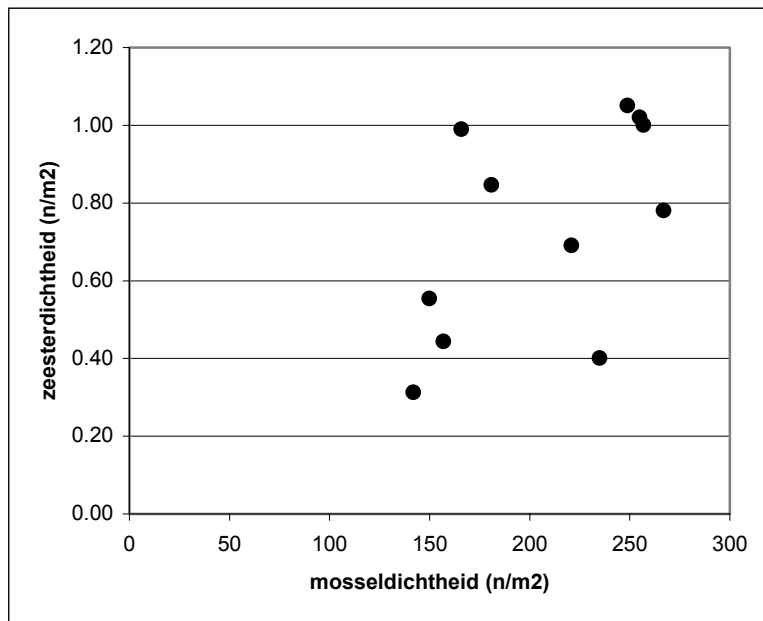
Figuur 5 laat het verloop van de dichtheid in de periode 1992-2002 zien.



Figuur 5: Gemiddelde dichtheid van zeesterren op de mosselpercelen in de Oosterschelde.

Er bestond geen autocorrelatie tussen de dichtheden aan zeesterren in de verschillende jaren. Een trendanalyse leverde geen significante lineaire trend in zeesterdichtheden op ($p=0.276$).

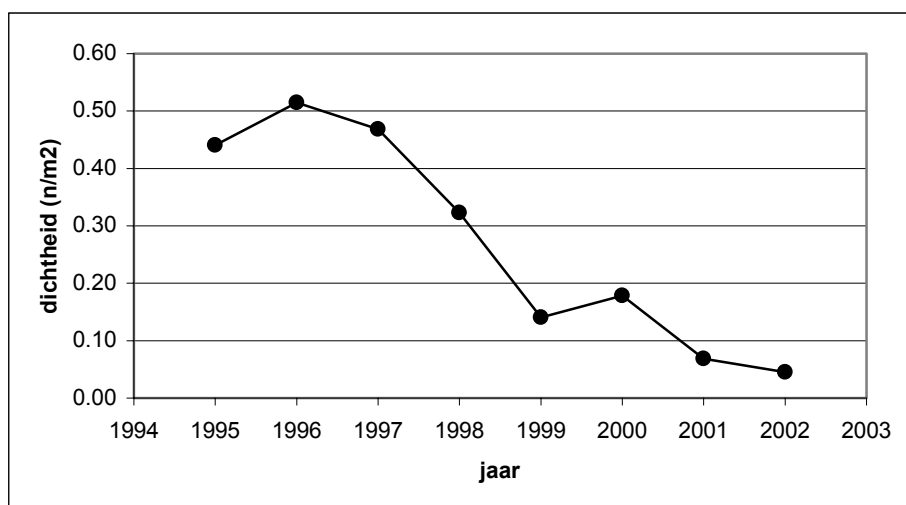
Er kon een correlatie worden aangetoond tussen de gemiddelde dichtheid aan mosselen in een jaar, en de gemiddelde dichtheid aan zeesterren in datzelfde jaar ($p=0.026$). Er kon geen correlatie worden aangetoond tussen de dichtheid van zeesterren en de biomassa, of de dichtheid en biomassa van mosselen in het voorgaande jaar. Na logaritmische transformatie leverde de analyse hetzelfde resultaat op. Figuur 6 laat de relatie tussen mosseldichtheid en zeesterdichtheid zien.



Figuur 6: Relatie tussen mosseldichtheid en zeesterdichtheid.

3.2.5.2 Zagers

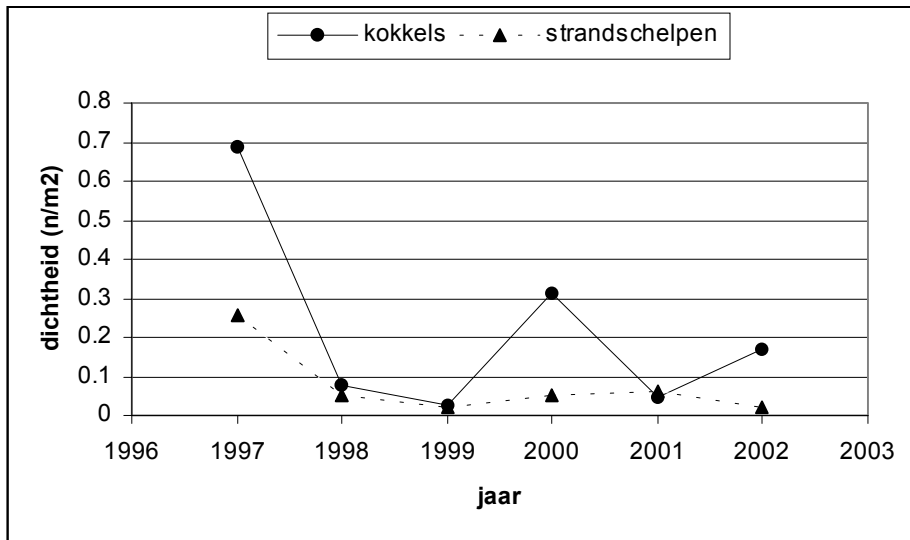
Sinds er in 1995 gestart is met het meten van de dichtheid aan zagers, zijn de dichtheden op de percelen afgenomen. Figuur 7 laat zien dat het verloop van de dichtheid van zagers op de percelen een dalende trend laat zien. Er treed geen autocorrelatie op, en de dalende lineaire trend is significant ($p=0.0006$).



Figuur 7: Verloop van de dichtheid aan zagers op de percelen.

3.2.5.3 Kokkels en strandschelpen

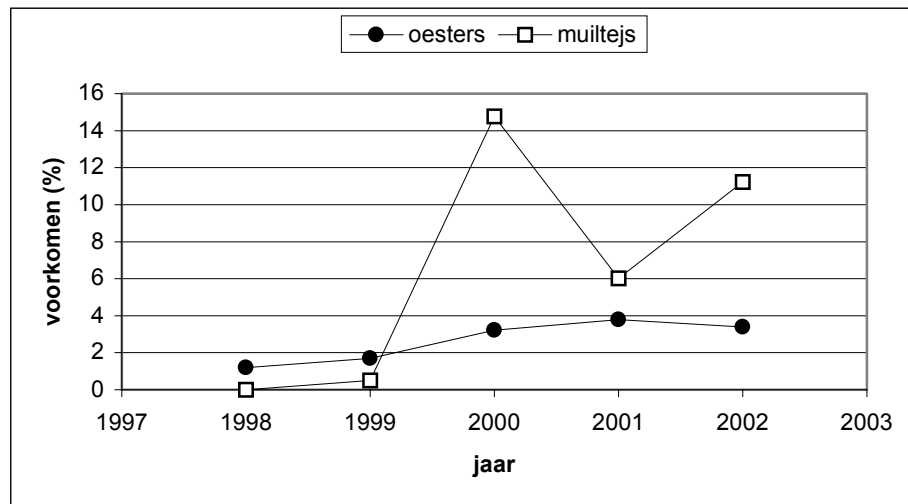
De dichtheid aan kokkels en strandschelpen op de percelen wordt sinds 1997 gemeten. Er kan geen significante toename of afname worden aangetoond voor kokkels ($p=0.305$) of strandgapers ($p=0.152$).



Figuur 8: Verloop van de dichtheden aan kokkels en strandschelpen op de percelen.

3.2.5.4 Oesters en muiltjes

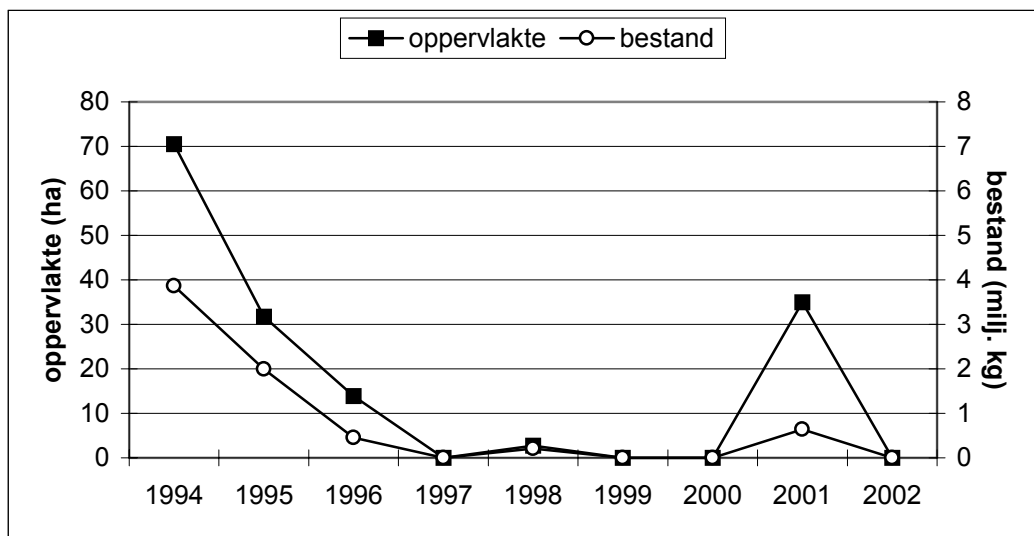
Oesters en muiltjes zijn vanaf 1998 in de monsters gescoord. Van deze soort wordt geen dichtheid gegeven, maar het % monsters waarin de soort is aangetroffen. Er treed geen autocorrelatie op. De muiltjes vertonen geen significante trend ($p=0.206$). De oesters laten een significante toename van 1998 tot 2002 zien ($p=0.038$).



Figuur 9: Verloop van het voorkomen van oesters en muiltjes in de Oosterschelde.

3.3 Verloop op de droogvallende platen

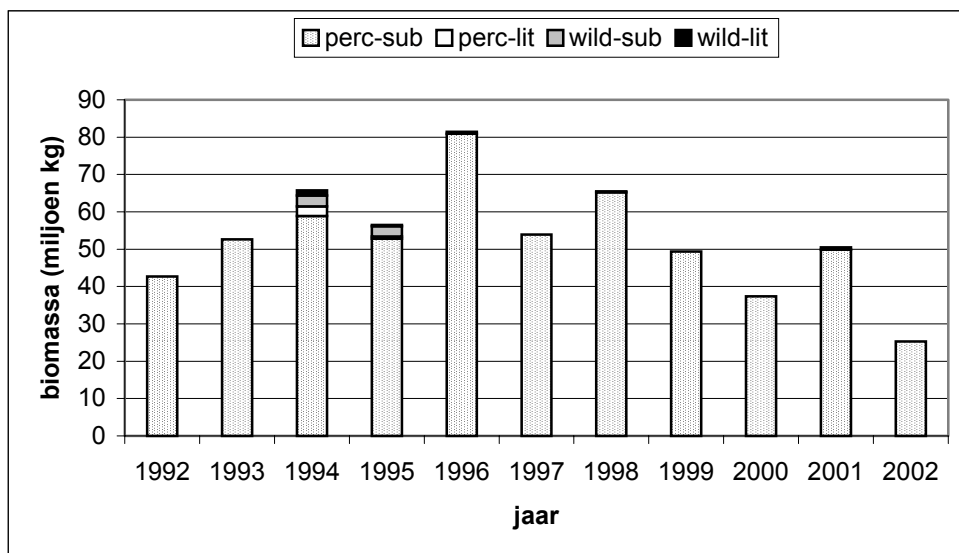
De mosselbestanden op de droogvallende platen zijn de bestanden die voor vogels als de scholekster en zilvermeeuw beschikbare voedselbronnen zijn. Aan de hand van de beschikbare gegevens kan het verloop van de oppervlakte aan mosselen en het mosselbestand in de Oosterschelde worden geschetst. Hierbij worden zowel de wilde mosselbestanden als de bestanden op litorale percelen meegenomen. In figuur 10 wordt het verloop van de biomassa en de oppervlakte getoond. Ter vergelijking: tijdens de interecos campagnes van 1985 en 1989 (Meire et al., 1994) werd een oppervlakte van 680 ha (1985) en 190 ha (1989) gevonden, met een bestand van 12.6 miljoen kg in 1985 en een bestand van 4.3 miljoen kg in 1989.



Figuur 10: verloop van het oppervlakte aan litorale mosselbank en het bestand in de periode 1994-2002.

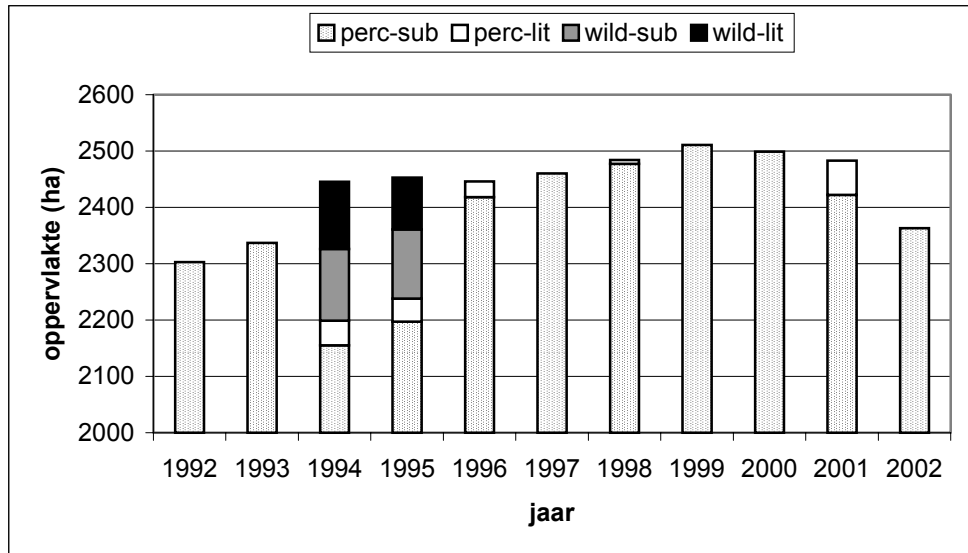
3.4 Totale mosselbestand in de Oosterschelde

Het totale mosselbestand in de Oosterschelde wordt grotendeels bepaald door het bestand op de sublitorale percelen. Figuur 11 laat dit zien. In dit figuur zijn alleen de data van de surveys opgenomen, en niet het bestand op basis van expert judgement.



Figuur 11: Verloop van de biomassa van litorale en sublitorale mosselen in de Oosterschelde tussen 1992 en 2002.

Op basis van de in de surveys gevonden data kan ook het oppervlak aan mosselen worden berekend. Figuur 12 laat het oppervlakte verloop zien.



Figuur 12: Verloop van de oppervlakten van litorale en sublitorale mosselen in de Oosterschelde tussen 1992 en 2002.

4. Conclusies

Het grootste aandeel van mosselen in de Oosterschelde wordt gevormd door de bestanden op de sublitoraal liggende percelen. Wilde bestanden worden nauwelijks meer aangetroffen, sublitorale wilde bestanden worden vrijwel direct opgevist en naar de percelen gebracht.

In de periode 1992-2002 is het bestand op de sublitorale percelen tot 1996 toegenomen, en daarna afgenomen. Het grootste aandeel van de biomassa wordt geleverd door percelen in het middengebied (50-60%), gevolgd door de percelen in de monding (30-40%). Percelen in de Noordtak leveren de kleinste bijdrage aan de totale biomassa (plm. 10%). In het Hammengebied is alleen het aandeel in de biomassa op de oostelijke Hammen percelen significant gedaald in de beschouwde periode. Het biomassa-aandeel op de percelen in de andere delen van de Hammen stegen of dalenden niet significant.

Het percentage monsterpunten met een stukstal onder de 200 varieert van 47% in 1998 tot 66% in 1999.

De bodemsamenstelling op de percelen varieert van 30% tot 60% zand. De laatste jaren (vanaf 1997) lijken de percelen procentueel steeds meer slijk te bevatten, hoewel de situatie van 1994, waarin het slijkpercentage het hoogste lag, nog niet is gereproduceerd. Een analyse op een aantal jaren laat zien dat de biomassa's het hoogst zijn op de als slikkig gedefinieerde monsterpunten.

De dichtheid aan zeesterren is in de beschouwde jaren niet veranderd. Per vierkante meter varieert het aantal exemplaren tussen de 0.3 en 1.2. Er kan een correlatie worden aangetoond tussen de gemiddelde mosseldichtheid op de percelen in een jaar, en de gemiddelde zeesterdichtheid: hoe meer mosselen, des te meer zeesterren. Blijkbaar weten zeesterren de percelen ook goed te vinden.

De dichtheid zagers is op de percelen afgenomen sinds 1992. Kokkels, strandschelpen en muiltjes lieten geen significante verandering zien, terwijl het voorkomen van oesters significant is toegenomen.

Het bestand en het oppervlak op de droogvallende platen is afgenomen in de beschouwde periode, met een kleine opleving in 2001. Dit betekent dat mosselen als voedselbron voor op de platen foeragerende vogels zoals scholeksters een steeds kleinere betekenis krijgen.

5. Referenties

Brummelhuis E & Smaal AC, 2001. Verkennende studie naar de effecten van zeesterrenvraat voor mosselkweek en naar de bestrijdingsmogelijkheden. RIVO rapport C017/01.

Jol JG, Kater BJ & Duin R, 2001. De biologie, ecologie en populatiedynamica van puitaal (*Zoarces viviparus* L.) in de Nederlandse kustwateren en estuaria. Werkdocument RIKZ/OS/804x. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meire PM, Seys J, Buijs J & Coosen J., 1994. Spatial and temporal patterns of intertidal macrobenthic populations in the Oosterschelde: are they influenced by the construction of the storm-surge barrier? *Hydrobiologia* 282/283: 157-182.

Odus, 2001. Uit de schulp. Visie op duurzame ontwikkeling van de Nederlandse schelpdiervisserij. Stichting Odus, Yerseke.

RWS, 1991. Veilig getij. De effecten van de waterbouwkundige werken op het getidemilieu van de Oosterschelde. Nota GWWS 91.088/ AX 91.091. Dienst Getijdewateren/ Directie Zeeland, Middelburg.

Stralen van MR & Dijkema RD, 1994. Mussel culture in a changing environment: the effects of a coastal engineering project on mussel culture (*Mytilus edulis* L.) in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia* 282/283: 359-379.

Stralen van M, 1995. Mosselinventarisatie 1995. Brief AQ 590.1387/str.

Stralen van M, 2001. Inventarisatie mosselzaad Oosterschelde en Voordelta najaar 2001. Brief voor PO Mosselen.

Van der Land MA, 1995. Mosselzaadinventarisatie najaar 1995. Brief AQ 95.2517/ml.

6. Bijlage

1992

Kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
Gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3	4	5	6	7
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha	N/m ²	B g/m ²	Bton	stukstal	% >200
Hammen noord	39	165	29	123	192	1945	3219	247	58%
Hammen oost	92	390	45	191	136	911	3556	374	80%
Hammen rest	82	348	54	229	173	2188	7612	197	24%
Midden noord	99	420	51	216	168	1973	8285	213	44%
Midden zuid	111	471	66	280	162	2049	9646	197	28%
Dortsman	84	356	41	174	187	2163	7708	217	38%
Noordelijke Tak	36	153	21	89	153	1765	2696	217	40%
Mond	213	904	128	543	161	1592	14386	252	46%
Midden	294	1247	158	670	171	2056	25639	208	36%
Noordelijke Tak	36	153	21	89	153	1765	2696	217	40%
Oosterschelde	543	2303	307	1302	166	1855	42721	224	39%

1993

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3 N/m ²	4 B g/m ²	5 Bton	6 stukstal	7 % >200
	Nloc	opp ha	Nloc	opp ha					
Hammen noord	32	136	23	98	310	2570	3489	302	52%
Hammen oost	126	534	63	267	274	1398	7473	485	78%
Hammen rest	85	361	66	280	210	3240	11683	163	12%
Midden noord	118	501	62	263	187	1799	9006	260	30%
Midden zuid	74	314	59	250	233	3012	9455	194	15%
Dortsman	62	263	40	170	274	2113	5556	324	49%
Noordelijke Tak	54	229	45	191	420	2623	6009	400	62%
Mond	243	1031	152	645	256	2197	22644	290	40%
Midden	254	1077	161	683	222	2229	24017	249	28%
Noordelijke Tak	54	229	45	191	420	2623	6009	400	62%
Oosterschelde	551	2337	358	1519	257	2253	52670	284	37%

1994

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3	4	5	6	7
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha	N/m ²	B g/m ²	Bton	Stukstal	% >200
Hammen noord	37	157	27	115	190	2699	4237	155	11%
Hammen oost	92	390	50	212	218	1777	6936	306	63%
Hammen rest	85	361	69	293	223	3582	12915	156	5%
Midden noord	102	433	64	271	170	2251	9738	189	38%
Midden zuid	89	378	63	267	231	3206	12102	181	30%
Dortsman	65	276	47	199	238	2842	7837	203	47%
Noordelijke Tak	38	161	30	127	331	3165	5102	261	88%
Mond	214	908	146	619	215	2654	24088	199	23%
Midden	256	1086	174	738	209	2733	29677	189	37%
Noordelijke Tak	38	161	30	127	331	3165	5102	261	88%
Oosterschelde	508	2155	350	1485	221	2732	58867	199	36%

1995

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3 N/m ²	4 B g/m ²	5 Bton	6 stukstal	7 % >200
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha					
Hammen noord	35	148	17	72	64	1131	1679	142	7%
Hammen oost	87	369	58	246	162	847	3127	478	73%
Hammen rest	88	373	75	318	256	3747	13988	171	11%
Midden noord	99	420	58	246	258	2839	11924	227	31%
Midden zuid	88	373	59	250	216	3013	11245	179	18%
Dortsman	74	314	50	212	315	1866	5857	422	67%
Noordelijke Tak	47	199	28	119	325	2477	4938	328	56%
Mond	210	891	150	636	185	2110	18793	219	21%
Midden	261	1107	167	708	260	2622	29026	248	33%
Noordelijke Tak	47	199	28	119	325	2477	4938	328	56%
Oosterschelde	518	2197	345	1463	235	2401	52758	245	31%

1996

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3	4	5	6	7
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha	N/m ²	B g/m ²	Bton	stukstal	% >200
Hammen Noord	35	148	21	89	189	2498	3708	189	23%
Hammen Oost	106	450	60	255	171	1725	7755	248	62%
Hammen rest	78	331	74	314	405	6035	19969	168	17%
Midden Noord	104	441	70	297	234	3265	14404	180	19%
Midden Zuid	93	395	71	301	327	4624	18241	177	15%
Dortsman	74	314	59	250	247	2630	8256	235	40%
Noordelijke Tak	80	339	55	233	285	2535	8604	281	53%
Mond	219	929	155	658	257	3384	31433	190	29%
Midden	271	1150	200	848	269	3558	40901	189	22%
Noordelijke Tak	80	339	55	233	285	2535	8604	281	53%
Oosterschelde	570	2418	410	1739	267	3347	80938	199	28%

1997

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3 N/m ²	4 B g/m ²	5 Bton	6 stukstal	7 % >200
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha					
Hammen Noord	34	144	19	81	184	1825	2633	252	40%
Hammen Oost	90	382	42	178	197	712	2717	692	89%
Hammen rest	95	403	82	348	267	3641	14674	183	19%
Midden Noord	113	479	72	305	203	1670	8004	303	51%
Midden Zuid	97	411	70	297	261	3132	12886	208	26%
Dortsman	72	305	51	216	387	2376	7256	408	52%
Noordelijke Tak	79	335	50	212	281	1707	5722	411	61%
Mond	219	929	143	607	225	2155	20024	261	31%
Midden	282	1196	193	819	270	2353	28147	287	40%
Noordelijke Tak	79	335	50	212	281	1707	5722	411	61%
Oosterschelde	580	2460	386	1637	255	2190	53892	291	39%

1998

kolom	beteke nis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd Nloc Opp ha		2 mosselen Nloc Opp ha		3 N/m ²	4 B g/m ²	5 Bton	6 stukstal	7 % >200
Hammen Noord	34	144	23	98	206	2606	3759	197	41%
Hammen Oost	92	390	54	229	158	1104	4310	357	85%
Hammen rest	95	403	88	373	298	3731	15034	200	40%
Midden Noord	116	492	82	348	220	2500	12299	220	52%
Midden Zuid	93	395	73	310	378	4383	17292	216	48%
Dortsman	75	318	58	246	235	2051	6526	287	57%
Noordelijke Tak	79	335	54	229	218	1799	6029	303	87%
Mond	221	937	165	700	225	2464	23103	229	49%
Midden	284	1205	213	904	276	2998	36117	230	51%
Noordelijke Tak	79	335	54	229	218	1799	6029	303	87%
Oosterschelde	584	2477	432	1833	249	2634	65249	236	53%

2000

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/ m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3 N/m ²	4 B g/m ²	5 Bton	6 stukstal	7 % >200
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha					
Hammen Noord	36	153	12	51	48	760	1160	158	4%
Hammen Oost	90	382	38	161	101	587	2241	428	90%
Hammen rest	99	420	69	293	182	2801	11764	163	8%
Midden Noord	114	484	58	246	135	1455	7036	232	33%
Midden Zuid	97	411	53	225	187	1852	7619	252	32%
Dortsman	74	314	44	187	162	1262	3960	321	49%
Noordelijke Tak	79	335	32	136	181	1079	3616	420	80%
Mond	225	954	119	505	128	1589	15165	202	20%
Midden	285	1209	155	658	159	1540	18615	259	36%
Noordelijke Tak	79	335	32	136	181	1079	3616	420	80%
Oosterschelde	589	2499	306	1298	150	1497	37396	251	34%

2001

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/ m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3	4	5	6	7
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha	N/m ²	B g/m ²	Bton	stukstal	% >200
Hammen Noord	37	157	13	55	123	1692	2655	182	0%
Hammen Oost	89	378	26	110	50	421	1588	296	74%
Hammen rest	99	420	73	310	163	2174	9130	187	29%
Midden Noord	113	479	64	271	168	2582	12375	163	7%
Midden Zuid	82	348	56	238	254	3554	12311	178	20%
Dortsman	71	301	41	174	206	2264	6819	227	37%
Noordelijke Tak	80	339	24	102	123	1475	5005	209	60%
Mond	225	954	112	475	112	1401	13373	199	29%
Midden	266	1128	161	683	205	2797	31505	183	19%
Noordelijke Tak	80	339	24	102	123	1475	5005	209	60%
Oosterschelde	571	2422	297	1260	157	2062	49883	190	26%

2002

kolom	betekenis								
1	Aantal bemonsterde locaties en het corresponderend oppervlak in hectare								
2	Aantal locaties en het oppervlak in hectare waar mosselen zijn aangetroffen								
3	Gemiddelde dichtheid over de bemonsterde locaties in aantallen/m ²								
4	Gemiddelde biomassa over de bemonsterde locaties in grammen versgewicht/m ²								
5	De totale mosselbiomassa in metrische tonnen versgewicht in het gebied								
6	Het gemiddelde aantal mosselen in 2.5 kg versgewicht								
7	Het percentage mosselzaad en halfwas met een stukstal van meer dan 200 mosselen in 2.5 kg versgewicht								
gebied	1 bemonsterd		2 mosselen		3	4	5	6	7
	Nloc	Opp ha	Nloc	Opp ha	N/m ²	B g/m ²	Bton	stukstal	% >200
Hammen Noord	38	161	15	64	106	824	1328	322	39%
Hammen Oost	90	382	25	106	82	280	1070	736	91%
Hammen rest	92	391	36	153	179	1222	4769	367	34%
Midden Noord	113	479	50	212	175	1286	6162	341	45%
Midden Zuid	79	335	44	187	157	1536	5147	255	23%
Dortsman	67	284	51	216	297	1171	3328	634	58%
Noordelijke Tak	78	331	44	187	269	1059	3505	636	82%
Mond	220	933	76	322	127	768	7167	413	43%
Midden	259	1098	145	615	201	1332	14638	377	41%
Noordelijke Tak	78	331	44	187	269	1059	3505	636	82%
Oosterschelde	557	2362	265	1124	181	1071	25310	423	47%