

Meetkundige Dienst

MDLK-R-8551

Titel

Biomassaschatting van het macrofytobenthos  
in de Oosterschelde

Auteurs

Christina Meulstee  
Hein van Stokkom

Datum

November 1985

## Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Methode	3
3 Luchtfotografie en studiegebied	5
4 Veldbemonstering	5
5 Plaatsbepaling monsterpunten in het veld en op de foto	5
6 Kaartering	6
7 Densiteitsmetingen monsterpunten en percelen	6
8 Oppervlaktes van de percelen	7
9 Verificatie van de methode	7
10 Biomassaschatting macrofyten hele Oosterschelde, schaal 1:20000	11
11 Conclusies	12
12 Aanbevelingen	14

VOORWOORD

Dit project werd uitgevoerd door de stafgroep Remote Sensing van de Meetkundige Dienst (MD), in samenwerking met de afdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst (DDMI) en het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (DIHO), in opdracht van de Deltadienst.

De voor dit onderzoek gemaakte fotografie werd opgenomen door KLM-Aerocarto.

De veldbemonstering werd uitgevoerd door medewerkers van de Deltadienst, het DIHO en de afdeling Foto-interpretatie van de MD.

Op deze plaats willen wij alle mensen bedanken, die een bijdrage aan dit project hebben geleverd.

Speciale dank gaat uit naar drs. D.J. de Jong (DDMI) en dr. P.H. Nienhuis (DIHO), naar ir. L.M.M. Veugen en J.G. v/d Kraan voor het ontwikkelen van de computerprogrammatuur en naar R.W.L. Jordans, A.G. Knotters en G.J.M. Poot voor de foto-interpretatie en de gegevensverwerking.

SAMENVATTING

Een schatting van de macrofytenbiomassa van de hele Oosterschelde, afgezien van Keeten, Krabbekreek en Krammer Volkerak, werd uitgevoerd met de in 1983 ontwikkelde methode voor de biomassaschatting van macrofyten met behulp van false colour luchtfotografie.

Deze methode werd geverifieerd door vergelijking van biomassa's verkregen uit foto's met schaal 1:10000 en 1:20000 van 2 ijkgebieden.

Begin augustus 1984 bedroeg de totale biomassa van macrofyten in de Oosterschelde circa 2 miljoen kg.

## 1. INLEIDING

In 1983 is onderzoek uitgevoerd naar de gebruiksmogelijkheden van false colour luchtfotografie voor biomassaschatting van macrofyten in de Oosterschelde. Tevens is een kaartering van de macrofytenvegetatie in diverse legenda-eenheden gemaakt.

Op grond van de goede resultaten (Meulstee en van Stokkom, 1985) is in 1984 de hele Oosterschelde opgenomen teneinde een schatting te kunnen maken van de soortensamenstelling en de totale biomassa van macrofyten op de droogvallende platen en slikken.

Volgens de in het bovengenoemde rapport besproken methode is een schatting gemaakt van de totale biomassa van macrofyten in de Oosterschelde. Een en ander op grond van 1:20000 fotografie.

Tevens is een verificatie van de methode uitgevoerd door middel van vergelijking van biomassawaarden op de Galgeplaat en de Zandkreek op grond van fotografie met schaal 1:10000 en 1:20000.

De gemiddelde biomassa per oppervlakte-eenheid kwam in beide gevallen goed overeen, zowel onderling als met de veldgegevens.

Op de vegetatiekaartering wordt in dit rapport niet nader ingegaan.

## 2. METHODE

Volgens de in het vorig rapport (Meulstee & van Stokkom, 1985) beschreven methode kunnen twee ijklijnen worden bepaald met behulp van een speciaal daartoe ontwikkeld computerprogramma (documentatie, bijlage 1) (fig. 1).

Voor bepaling van "ijklijn 1" worden de interne bedekkingen (%) en de interne biomassa's (drooggewicht in g/.04 m<sup>2</sup>) van veldmonsters tegen elkaar uitgezet.

De (lineaire) regressielijn loopt door de oorsprong en heeft de vorm  $Y = C * X$ , ofwel

$$\text{ijklijn 1 : IBIO} = C * \text{IBED}$$

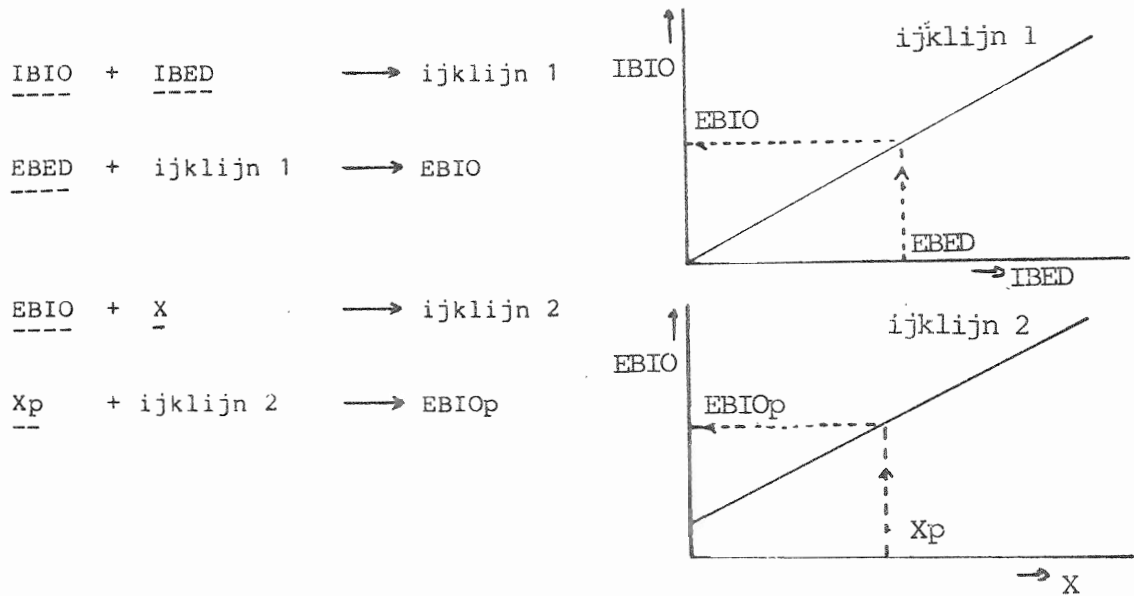
IBIO = interne biomassa (g/.04m<sup>2</sup>)

IBED = interne bedekking (%)

C = constante

Figuur 1: Schematisch overzicht van de gevolgde werkwijze

- IBIO = veldmeting interne biomassa monster  
(drooggewicht g/.04 m2)
- IBED = veldschatting interne bedekking monster (%)
- EBED = veldschatting externe bedekking perceel (%)
- EBIO = te schatten externe biomassa perceel (g/.04 m2)  
(via ijklijn 1)
- X = berekend densiteitsgetal rond monsterplaatsen,  
horend bij EBIO
- Xp = berekend densiteitsgetal van een perceel
- EBIOp = geschatte biomassa (g/.04 m2) van een perceel  
(volgens ijklijn 2)
- = bekend (gemeten of berekend)



Door invulling van de bekende -in het veld geschatte- externe bedekking (EBED) in ijklijn 1 kan de externe biomassa (EBIO) worden berekend.

De dichtheitsverhouding, maatgevend voor de biomassa van macrofyten luidt:

$$DV = \frac{[10^{\uparrow(Dg-Dr)-1}]}{[10^{\uparrow(Dg-Dr)+1}]} \quad \begin{array}{l} DV = \text{dichtheitsverhouding} \\ Dg = \text{dichtheid groen} \\ Dr = \text{dichtheid rood} \end{array}$$

In het voorgaand onderzoek werd de regressielijn van DV en EBIO gebruikt als ijklijn 2.

In onderhavig onderzoek bleek deze ijklijn een logaritmische vorm te hebben als gevolg van het meenemen van punten met een lage bedekking. Het nemen van de logaritme van DV vereist echter een vermeerdering met 1, omdat DV varieerde van -1 tot +1.

Het uiteindelijk gebruikte dichtheitsgetal (X) luidt nu:

$$X = 10 \text{LOG} (DV + 1).$$

zodat ijklijn 2 de volgende configuratie krijgt:

$$\text{ijklijn 2 : EBIO} = A + B * X \quad \begin{array}{l} \text{EBIO} = \text{externe biomassa (g/.04m}^2\text{)} \\ A, B = \text{constanten} \\ X = \text{dichtheitsgetal} \end{array}$$

De waarde X van elk monsterpunt wordt berekend uit de fotodichtheiten, gemeten rond de bemonsteringsplaatsen.

De ijklijn ("2") dient voor elke fotoschaal afzonderlijk te worden opgesteld.

Met behulp van deze ijklijn kan een schatting gemaakt worden van de totale macrofytenbiomassa in de Oosterschelde; door meting van de gemiddelde dichtheid van elk geëquipeerd (homogeen) perceel en berekening van de X-waarde daaruit, wordt voor elk perceel met behulp van ijklijn 2 de gemiddelde biomassa per oppervlakte-eenheid gevonden. Vermenigvuldiging met de oppervlakte levert de totale biomassa per perceel. Uit de sommatie van de biomassa is van alle percelen volgt

dan de totale biomassa per plaat of kaartblad en uiteindelijk die van het onderzoeksgebied.

### 3. LUCHTFOTOGRAFIE EN STUDIEGEBIED

Door KLM-Aerocarto werd op 30 juli 1984 false colour luchtfotografie opgenomen (Kodak 2443, emulsie 274-16, fig. 2) boven de Oosterschelde met een schaal van 1:10000 en 1:20000 en een voorwaartse overlap van 80%. De 1:10000 fotografie werd opgenomen boven de Zandkreek en de Galgeplaat. Op schaal 1:20000 werd de hele Oosterschelde, met uitzondering van Keeten, Krabbekreek en Krammer Volkerak bevlogen (vliegplan, bijlage 2).

### 4. VELDBEMONSTERING

Door het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (DIHO), de hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst (DDMI) en de afdeling Foto-interpretatie van de Meetkundige Dienst werd in de periode van 31 juli tot en met 3 augustus 1984 een veldbemonstering van de macrofyten uitgevoerd (fig. 3). Bemonsterd werden diverse punten op de Roggeplaat, Galgeplaat, Tarweplaat, Krabbekreek en Zandkreek. Per bemonsteringspunt werden 1 tot 3 sub-monsters gestoken met een oppervlakte van 0.04m<sup>2</sup> (20\*20 cm<sup>2</sup>). Van elk van de totaal 238 genomen sub-monsters werd het drooggewicht van de macrofyten bepaald. Ook werden de interne bedekking (binnen het sub-monster van 0.04 m<sup>2</sup>) en de externe bedekking (van het perceel) van de macrofyten geschat. De veldgegevens werden opgeslagen op microdisc.

### 5. PLAATSBEPALING MONSTERPUNTEN IN HET VELD EN OP DE FOTO

De bemonsteringspunten werden door medewerkers van de Meetkundige Dienst vanaf de vaste wal landmeetkundig ingemeten. Met behulp van een registerende elektronische tachymeter (Regelta) werden vanaf een vast



Figuur 2: False colour foto van de Zandkreek, schaal 1:20000,  
29 juli 1984



Figuur 3: Het veldwerk werd uitgevoerd door medewerkers van de Meetkundige Dienst en de Deltadienst (31 juli t/m 3 augustus 1984)



punt richting en afstand tot elk monsterpunt gemeten en de X en Y coördinaten berekend.

De bemonsteringspunten werden geplot op een kaart en vervolgens via een fotogrammetrisch instrument op de dia's gelocaliseerd.

## 6. KAARTERING

De macrofytenkaartering werd uitgevoerd door medewerkers van de afdeling Foto-interpretatie van de Meetkundige Dienst (kaartbijlage).

De basiskaart met de gemiddelde laagwaterlijn van 1983 werd gebruikt voor de bepaling van de grenzen van de platen.

De kaartering gebeurde op grond van kennis over kleur, structuur, alsmede de bedekkingsgraden van diverse soorten macrofyten op de false colour foto's.

De onderscheiden macrofyten hebben de volgende kenmerken:

soort/groep	kleur in false colour	structuur
Zostera noltii	rose-rood	glad
Ulva spp	donkerpaars	ruw, op mosselpercelen
Fucus vesic.	fel oranje-bruin	ruw, op mosselpercelen, steensoort
groenwieren*	donkerpaars	korrelig

De bedekkingsgraad werd onderverdeeld in 6 klassen, te weten 0-5%, 5-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, 80-100%.

Ook complexen werden onderscheiden (zie legenda in losse kaartbijlage).

\*) Deze groep bestaat uit een combinatie van Enteromorpha spp. (darmwieren), Chaetomorpha spp. (draadwieren) en Cladophora spp. (vertakte draadwieren).

## 7. DENSITEITSMETINGEN MONSTERPUNTEN EN PERCELEN

De fotodensiteiten rond de monsterpunten werden in triplo gemeten met een transmissiedensitometer (MacBeth TD504), gekoppeld aan een HP86 microcomputer. De meetopening van de densitometer had een doorsnede van 3 mm.

De gemiddelde waarden en de standaarddeviaties van de gemeten densiteiten werden berekend en opgeslagen op microdisc.

Als een monsterpunt volgens de foto op de grens van 2 percelen lag werd dit punt op grond van de veldgegevens verschoven naar het juiste perceel. Dit kwam slechts in enkele procenten van de gevallen voor.

Binnen elk geкартеerd perceel werden op 1 tot 9 plaatsen de fotodensiteiten gemeten. De gemiddelde waarde per perceel en de bijbehorende standaarddeviaties werden berekend en opgeslagen op microdisc.

Vervolgens werden de densiteitsgetallen per perceel (X) berekend.

Hiermee kan de biomassa per oppervlakte-eenheid worden afgelezen uit ijklijn 2.

#### 8. OPPERVLAKTES VAN DE PERCELEN

De oppervlaktes van de percelen werden berekend met behulp van een digitizer, gekoppeld aan een HP86 microcomputer.

Uit de op de digitaliseertafel aangegeven omtrek van de percelen op de kaart werden de oppervlaktes, in vierkante meters, op 0.5% nauwkeurig berekend.

#### 9. VERIFICATIE VAN DE METHODE

= Algemeen

Ter toetsing van de bovengenoemde methode werden biomassawaarden van testgebieden op grond van 2 verschillende fotoschalen (1:10000 en 1:20000) onderling vergeleken. Als testgebieden werden de Galgeplaat en de Zandkreek gebruikt. Dit waren de enige gebieden, die op beide schalen werden opgenomen.

= Bepaling ijklijn 1

IJKlijn 1, die onafhankelijk is van de fotoschaal werd bepaald aan de hand van de drooggewichten (=biomassa) en bedekkingspercentages van de afzonderlijke monsters (fig. 4a).

Op grond van resultaten van eerder onderzoek (Meulstee en van Stokkom, 1985) werd Fucus uitgesloten. Deze soort bleek zich ook hier afwijkend te gedragen (fig. 4b). Dit komt vermoedelijk doordat deze soort zich ophoopt rond mosselschelpen en steenstort.

Figuur 4: Interne bedekkingsgraad IBED (%) van de monsters, uitgezet tegen interne biomassa IBIO (g/.04 m2): ijklijn 1

a. alle soorten, behalve Fucus, inclusief monsters met 100% interne bedekkingsgraad

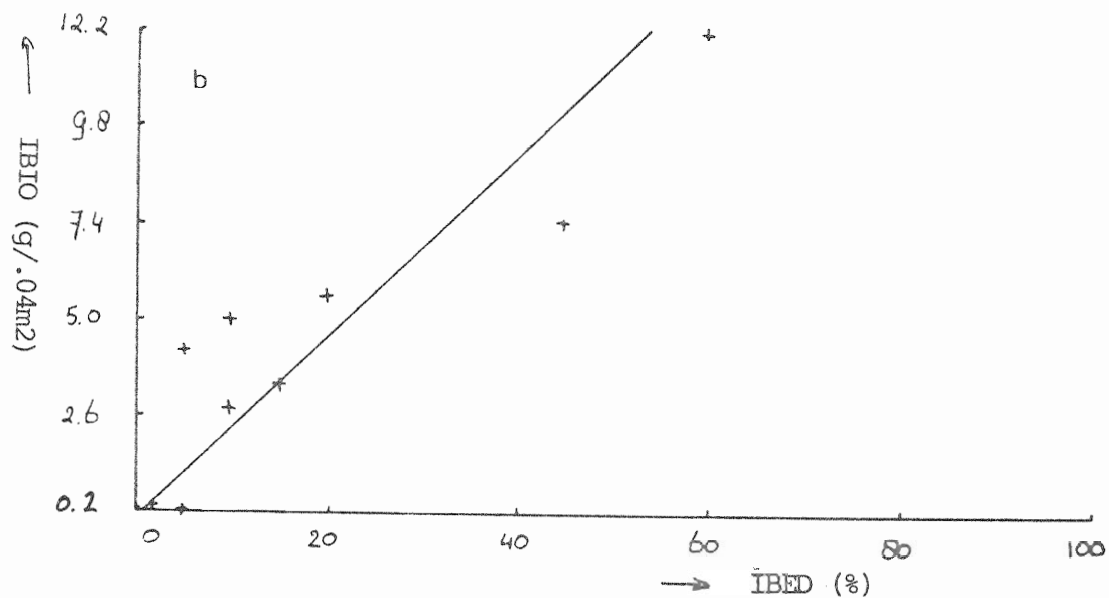
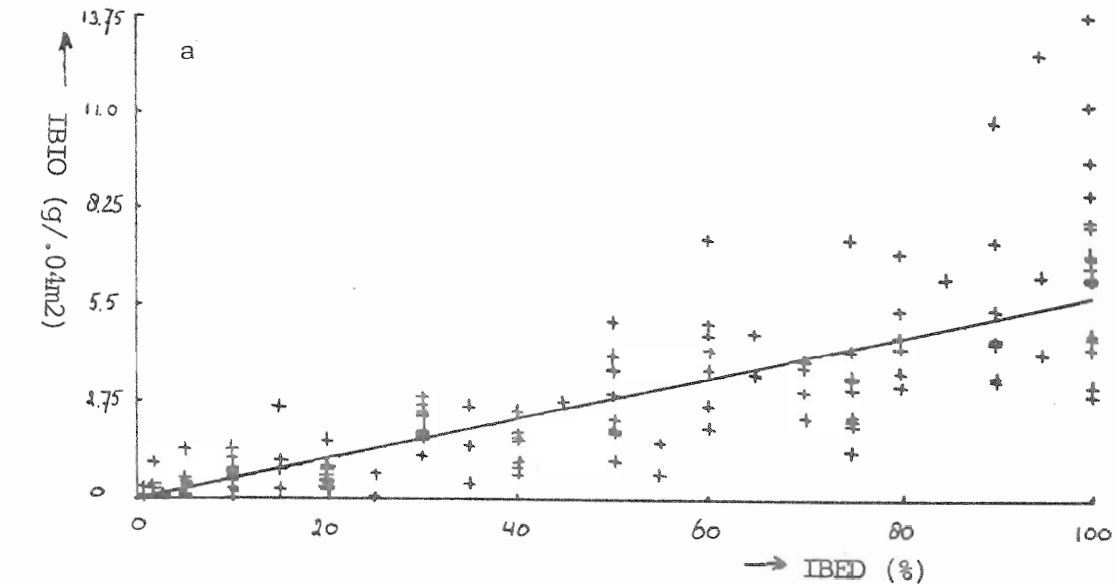
lijnvergelijking:  $IBIO = .058 * IBED$   $sd(C) = 5.1 * 10^{-4}$   
corr. = .84

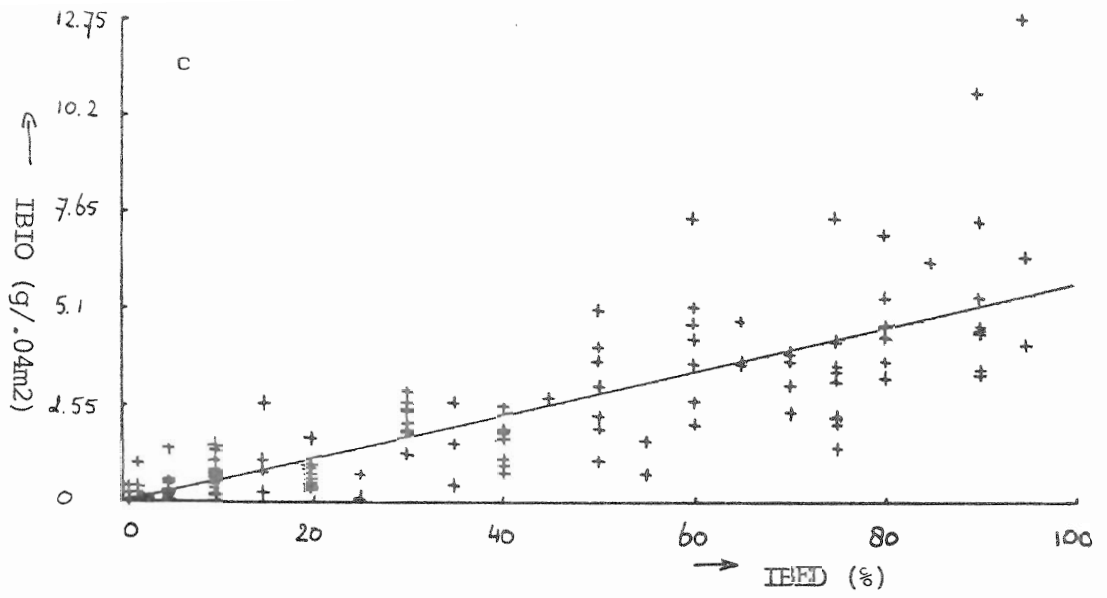
b. Fucus

lijnvergelijking:  $IBIO = .229 * IBED$   $sd(C) = 5.3 * 10^{-4}$   
corr. = .92

c. alle soorten, behalve Fucus, exclusief monsters met 100% interne bedekkingsgraad

lijnvergelijking:  $IBIO = .057 * IBED$   $sd(C) = 5.3 * 10^{-4}$   
corr. = .82





Het al dan niet meenemen van de punten met een volledige bedekking bleek geen invloed te hebben op de gevonden relatie. De parameters verschilden niet significant (fig. 4c). Percelen met een volledige (externe) bedekking werden niet aangetroffen: alle monsterpunten met een (interne) bedekking van 100% lagen in een perceel met een onvolledige (externe) bedekking. Aangenomen werd, dat opeenhoping van macrofyten niet had plaatsgevonden. De punten met een volledige bedekking werden in verder onderzoek meegenomen.

De lijnvergelijking van de definitieve regressielijn voor ijklijn 1 luidde:

$$y = 0.058 * X \text{ (fig.4a)}$$

De correlatiecoëfficiënt bedroeg 84%.

= Bepaling ijklijn 2 en biomassa

De bepaling van ijklijn 2 is voor de 1:10000 fotografie gebeurd aan de hand van veldgegevens en fotodensiteiten van de Galgeplaat en de Zandkreek.

In eerste instantie werden de Fucus gegevens niet meegenomen bij het opstellen van ijklijn 2. De lijnvergelijking van de regressielijn luidde:

$$y = 5.12 + 5.07 * X \text{ (fig. 5)}$$

De correlatiecoëfficiënt had een waarde van 90%.

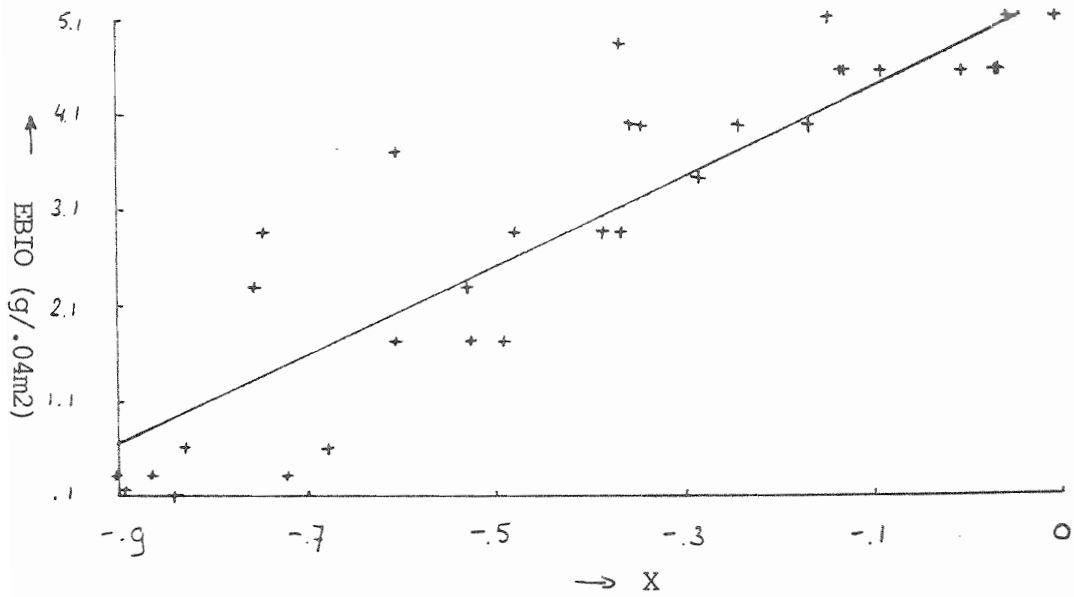
Op grond van de vegetatiekaart (kaartbijlage) en densiteitsmetingen in de percelen zijn de totale biomassa en het totaal bij de heersende waterstand begroeide oppervlak van de Zandkreek en de westelijke helft van de Galgeplaat (het overige deel is niet op 1:10000 opgenomen) geschat.

Om een uitspraak te kunnen doen over de precisie van de berekende biomassacijfers is een nauwkeurigheidanalyse uitgevoerd. Daarbij is rekening gehouden met de standaardafwijkingen in de ijklijn en in de densiteitsverhoudingen en oppervlaktes van de geкарteerde velden.

De biomassa van de Galgeplaat werd op ongeveer 6% nauwkeurig geschat. De biomassaschatting van de Zandkreek had een nauwkeurigheid van 1%. Dit verschil trad op doordat in de Zandkreek meer waarnemingen zijn gedaan en daar geen percelen met erg grote oppervlakten voorkwamen.

Figuur 5: Densiteitsgetal X, uitgezet tegen de externe biomassa EBIO (g/.04 m2), gebaseerd op ijklijn 1 van figuur 4a en fotodensiteiten (schaal 1:10000) Zandkreek en Galgeplaat met uitsluiting van Fucus.

lijnvergelijking:  $EBIO = 5.12 + 5.07 * X$      $sd(A) = 2.6 * 10^{-2}$   
 $sd(B) = 6.3 * 10^{-2}$   
 $corr. = .90$





De gehanteerde standaardafwijkingen van de afzonderlijke metingen staan in bijlage 3.

Omdat ten gevolge van afrondingsfouten of kaarteerabweijkingen de oppervlakten van de platen op 1:10000 en 1:20000 niet helemaal gelijk zijn konden de biomassa's niet zonder meer worden vergeleken, maar moesten gemiddelden van biomassa per vierkante meter worden berekend. De gemiddelde biomassa op de Galgeplaat en in de Zandkreek bedroeg (op grond van geschatte externe bedekkingsgraden, ijklijn 1 en gemiddelde densiteiten van percelen in de Zandkreek en op de Galgeplaat (Z G); bovengenoemde ijklijn 2):

Zandkreek 66.2 g/m<sup>2</sup>            Galgeplaat 26.7 g/m<sup>2</sup> (1:10000 Z G) (1)

Op analoge wijze is aan de hand van 1:20000 fotografie ijklijn 2 opgesteld en zijn de biomassa's op het westelijk deel van de Galgeplaat en in de Zandkreek geschat. Als referentie voor ijklijn 2 werden in eerste instantie densiteiten en in het veld geschatte externe bedekkingen van de Zandkreek, de Tarweplaat en de Roggeplaat (Z T R) gebruikt. De biomassawaarden bedroegen nu:

Zandkreek 64.8 g/m<sup>2</sup>            Galgeplaat 12.5 g/m<sup>2</sup> (1:20000 Z T R) (2)

De biomassa op de Galgeplaat bedroeg slechts 40% van de biomassa, berekend met de 1:10000 fotografie, terwijl de biomassa in de Zandkreek slechts 10% afweek.

Vervolgens zijn ook de gegevens van de Galgeplaat meegenomen bij de ijklijnbevestiging. De biomassawaarden bedroegen nu:

Zandkreek 68.7 g/m<sup>2</sup>            Galgeplaat 22.9 g/m<sup>2</sup> (1:20000 Z G T R) (3)

De biomassawaarde op de Galgeplaat week nu niet significant af van die volgens (1), maar was aan de hoge kant ten opzichte van de veldmonsters.

Tijdens de controle van de densiteitsmetingen op de 1:20000 foto's van de Galgeplaat bleek, dat 4 punten dicht bij de grens van 2 percelen lagen. Juist deze punten (nrs. 123, 124, 127, 139) lagen in de linker

bovenkant van de grafiek (fig. 6a). Deze punten trekken de linker kant van de ijklijn omhoog, waardoor met name bij lage bedekkingen (lage dichtheitsverhoudingen), zoals die voorkomen op de Galgeplaat, relatief te hoge biomassawaarden worden gevonden.

Bij nadere analyse van de 4 uitbijters op de Galgeplaat bleek het volgende:

puntnr.	externe bedekkingsgraad (%)	
	veld (EBED)	foto-interpretatie
123	65	5 - 20
124	85	80 - 100
127	50	5 - 20
139	40	0 - 5

Dit betekent, dat de externe bedekkingsgraad rond monsterpunten 123, 127 en 139 in het veld niet juist is geschat. Waarschijnlijk lagen deze punten juist in een gedeelte van het perceel, waar de bedekking hoger was dan gemiddeld. In geval van punt 124 is er sprake van een onjuist gemeten dichtheid. Een herhalingsmeting leverde een dichtheitsgetal X van 0.66, wat betekent, dat het punt in de grafiek (fig. 6a) naar rechts schuift. Na het weglaten van deze 4 uitbijters bij het berekenen van de regressielijn (fig. 6b) werden de volgende biomassawaarden gevonden:

Zandkreek 65.3 g/m<sup>2</sup>      Galgeplaat 14.5 g/m<sup>2</sup> (1:20000 Z G-4 T R)(4)

Tot op dit moment werden de Fucus gegevens niet meegenomen bij de berekening van ijklijn 2, terwijl de biomassa van de Fucus percelen wel met behulp van deze algemene ijklijn werden bepaald. In feite is dit niet helemaal juist. Er is daarom gezocht naar een methode om Fucus toch mee te nemen bij de ijklijnbeoordeling.

Het opstellen van een aparte ijklijn voor Fucus bleek door gebrek aan gegevens niet mogelijk. Wel bleek, dat de waarden van deze punten, berekend met ijklijn 1 voor Fucus (fig. 4b), berekend volgens figuur 4b nauwelijks afweken van de algemene ijklijn 2.

Fucus kan echter op 2 manieren geïncorporeerd worden in ijklijn 2: 1e door de Fucus gegevens voor ijklijn 2 te berekenen via de voor

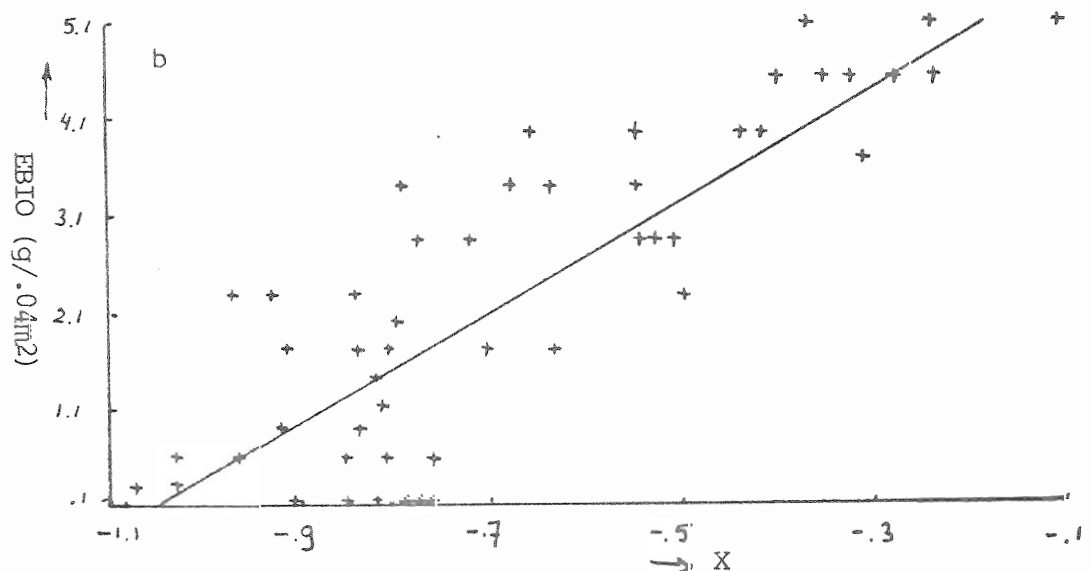
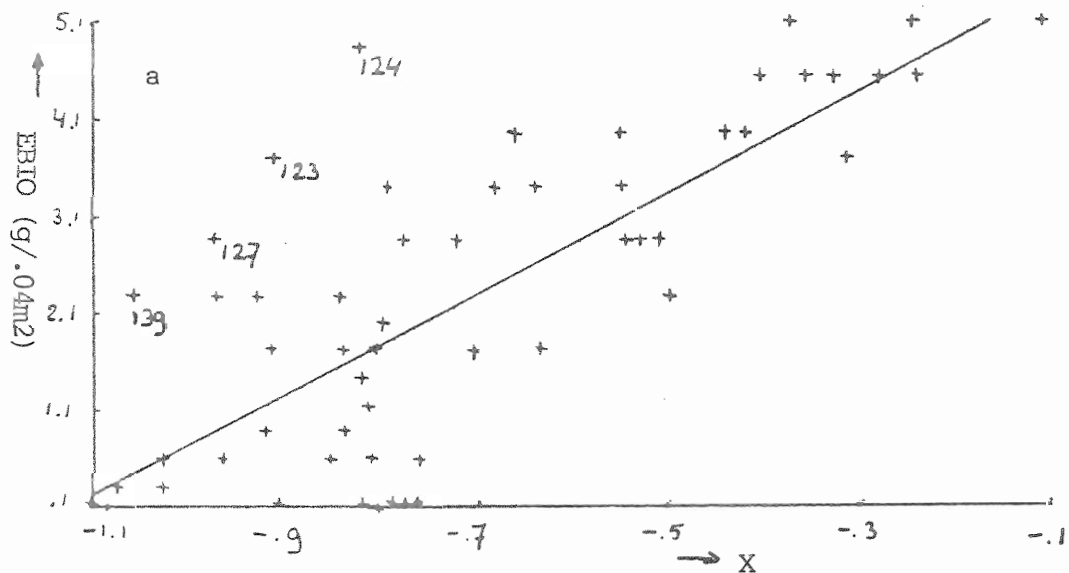
Figuur 6 : Densiteitsgetal X, uitgezet tegen de externe biomassa EBIO (g/.04 m2), gebaseerd op ijklijn 1 van figuur 4a en foto-densiteiten (schaal 1:20000) van

a. Zandkreek, Galgeplaat, Tarweplaat en Roggeplaat, met uitsluiting van Fucus

lijnvergelijking:  $EBIO = 5.93 + 5.06 \cdot X$   $sd(A) = 7.9 \cdot 10^{-2}$   
 $sd(B) = 1.1 \cdot 10^{-1}$   
 $corr. = .76$

b. Zandkreek, Galgeplaat - 4 uitbijters, Tarweplaat en Roggeplaat

lijnvergelijking:  $EBIO = 6.14 + 5.61 \cdot X$   $sd(A) = 8.9 \cdot 10^{-2}$   
 $sd(B) = 1.3 \cdot 10^{-1}$   
 $corr. = .85$



Fucus geldende ijklijn 2 (fig. 4b).

2e door Fucus via de algemeen geldende ijklijn mee te rekenen. De coëfficiënten van de regressielijn bedroegen voor de 1:10000 fotografie (op grond van ijking aan de hand van Zandkreek en Galgeplaat, minus 4 uitbijters)

$$1e Y = 5.12 + 5.82 * X \quad sd(a) = .03 \quad sd(B) = .08 \quad corr. = .95$$

$$2e Y = 5.15 + 5.96 * X \quad sd(a) = .03 \quad sd(b) = .07 \quad corr. = .95$$

De coëfficiënten verschilden niet significant.

Omdat dit voor een operationele toepassing het meest praktisch is, werd gekozen voor de 2e optie.

Voor de 1:10000 fotografie bedroegen de biomassa's nu:

$$\text{Zandkreek } 56.0 \text{ g/m}^2 \quad \text{Galgeplaat } 9.6 \text{ g/m}^2 \text{ (1:10000, Z g-4)} \quad (5)$$

Met 1:20000 fotografie en dezelfde ijkgebieden (Zandkreek en Galgeplaat, minus 4 uitbijters, inclusief Fucus) werden de volgende waarden gevonden:

$$\text{Zandkreek } 62.5 \text{ g/m}^2 \quad \text{Galgeplaat } 8.8 \text{ g/m}^2 \text{ (1:20000, Z G-4)} \quad (6)$$

De biomassawaarden volgens schaal 1:10000 (5) weken nu nauwelijks af van die volgens schaal 1:20000 (6).

De grootte-orde kwam bovendien overeen met die van de veldgegevens.

Dit betekent, dat de gevolgde werkwijze in principe juist is.

Alle bovengenoemde waarden, alsmede de diverse ijklijncoëfficiënten staan in tabel 1.

#### 10. BIOMASSASCHATTING MACROFYTEN HELE OOSTERSCHELDE, SCHAAL 1:20000

De berekening van de biomassa van de hele Oosterschelde (1:20000) is uitgevoerd op grond van zo veel mogelijk basisgegevens om de meest nauwkeurige schatting te kunnen maken. Dit betekent, dat bij de ijking gebruik is gemaakt van externe bedekkingsgraden en densiteiten rond bemonsteringsplaatsen van de Zandkreek, de Galgeplaat (minus 4 uitbijters), de Roggeplaat en de Tarweplaat.

Tabel 1: Biomassa en standaarddeviaties, op grond van diverse ijkge-  
bieden

.Z = Zandkreek, G = Galgeplaat, T = Tarweplaat,

R = Roggeplaat

.A en B: coëfficiënten ijklijn 2

.Zg en Gg: gemiddelde biomassa Zandkreek en Galgeplaat

ijkgebied	Fucus	1/x	schaal	A	B	corr. Z	Z	sdZ	G	sdG	Zg	Gg
							ton		ton		g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
Z G	-	10000	5.12	5.07	.90	199	3	164	10	66.2	26.7	
Z T R	-	20000	6.22	5.77	.83	178	4	68	14	64.8	12.5	
Z G T R	-	20000	5.93	5.06	.76	189	3	125	12	68.7	22.9	
Z G-4 T R	-	20000	6.14	5.61	.85	180	4	79	13	65.3	14.5	
Z G-4	+	10000	5.15	5.96	.95	168	3	59	12	56.0	9.6	
Z G-4	+	20000	6.24	5.95	.90	172	5	48	17	62.5	8.8	
Z G-4 T R	+	20000	6.08	5.66	.83	174	4	65	13	63.0	12.0	

Tabel 2: Biomassagegevens hele Oosterschelde, afgezien Keeten, Krabbekreek en Kramer Volkerak.

Biomassa = biomassa kaartblad (kg)

Oppervlakte = begroeide oppervlakte kaartblad (m<sup>2</sup>)

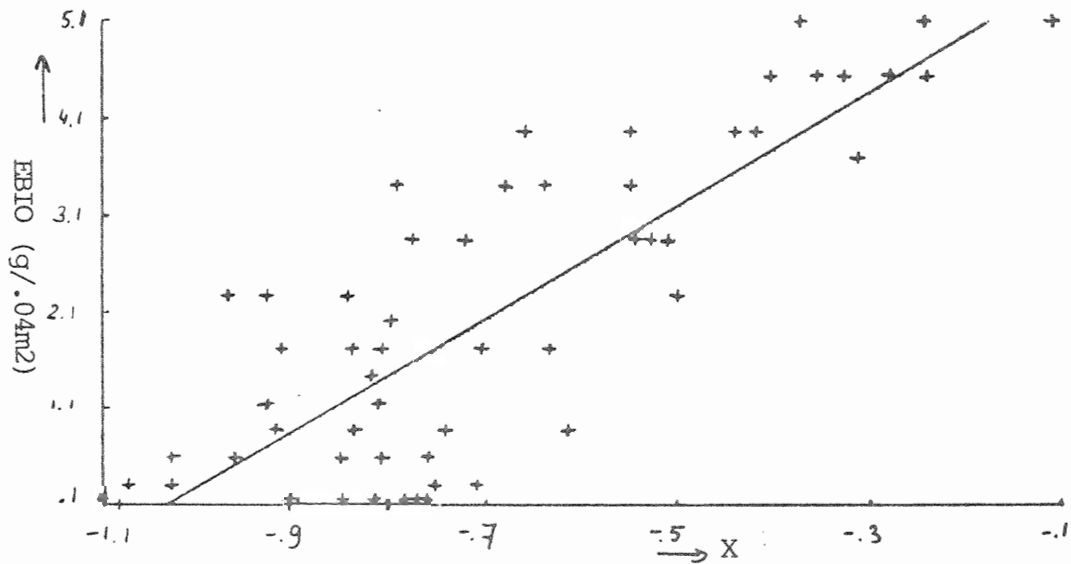
Gemiddelde biomassa = biomassa, gerelateerd aan begroeide oppervlakte. (g/m<sup>2</sup> en ter vgl met veldgegevens g/.04 m<sup>2</sup>)

Kaartblad (nr)	Biomassa (kg)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Gemiddelde (g/m <sup>2</sup> )	Biomassa (g/.04 m <sup>2</sup> )
11	93716	3641390 <sup>9</sup>	25.7	1.03
12	27329	3729233 <sup>8</sup>	7.3	.29
13	374877	13800642 <sup>8</sup>	27.2	1.09
14	159407	3970768 <sup>8</sup>	40.15	1.61
15	1723	70586	24.41	.98
16	93754	2073505 <sup>8</sup>	45.22	1.81
17	39295	1256748 <sup>8</sup> <sup>9</sup>	31.27	1.25
18	311446	10017969 <sup>8</sup>	31.09	1.24
19	79600	4128544 <sup>8</sup>	19.28	.77
22 <sup>511</sup>	47148	1104611 <sup>8</sup> <sup>313</sup>	42.68	1.71
23	324641	13322417 <sup>8</sup>	24.37	.97
24 <sup>111</sup>	43953	1964430 <sup>8</sup> <sup>391</sup>	22.37	.89
25	29395	572078 <sup>8</sup>	51.38	2.05
26	10990	250797 <sup>8</sup>	43.82	1.75
27	34941	744449 <sup>8</sup>	46.94	1.88
28	175219	2786008 <sup>8</sup>	62.89	2.52
29 <sup>68</sup>	125044	8078581 <sup>8</sup> <sup>391</sup>	15.48	.62

Figuur 7: Densiteitsgetal X, uitgezet tegen de externe biomassa EBIO (g/.04 m2), gebaseerd op ijklijn 1 van figuur 4a en fotodensiteiten (schaal 1:20000) van Zandkreek, Galgeplaat - 4 uitbijters, Tarweplaat en Roggeplaat.

Fucus is bij de ijklijnbeplating meegenomen.

lijnvergelijking:  $EBIO = 6.08 + 5.66 * X$        $sd(A) = 8.9 * 10^{-2}$   
 $sd(B) = 1.3 * 10^{-1}$   
 $corr. = .83$



De ijklijn 2 zag er in dit geval als volgt uit (fig. 7):

$$Y = 6.08 + 5.66 * X \quad \text{corr.} = .93$$

en de biomassawaarden luiden:

Zandkreek 63.0 g/m<sup>2</sup>            Galgeplaat 12.0 g/m<sup>2</sup> (1:20000, Z G-4 T R) (7)

De biomassa's van de afzonderlijke percelen en kaartbladen staan in bijlage 4 en tabel 2.

De totale macrofytenbiomassa in de Oosterschelde bedroeg ongeveer 2 miljoen kg.

## 11. CONCLUSIES

### Kaartering

- + Het is mogelijk een vegetatiekaart te maken van macrofyten op droogvallende platen in getijdegebieden, zowel op grond van fotoschaal 1:10000 als 1:20000. Indien gewenst is een kleurenkaart leverbaar.
- + Bij de kaartering werden in totaal 35 eenheden onderscheiden, bestaande uit 4 soorten macrofyten (-groepen) of combinaties daarvan en 6 klassen van bedekkingsgraden.

### Biomassaschatting

- + Er is een operationele techniek/methodiek ontwikkeld om de biomassa van macrofyten op betrouwbare wijze te schatten.
- + Op grond van dezelfde ijkgegevens en testgebieden (Zandkreek en de helft van de Galgeplaat) is een vergelijking gemaakt tussen biomassawaarden gevonden met fotoschalen 1:10000 en 1:20000. Deze waarden bleken zowel onderling als met de veldgegevens niet significant te verschillen. Dit betekent, dat de methode betrouwbaar is; verschillende atmosferische condities, filmparameters en ontwikkelprocedures leveren toch een zelfde biomassawaarde op.
- + De totale biomassa van macrofyten in de Oosterschelde, afgezien van Keeten, Krabbekreek en Krammer Volkerak bedroeg circa 2 miljoen kg.



- + De ijkcondities zijn sterk bepalend voor een nauwkeurige schatting. Dit blijkt uit het feit, dat door weglating van enkele, onjuist gekozen bemonsteringspunten een groot verschil in biomassa kan ontstaan. Een gelijkmatige verdeling van de monsters over alle bedekkingsgraden en soorten levert een betrouwbare bepaling van de ijklijnen en daarmee van de biomassa. De monsters dienen zo ver mogelijk van de grens van 2 percelen te worden gestoken.
- + Voor *Fucus* behoefde geen aparte ijklijn te worden opgesteld. Mogelijk is dit wel noodzakelijk wanneer er sprake is van percelen met een hoge *Fucus*-bedekking. Dit kwam in de Oosterschelde niet voor.
- + Voor percelen met een (externe) bedekking van 100% moet een aparte ijklijn worden opgesteld, omdat mogelijk opeenhoping van macrofyten optreedt. Ook dit werd in de Oosterschelde in 1984 niet aangetroffen.
- + Omdat de totale oppervlakte van de droogvallende platen lastig is vast te stellen vanwege getijverschillen bestaat de kans, dat er een onnauwkeurigheid in de kaartering optreedt. De biomassa kan daarom het beste gerelateerd worden aan de begroeide oppervlakte, de sommatie van de oppervlaktes van niet kale percelen. Dit maakt een vergelijking van gemiddelde biomassa's van verschillende jaren mogelijk.
- + Bij de nauwkeurighedsanalyse van de biomassaschatting is uitgegaan van een aantal aannames. De exacte nauwkeurigheid van de biomassabepaling is daardoor niet bekend. Wel bleek duidelijk, dat het aantal monsters en percelen en vooral ook de grootte van de percelen sterk van invloed is op de nauwkeurigheid van de schatting.
- + Uit bovenstaande moge blijken, dat de hier behandelde methode een zinvolle bijdrage levert bij het onderzoek naar de eventuele veranderingen van de macrofytenbiomassa in de Oosterschelde ten gevolge van de aanleg van de pijlerdam. De methode is nu operationeel toepasbaar.

INB. De voor 1985 geplande vlucht kon vanwege slechte weersomstandigheden niet doorgaan. Deze situatie is voor juli en augustus echter extreem. Het is dan ook zeker aanbevelenswaardig het onderzoek in 1986 voort te zetten. Enkele aanbevelingen ten aanzien van mogelijke verbeteringen in de te volgen werkwijze staan in het volgende hoofdstuk.

## 12. AANBEVELINGEN

Voor een meer efficiënte gegevensverwerking en een zo betrouwbaar mogelijke biomassaschatting kunnen een aantal verbeteringen in de werkwijze worden aangebracht.

### + veldbemonstering

- een grote diversiteit van de monsters wat betreft soorten en bedekingsgraden levert een betrouwbare ijklijn en daarmee een betere biomassaschatting. Bij de veldmonstering moet hiermee rekening worden gehouden. In 1984 is de veldbemonstering volgens de zgn. "stratified random" methode gebeurd. Er werd gelopen in raaien en zodra een verandering in de vegetatie werd waargenomen, werd op ruime afstand van zo'n grens een monster gestoken. Deze methode heeft het voordeel boven een random methode, dat grote, dikwijls vrijwel kale percelen niet overbemonsterd worden.
- de bemonstering dient zo ver mogelijk van de grens van 2 percelen te gebeuren; door kleine fouten bij het inmeten en teruglezen naar de foto kunnen de monsterpunten op de grens van twee percelen terecht komen en wordt een onjuiste densiteit gemeten.
- om een zo nauwkeurig mogelijke biomassaschatting te krijgen is het zinvol om de veldbemonstering op dezelfde dag als de fotovlucht uit te voeren, zeker als er sprake is van een grote hoeveelheid "zwevende" macrofyten. Als de meeste macrofyten verankerd zijn en de weersomstandigheden gunstig (lage windsnelheid) lijkt het minder bezwaarlijk de bemonstering op een andere datum zo dicht mogelijk bij de vliegdatum uit te voeren.

Om over dit aspect helderheid te verkrijgen is echter een apart onderzoek noodzakelijk.

(NB. In 1985 is de macrofytenbemonstering ingepast in het meetprogramma van de Deltadienst. Dit betekende, dat de bemonsteringsdata ruim van te voren moesten worden gepland en enkele weken konden afwijken van de eventuele vliegdatum. Voordeel van een dergelijk gecombineerd meetprogramma is de kostenbesparing ten aanzien van de benodigde boten en meetploegen).

### + fotografie

- bij voorkeur dient voor alle luchtopnamen slechts 1 emulsienummer te worden gebruikt. Dan behoeft slechts één ijklijn 2 te worden opge-

steld en kunnen alle densiteiten gecombineerd worden gebruikt.

In 1984 zijn de Galgeplaat en de Zandkreek beide opgenomen op schaal 1:10000 en 1:20000. Enerzijds is de kaartering op schaal 1:10000 nauwkeuriger, meer gedetailleerd, maar anderzijds zijn met name de foto's van de Galgeplaat door het ontbreken van referentiepunten lastiger inpasbaar op de kaart, waardoor de kaartering juist onnauwkeuriger wordt. Bovendien is de kaartering op schaal 1:20000 een aanzienlijk minder tijdrovende zaak; het aantal foto's neemt kwadratisch af ten opzichte van de factor van de schaalverkleining.

Voor kaartering over een grote oppervlakte, zoals de Oosterschelde geniet het gebruik van 1:20000 fotografie de voorkeur.

- bij een eventuele volgende fotovlucht dienen ook de testgebieden, waar relatief veel van bekend is opgenomen te worden.

+ interpretatie/kaartering

- de kaartering is gemaakt op grond van de basiskaart met de gemiddelde laagwaterlijn in 1983. Deze was niet helemaal overeenkomstig de laagwaterlijn in 1984. Ook in 1986 en zeker na de voltooiing van de pijlerdam zal deze laagwaterlijn afwijken van die in 1983. De in de toekomst te gebruiken grens voor de kaartering verdient nadere aandacht.
- in 1984 zijn totaal 35 verschillende gekaarteerde eenheden onderscheiden. Ter discussie staat of het noodzakelijk is zo veel onderscheid te maken.

+ verwerking van de gegevens

- het is in principe de bedoeling, dat vanaf 1986 de digitizergegevens opgeslagen kunnen worden. Dit betekent, dat dan meerdere exemplaren van de kleurenkaart leverbaar zijn.
- de densiteit van percelen, gelegen op een schelpenbank kon niet worden gemeten, omdat de helder witte kleur van de schelpen op de foto de meting verstoortte. Als densiteit voor deze percelen geeft de gemiddelde densiteit van een gelijk geclassificeerd perceel de beste benadering.

- + In een nader te verschijnen rapport zal een uitgebreide praktische handleiding worden gegeven voor de toekomstige gebruikers van deze methode.