

**Biomassaschatting Oosterschelde 1986;
een nadere analyse van de methodiek**



Rapport MD RWS : MDLK-RS-R-8828

Titel : Biomassaschatting Oosterschelde 1986;
een nadere analyse van de methodiek.

Auteur : Christina Meulstee

Datum : augustus 1988

INHOUD

SAMENVATTING

- 1 INLEIDING
- 2 MATERIAAL EN METHODE
 - 2.1 DATA ACQUISITIE
 - 2.2 DATA VERWERKING
- 3 RESULTATEN
 - 3.1 VASTSTELLEN IJKLIJNEN
 - 3.2 BIOMASSASCHATTING
- 4 CONCLUSIES/DISCUSSIE

SAMENVATTING

In vervolg op eerder uitgevoerd onderzoek is in 1986 opnieuw een gedeelte van de Oosterschelde (Zandkreek en Krabbenkreek) opgenomen op false colour luchtfotografie teneinde een kaartering en een biomassaschatting van de macroalgen en zeegrassen op de droogvallende slikken uit te voeren.

Om een vergelijking te kunnen maken met eerdere gegevens is de Zandkreek opgenomen. De Krabbenkreek is in 1986 voor de eerste maal opgenomen. Voor de biomassaschatting is eerder bij de MD een methode ontwikkeld op basis van dichtheitsmetingen aan luchtfoto's (zie Meulstee en van Stokkom, 1985).

Inmiddels is men bij DGW met betrekking tot een maat voor de biomassa van macroalgen en zeegrassen overgegaan op bepaling van het asvrij drooggewicht van de monsters in plaats van het gewone drooggewicht. Dit leverde een verandering voor de relatie tussen biomassa en bedekking (ijklijn 1). Tevens is geconcludeerd dat de relatie zich beter door een logaritmische functie laat beschrijven dan door een lineaire en dat bovendien de relatie voor zeegras en groenwier niet gelijk is. Wel blijft de relatie in de loop der jaren onveranderd. Met deze gegevens is de in 1984 bij de MD ontwikkelde methode aan een nadere analyse onderworpen. De conclusie hiervan is dat de externe biomassa voor beide soorten berekend wordt op basis van hun bijbehorende ijklijn 1. De relatie tussen fotodichtheid en externe biomassa (ijklijn 2), waarop uiteindelijk de biomassaschatting wordt uitgevoerd wordt vervolgens door 1 vergelijking voor alle soorten beschreven.

Op basis van deze ijklijn 2 en de gemeten dichtheiten en oppervlaktes van de geкарteerde percelen zijn de biomassa's voor beide gebieden berekend. Deze bedroegen voor Zandkreek en Krabbenkreek respectievelijk 82 en 45 ton asvrij drooggewicht.

Ook met de data van 1984 (en ijklijn 1 voor asvrij drooggewicht) is opnieuw de biomassa van de Zandkreek berekend. De totale biomassa verschilt niet van die in 1986. Dit bleek overeen te komen met de resultaten van een visuele vergelijking van foto's van 1986 en 1984.

De verdeling van de biomassa over de verschillende soorten bleek wel gewijzigd. Een sterke toename in de hoeveelheid biomassa in gemengde percelen is waarneembaar ten koste van de biomassa van met name groenwier, maar ook van bruin blaaswier en zeesla. De totale biomassa van zeegras als afzonderlijke soort is in de Zandkreek ongewijzigd. Bovenstaande komt overeen met bevindingen tijdens het veldwerk (DGW). De hoeveelheid zeegras is sterk uitgebreid met name in percelen waar voorheen uitsluitend groenwier stond. Dit heeft tot gevolg dat meer percelen een gemengde samenstelling hebben. De gevonden relatie tussen asvrij drooggewicht en drooggewicht met asrest verhoudt zich als 1 : 2.2. Dit komt niet overeen met de resultaten uit ander onderzoek van DGW en het DIHO, waar een verhouding van ongeveer 1 : 1.4 is gevonden. Mogelijke oorzaak voor dit verschil is het achterblijven van

zandresten, die bij drooggewichtbepalingen worden meegewogen, maar bij het asvrij drooggewicht worden geelimineerd. Dit pleit voor de bepaling van het asvrij drooggewicht bij biomassabemonstering.

Nu de relatie tussen bedekking en biomassa (ijklijn 1) definitief is vastgesteld kan vanaf heden worden volstaan met het schatten van de bedekking van de macroalgen in het veld en kunnen de arbeidsintensieve biomassabepalingen achterwege blijven. Dit levert een aanzienlijke besparing op van de hoeveelheid veld- (en laboratorium-) werk.

In 1988 zal met financiële ondersteuning vanuit de BCRS een onderzoek worden uitgevoerd naar de gebruiksmogelijkheden van vliegtuig-mss bij de biomassaschatting van macroalgen en zeegrassen. Ook de gebruiksmogelijkheden van Landsat TM satellietbeelden zullen zo mogelijk bij dit onderzoek worden betrokken.

In overleg met DGW zal aandacht worden besteed aan vereenvoudiging van de bestaande legenda.

1 INLEIDING

In opdracht van de Dienst Getijdewateren (DGW) is in 1986 een false colour fotovlucht uitgevoerd boven twee slikkengebieden in de Oosterschelde, de Zandkreek en de Krabbenkreek.

Doel is om van beide gebieden een kaartering en een biomassa-schatting van de macroalgen en zeegrassen uit te voeren overeenkomstig de eerder bij de Meetkundige Dienst ontwikkelde methode (zie Meulstee en van Stokkom, 1985; Meulstee, Nienhuis en van Stokkom, 1986).

In kort bestek ziet de ontwikkelde methode er als volgt uit (zie ook bijlage 1.1):

- Voor alle voorkomende soorten macroalgen en zeegrassen op de slikken in de Oosterschelde tesamen is een lineaire relatie gevonden tussen de (interne) bedekking en de (interne) biomassa van de gestoken monsters (elk binnen een frame van 20cm * 20cm, "ijklijn 1").
- Met behulp van deze (lineaire) relatie en de in het veld geschatte vegetatiebedekking in het omringende gebied (externe bedekking) kan de externe biomassa worden bepaald.
- Deze externe biomassa wordt vervolgens gerelateerd aan de bij elke monsterplaats horende luchtfotodensiteit, die bepaald is over een vergelijkbare oppervlakte met een doorsnede van enkele tientallen meters.
- De relatie tussen fotodensiteit (DV, zie eerdere publicaties) en de externe biomassa heeft eveneens een lineaire vorm en geldt voor alle voorkomende soorten ("ijklijn 2").
- Voor elk willekeurig homogeen geкарteerd perceel van dezelfde fotovlucht kan de gemiddelde biomassa worden geschat op basis van de op de foto gemeten DV-waarde van dat perceel en de genoemde ijklijn 2.
- Vermenigvuldiging met de perceeloppervlakte en sommatie over alle percelen levert de totale biomassa van het opgenomen en geкарteerde gebied.
- De computerprogrammatuur biedt de mogelijkheid om de totale biomassa onder te verdelen in 5 verschillende klassen (zeegras, groenwier, bruin blaaswier, zeesla en gemengde percelen).

Met de nieuwe in het veld verzamelde biomassagegevens is bij DGW (de Jong, 1988) de relatie tussen biomassa en bedekking aan nader onderzoek onderworpen waarbij het volgende is geconcludeerd:

- 1e het verband tussen biomassa en bedekking laat zich beter beschrijven door een logaritmische relatie dan door een lineaire.
- 2e niet alle soorten laten zich door één en dezelfde relatie beschrijven. Voor groenwier en zeegras zijn twee aparte relaties ("ijklijnen 1") gegeven. Tevens is een ijklijn gegeven voor gemengde percelen.
- 3e de relatie tussen biomassa en bedekking verandert niet in de loop van de tijd.

Het gevolg van bovenstaande aanpassingen voor de biomassa-schatting is bij de MD nader onderzocht. De vraagstelling hierbij luidde als volgt:

er vanuit gaande dat de relatie tussen biomassa en bedekking (ijklijn 1) voor groenwier en zeegras significant verschilt, verschilt dan de relatie tussen biomassa en de dichtheitsverhouding (ijklijn 2) en daarmee de totale biomassa ook? Met andere woorden: moet de biomassa worden berekend op basis van 1 "ijklijn 2" of op basis van verschillende relaties.

Zowel met de gegevens van 1986 als met die van 1984 is een onderzoek uitgevoerd naar de voor de praktijk meest geschikte methode voor biomassaschatting.

Voor een deel van het in 1984 opgenomen gebied (zie Meulstee en van Stokkom, 1985) is een biomassaschatting uitgevoerd met behulp van de herziene ijklijnen, die zijn gebaseerd op as-vrij drooggewichtbepalingen.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Data-acquisitie

Op 6 augustus 1986 zijn false colour luchtfoto's (Kodak 2443, schaal 1:10000, tijd 11.06-11.26 u) opgenomen van de Zandkreek en de Krabbenkreek, twee slikkengebieden in de Oosterschelde.

In de periode vlak na deze vlucht is door DGW in het gebied een veldbemonstering uitgevoerd. Verspreid over het gebied zijn op een aantal landmeetkundig ingemeten punten (de zgn. "permanente quadraten" of pq's) steeds drie biomassamsters (interne biomassa) gestoken. Binnen het bemonsteringsframe en van het omringende gebied zijn tevens de bedekkingspercentages (interne en externe bedekking) en de soortensamenstellingen bepaald.

De biomassa is op het laboratorium van DGW vastgesteld in grammen asvrij drooggewicht. Dit is het gewicht dat overblijft na droging en aftrek van de bij verbranding resterende as. Dit gewicht is dus een maat voor de hoeveelheid koolwaterstoffen in de planten.

2.2 Dataverwerking

Met de nieuwe (en oude) veldgegevens is de relatie tussen biomassa en bedekking nader onderzocht en definitief vastgesteld. Op basis van de nu beschikbare gegevens blijkt, dat de relatie voor groenwier afwijkt van die voor zeegras en dat bovendien een logaritmische relatie beter past dan een lineaire. In tabel zijn de resultaten hiervan samengevat.

Tabel 1: Relaties tussen biomassa (Y, asvrij drooggewicht g/.04m²) en bedekking (X, %) voor zeegras (ZG), groenwier (GW) en gemengde percelen.

$$\log Y = a + b * \log X$$

n = aantal punten

SOORT	a	b	sd a	sd b	corr	n
ZG	-1.205	.827	.023	.016	.906	556
GW	-1.690	.970	.029	.022	.900	467
MENG	-1.447	.909	.022	.016	.873	1000

Hierin is Y de biomassa in grammen asvrij drooggewicht per bemonsteringsframe (.2 * .2 m²) en X het bedekkingspercentage in procenten.

De verhouding tussen het (in 1984 bepaalde) drooggewicht en het asvrij drooggewicht bedraagt 1.4 : 1 (mond. med. D. de

Jong).

De luchtfoto-interpretatie vond plaats bij de MD op de in eerdere publicaties beschreven wijze.

Ten behoeve van de biomassaschatting zijn de monsterpunten op de luchtfoto geplot. Van elk monsterpunt is de fotodensiteit in triplo gemeten met een aan een HP86 computer gekoppelde MacBeth TD504 transmissiedensitometer. Uit de gemiddelde densiteit is per monsterpunt de zogenaamde "DV-waarde" berekend (DensiteitsVerhouding zie ook Meulstee en van Stokkom, 1985 en Meulstee, Nienhuis en van Stokkom, 1986). Deze DV-waarde wordt gebruikt bij het opstellen van ijklijn 2 (relatie biomassa-DV)
Een overzicht van de gebruikte programmatuur en datafiles staat in bijlage 7.

Op basis van de door DGW geleverde ijklijnen 1 (interne dekking-biomassa relaties) en de gemiddelde DV-waarden van de monsterpunten zijn een aantal ijklijnen 2 (DV-(externe) biomassa relaties) opgesteld op basis waarvan naar keuze de totale biomassa voor elke soort afzonderlijk of voor een combinatie van soorten kon worden berekend. Hiervoor is de bestaande programmatuur op de HP86 aangepast.

Binnen elk (homogeen) geкартеerd perceel zijn steeds een aantal densiteitsmetingen uitgevoerd op basis waarvan voor elk perceel de gemiddelde DV-waarde berekend kon worden. Door de DV-waarde via ijklijn 2 (de biomassa-DV relatie) te vertalen naar biomassa kan de gemiddelde biomassa per perceel worden berekend.

Met behulp van een aan een HP86 computer gekoppelde digitizer is voor elk geкартеerd perceel de totale oppervlakte berekend.

Vermenigvuldiging van de perceeloppervlakte met de gemiddelde biomassa levert de biomassa per perceel en sommatie daarvan de totale biomassa van het opgenomen gebied (Zandkreek en Krabbenkreek).

Om te toetsen of de verschillende ijklijnen per soort significant verschillende biomassa's opleveren is de biomassa voor de gegevens van de Zandkreek drie maal berekend met behulp van 3 verschillende ijklijnen 2, te weten die voor zee gras, groenwier en voor gemengde percelen.

Ook de Zandkreek gegevens van 1984 zijn op deze wijze (met dezelfde ijklijnen 1) behandeld om met behulp van dan vergelijkbare biomassagegevens (in asvrij drooggewicht) de methode te toetsen en na te gaan of de biomassa een verandering heeft ondergaan in de tussenliggende 2 jaar. Daartoe zijn ook de luchtfoto's van beide opnamedata visueel vergeleken.

3 RESULTATEN

3.1 Vaststellen ijklijnen

De door DGW geleverde relaties tussen biomassa en bedekking (ijklijn 1) zijn als uitgangspunt genomen voor het opstellen van de relatie tussen DV en biomassa (ijklijn 2) en verdere toetsing van de methode.

De gebruikte ijlijnen 1 staan in tabel 1. Gebleken is dat de ijklijnen 1 voor zeegras en groenwier significant verschillen (DGW, 1988, mond med). De ijklijn voor de gemengde percelen ligt tussen beide andere in.

Op basis van deze ijklijnen en de in het veld geschatte (en later op de foto gecontroleerde en waar nodig gecorrigeerde) externe bedekkingsgraad van een homogeen gebied is de externe biomassa voor elk monsterpunt berekend.

De relatie tussen deze externe biomassa en de fotodensiteitsverhouding (DV) op de monsterpunten (ijklijn 2) levert de basis voor de biomassaschatting.

IJKlijn 2 is opgesteld voor zeegras en groenwier afzonderlijk en voor gemengde percelen. Omdat geen gemengde monsterpunten voorkwamen mocht de gemengde ijklijn 1 feitelijk niet worden toegepast. IJKlijn 2 voor gemengde percelen is als volgt opgesteld. Voor de zeegras en groenwier monsters is afzonderlijk via de bijbehorende ijklijnen 1 de externe biomassa berekend. Deze externe biomassa's zijn samengevoegd in een nieuwe computerfile, waarmee de gecombineerde ijklijn 2 is opgesteld (bijlage 1.2). De resultaten voor de gegevens van 1986 staan in tabel 2 en bijlage 2.

Tabel 2: Relatie tussen biomassa (Y, gr/.04m²) en fotodensiteit (X) voor zeegras (ZG), groenwier (GW) en gemengde percelen (MENG) op basis van verschillende ijklijnen 1 (data 1986).

$$Y = c + d * X, r = \text{correlatiecoëfficiënt.}$$

n = aantal punten

ijkl 1	ijkl 2	c	d	sd c	sd d	r	n
ZG	ZG	1.881	6.083	.017	.125	.918	34
GW	GW	1.404	6.173	.051	.311	.910	19
MENG	MENG	1.547	5.726	.016	.110	.918	53
ZG/GW	MENG	1.781	6.739	.016	.110	.918	53

Uit tabel 2 blijkt dat de off-set (c) van ijklijn 2 voor zeegras en groenwier verschilt, maar de helling niet (de

2-sigma gebieden overlappen niet). Opvallend is de steilere helling voor de 4e (gemengde) ijklijn 2 in de tabel. Met de in 1984 opgenomen veld- en fotodata is dezelfde verwerking uitgevoerd, waarvan de resultaten worden weergegeven in tabel 3 en bijlage 3. Ook hier zijn de herziene ijklijnen 1 op basis van asvrij drooggewicht gebruikt, zodat beide sets vergelijkbare gegevens leveren.

Tabel 3: Relatie tussen biomassa (Y, gr/.04m²) en fotodensiteit (X) voor zeegras (ZG), groenwier (GW) en gemengde percelen (MENG) op basis van verschillende ijklijnen 1 (data 1984).

$Y = c + d * X$, r = correlatiecoëfficiënt.
n = aantal monsters

ijkl 1	ijkl 2	c	d	sd c	sd d	r	n
ZG	ZG	3.298	3.333	.081	.145	.913	24
GW	GW	1.897	1.658	.090	.106	.779	31
MENG	MENG	2.543	2.290	.051	.070	.851	55
ZG/GW	MENG	2.975	2.874	.057	.079	.883	55

Op basis van deze dataset verschillen zowel de off-set (c) als de helling (d) voor zeegras en groenwier. De ijklijn voor de gemengde percelen (4e in tabel) ligt daar tussenin.

De afwijkingen ten opzichte van de in 1986 opgenomen data worden veroorzaakt door verschillen in filmemulsie, ontwikkelprocedure en atmosferische omstandigheden. Opvallend is het feit dat het verschil tussen de ijklijn voor zeegras en groenwier niet voor beide opnamedata gelijk is.

3.2 Biomassaschatting

Op basis van de ijklijnen 2 voor zeegras, groenwier en gemengde percelen (4e ijklijn in tabellen) is de biomassa van de Zandkreek berekend. Deze biomassaschatting is uitgevoerd voor beide datasets (tabel 4 en 5, bijlagen 4 en 5).

Tabel 4: Biomassa (10^3 kg) van macroalgen en zeegrassen in de Zandkreek, gebaseerd op ijklijn 2 voor respectievelijk zeegras (ZG), groenwier (GW) en gemengde percelen (MENG) en data van 1986.

Uitsplitsing naar soorten:

1 = zeegras (*Zostera noltii* en *Z. marina*)

2 = bruin blaaswier (*Fucus vesiculosus*)

3 = groenwier (*Enteromorpha*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*)

4 = zeesla (*Ulva* sp.)

5 = gemengde percelen

Totale oppervlakte 288 ha.

Ijkl 2	ZG		GW		MENG	
	BIOM	SD	BIOM	SD	BIOM	SD
1	48.5*	1.0	35.7	1.6	44.7	1.1
2	6.5	.3	4.1	.3	5.7	.3
3	3.2	.2	1.7**	.2	2.6	.2
4	2.2	.2	1.5	.2	1.9	.2
5	31.2	1.4	19.5	1.5	26.9	1.4
TOTAAL	91.6	2.1	62.3	2.7	81.8	2.0

Tabel 5: Biomassa (10^3 kg) van macroalgen en zeegrassen in de Zandkreek, gebaseerd op ijklijn 2 voor respectievelijk zeegras (ZG), groenwier (GW) en gemengde percelen (MENG) en data van 1984.

Uitsplitsing naar soorten:

1 = zeegras (*Zostera noltii* en *Z. marina*)

2 = bruin blaaswier (*Fucus vesiculosus*)

3 = groenwier (*Enteromorpha*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*)

4 = zeesla (*Ulva* sp.)

5 = gemengde percelen

Totale oppervlakte 291 ha.

Ijkl 2	ZG		GW		MENG	
	BIOM	SD	BIOM	SD	BIOM	SD
1	47.0*	2.2	30.7	2.2	44.3	.9
2	25.6	3.0	19.9	2.4	25.7	1.6
3	9.7	.7	6.8**	.6	9.3	.3
4	8.2	.7	6.0	.6	8.1	.3
5	1.3	.2	1.0	.1	1.3	.1
TOTAAL	91.8	6.2	64.3	5.7	88.7	2.4

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat de totale biomassa op basis van de drie verschillende ijklijnen significant verschillend is. Feitelijk mag dit vergelijk niet worden gemaakt, omdat de groenwierbiomassa is berekend met de zeegras-ijklijn en andersom.

De biomassa van zeegras (nr 1, *) op basis van de ijklijn 2 voor zeegras blijkt voor beide datasets niet significant te verschillen van de biomassa op basis van de gemengde ijklijn 2. De biomassa van groenwier is op basis van de "eigen" ijklijn 2 (**) lager dan die op basis van de gemengde ijklijn 2. Deze soort komt in de praktijk echter relatief weinig voor in ongemengde percelen en het gebruik van een aparte ijklijn voor groenwier is daarmee van ondergeschikt belang.

Uit de tabellen 4 en 5 kunnen ook veranderingen in de biomassa worden afgeleid. De totale biomassa in 1986 is ongeveer gelijk aan die in 1984. Het (geringe) verschil in totale oppervlakte wordt deels veroorzaakt door de heersende waterstand, die bepaalt hoe groot het droogvallende gebied is.

Op basis van visuele vergelijking van de luchtfoto's van de Zandkreek van 1984 en 1986 blijkt, dat plaatselijk wel enige toe- en afname in bedekking kan worden waargenomen, maar dat over het geheel genomen de totale biomassa niet sterk gewij-

zigd lijkt te zijn. Dit komt dus overeen met de resultaten van de kwantitatieve biomassaschatting. De totale gemiddelde biomassa voor 1986 en 1984 bedraagt (met gebruikmaking van de gemengde ijklijn 2) respectievelijk 280 en 300 kg per hectare. Dit is een gemiddelde biomassa van 1.2 g/.04 m² van een bemonsteringsframe en ligt in dezelfde ordegrrootte als de biomassa van de monsters.

Op basis van het bovenstaande en onder de voorwaarde dat de te hanteren methode vooral een praktische betekenis moet hebben is gekozen voor het gebruik van een gemengde ijklijn 2, die gebaseerd is op de ijklijnen 1 van de afzonderlijke soorten.

Op basis van deze lijn is ook de biomassa van de Krabbenkreek voor 1986 geschat (tabel 6 en bijlage 6)

Tabel 6: Biomassa van de Krabbenkreek (1986) op basis van de gemengde ijklijn 2, uitgesplitst naar soorten.

- 1 = zeegras (*Zostera noltii* en *Z. marina*)
 - 2 = bruin blaaswier (*Fucus vesiculosus*)
 - 3 = groenwier (*Enteromorpha*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*)
 - 4 = zeesla (*Ulva* sp.)
 - 5 = gemengde percelen
- Totale oppervlakte 205 ha.

SOORT	BIOM	SD
1	17.5	.5
2	1.5	.1
3	12.1	.4
4	0	0
5	13.7	1.4
TOTAAL	44.8	1.8

In 1984 is de Krabbenkreek niet opgenomen, hetgeen vergelijking van de biomassa in de tijd onmogelijk maakt.

4 CONCLUSIES/DISCUSSIE

- De in 1984 ontwikkelde methode voor biomassaschatting van macroalgen en zeegrassen blijft gehandhaafd, met dien verstande dat de externe biomassa voor groenwier en zee-gras wordt berekend op basis van een verschillende relatie tussen (interne) bedekking en (interne) biomassa (ijklijn 1).
- De totale biomassa voor de Zandkreek en de Krabbenkreek bedraagt op basis van data van 1986 respectievelijk 82 en 45 ton asvrij drooggewicht. Dit komt overeen met een gemiddelde biomassa van 280 kg/ha voor de Zandkreek en 220 kg/ha voor de Krabbenkreek.
- De met de herziene ijklijnen 1 berekende biomassa van de Zandkreek in 1984 bedraagt 89 ton asvrij drooggewicht, overeenkomend met een gemiddelde biomassa van 300 kg/ha.
- Omdat de relatie tussen biomassa en bedekking vaststaat, is het vanaf heden niet meer noodzakelijk om een arbeids-intensieve biomassabemonstering uit te voeren in het veld, maar kan worden volstaan met de schatting van de (externe) bedekking in een aantal (homogene) percelen. Deze punten dienen wel door een meetploeg landmeetkundig te worden ingemeten, zodat ze later op de foto kunnen worden teruggevonden. Dit levert een aanmerkelijke besparing van de hoeveelheid veld- en laboratoriumwerk. In principe is het zelfs mogelijk om op basis van de luchtfoto's de bedekking van de vegetatie te schatten. Hiermee moet echter zeer voorzichtig te werk worden gegaan. Het risico bestaat dat door alle informatie van de foto te halen de "voeling" met het veld langzaam verdwijnt.

ijklijn 1

- De relatie tussen biomassa en bedekking blijkt zich wat beter te laten beschrijven door een logaritmische dan door een lineaire vergelijking (DGW, 1988). De coëfficiënten wijken echter bij de vergelijkingen voor zeegras en gemengde monsters niet ver af van 1. De vergelijkingen zijn dus bijna lineair.
- De in eerste instantie door DGW geleverde lineaire ijklijnen op basis van data van 1986 hadden de volgende lijnvergelijkingen:
 - groenwier : biomassa (asvrij g/.04m²) = .023 * bedekking
 - zeegras : biomassa (asvrij g/.04m²) = .033 * bedekking
 - alle soorten: biomassa (asvrij g/.04m²) = .025 * bedekkingOp basis van data van 1984 van het DIHO is bij de MD de volgende relatie gevonden:
 - alle soorten: biomassa (droog g/.04m²) = .056 * bedekking.In 1984 is van alle monsters het drooggewicht van de monsters bepaald en in 1986 het asvrij drooggewicht. Beide waarden zouden volgens gegevens van DGW een factor 1.4 verschillen. Bovenstaande gegevens leveren een verschil van een factor 2.2.
Uit overleg met DGW hierover is gebleken dat dit grotere

verschil mogelijk veroorzaakt is doordat bij spoeling van de monsters enige zandresten zijn achtergebleven. Deze zandresten worden bij het gewone drooggewicht meegewogen, maar bij bepaling van het asvrij drooggewicht geelimineerd. Na oogst wordt het gewone drooggewicht bepaald na droging. Het plantmateriaal bevat dan naast koolwaterstoffen ook nog een asrest en mogelijk zandresten. Het asvrij drooggewicht is gedefinieerd als het verschil tussen gewoon drooggewicht en de bij verassing overblijvende resten. Als zich veel zand tussen de geoogste (en gespoelde) planten bevindt is de drooggewicht waarde en daarmee het verschil tussen drooggewicht en asvrij drooggewicht te hoog.

Bovenstaande pleit voor het gebruik van asvrij-drooggewicht gegevens.

- De relatie biomassa bedekking voor zeesla blijkt niet af te wijken van die voor groenwier. Voor bruin blaaswier wijkt deze relatie wel sterk af, maar uit eerder onderzoek is gebleken dat deze soort zich in ijklijn 2, de relatie tussen fotodensiteit en biomassa niet afwijkend gedraagt.

ijklijn 2

- Op basis van data van 1986 blijkt ijklijn 2 voor zeegras en groenwier zich alleen voor wat betreft de offset anders te gedragen. In het algemeen liggen de groenwierdata onderin de grafiek en de zeegrasmonsters bovenin. De gemengde ijklijn loopt iets steiler en ligt aan de onderkant van de grafiek dicht bij de groenwier ijklijn en bovenin dicht bij de zeegras ijklijn (zie schematische voorstelling fig 1).

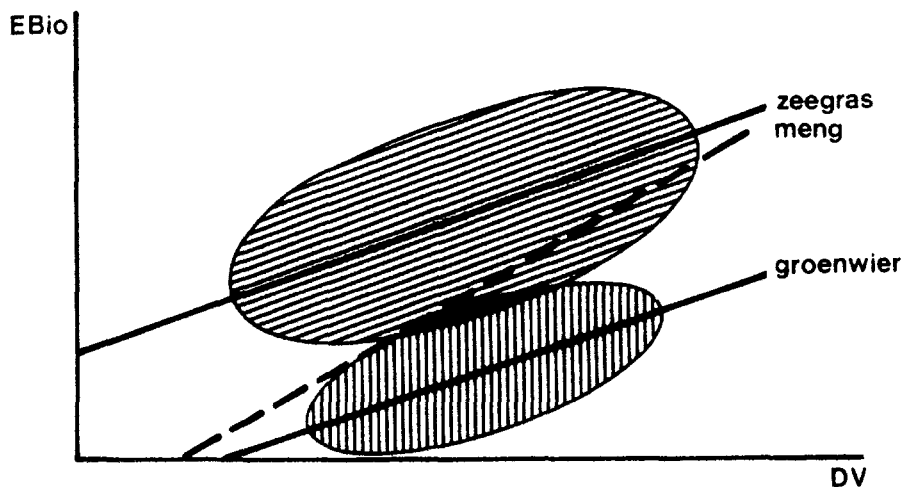


Fig. 1 : Ligging monsterpunten 1986.

- Op basis van de 1984-data verschillen zowel helling als off-set van de zeegras en groenwier ijklijn (fig 2).

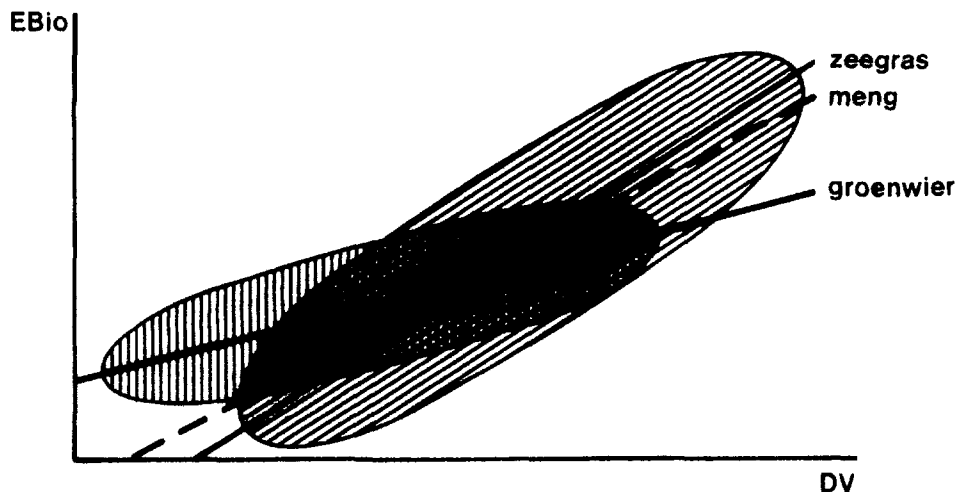


Fig. 2 : Ligging monsterpunten 1984.

Opmerkelijk bij deze dataset is dat als voor zeegras en groenwier dezelfde ijklijn 1 wordt gebruikt, ook ijklijn 2 niet blijkt te verschillen. Dit is bij de 1986 data niet het geval. Omdat in 1984 gebruik is gemaakt van 1 gemengde ijklijn 1 was het op basis van de toen bestaande data gerechtvaardigd om gebruik te maken van 1 ijklijn 2.

- Toch is ook op basis van de data van 1986 gekozen voor het gebruik van een gemengde relatie tussen fotodensiteit en biomassa voor alle voorkomende soorten. Dit om de volgende redenen:

1e door de steilere helling van de gemengde ijklijn 2 wordt aan beide afzonderlijke ijklijnen enigszins tegemoet gekomen, doordat deze bij lagere bedekking wat dichterbij de groenwier ijklijn loopt en bij hogere bedekking dichterbij de zeegras ijklijn. Dit komt overeen met de ligging van beide soorten in de grafiek.

2e De praktische bruikbaarheid van de methode is van groot belang. Rekening moet gehouden worden dat de methoden nooit een exacte biomassa van de Oosterschelde kan leveren, maar wel duidelijk een schatting, zeker wanneer het veranderingen betreft. De nauwkeurigheid ligt ver boven die van een steekproefsgewijze veldbemonstering.

Het jaar op jaar hanteren van dezelfde methodiek is voor het monitoren van veranderingen van groter belang dan het leveren van exacte biomassacijfers, die onderling over de jaren niet vergelijkbaar zijn.

biomassa

- De totale biomassa in de Zandkreek in 1984 en 1986 is vrijwel gelijk gebleven volgens de gehanteerde (vernieuwde) methode van biomassaschatting. Visuele vergelijking van beide sets luchtfoto's leveren een overeenkomstig resultaat.
Plaatselijk zijn wel enige toe- en afnames waar te nemen, maar over het geheel genomen lijkt de totale biomassa op het oog niet sterk veranderd.
- De verdeling van de biomassa over de diverse soorten heeft wel een duidelijke verandering ondergaan. Een sterke toename van de hoeveelheid biomassa van gemengde percelen is opgetreden ten koste van de biomassa van vooral groenwier, maar ook van zeesla en bruinwier. De biomassa van zeegras als afzonderlijke soort is niet veranderd. Volgens gegevens van DGW (mond. med. D. de Jong) klopt dit met de werkelijkheid: in de afgelopen jaren is de hoeveelheid zeegras toegenomen, vooral in percelen waar oorspronkelijk groenwier stond. Dit leidt tot een toename van gemengde (zeegras-groenwier) percelen.
Een andere mogelijke oorzaak voor het bovenstaande zou kunnen zijn het verschil in interpretatie van de foto's. In 1986 is de interpretatie door andere medewerkers uitgevoerd dan in 1984. Gezien de ervaringen van DGW lijkt echter de eerste mogelijkheid het meest voor de hand te liggen.

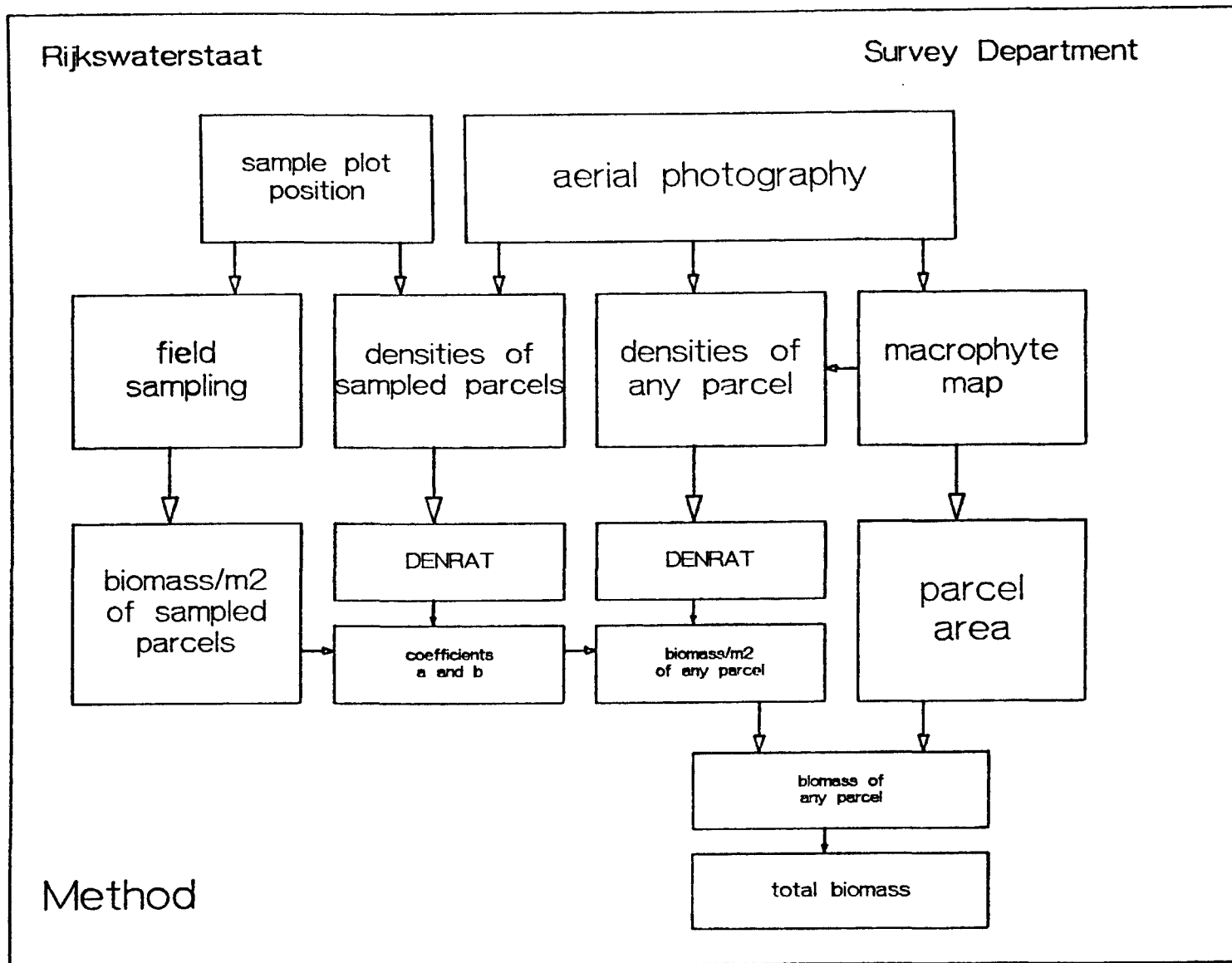
verder onderzoek

- De methode op basis van luchtfotografie is volledig operationeel.
Een besparing op de hoeveelheid verwerkingstijd, met name op de dichtheits- en oppervlaktemetingen is echter gewenst. Daartoe is voor 1988 met ondersteuning van de BCRS (BeleidsCommissie Remote Sensing) een project gedefinieerd om de mogelijkheden voor een meer geautomatiseerde biomassaschatting te onderzoeken. Daartoe worden de Zandkreek en een gedeelte van de Galgeplaat simultaan opgenomen op luchtfoto's en met een multi spectrale scanner. Door middel van deze scanning worden de gegevens meteen digitaal opgeslagen op magneetband. Verwerking van de data vindt vervolgens plaats op het beeldverwerkings-systeem van de Meetkundige Dienst.
Bij aanwezigheid van een geschikte opname van de Oosterschelde (wolkenvrij, laag water) zullen ook de gebruiksmogelijkheden van Landsat TM satellietbeelden bij de biomassaschatting en kaartering van macroalgen en zeegrassen worden onderzocht.
- In een overleg tussen de Meetkundige Dienst (afd. Foto-interpretatie en afd Remote sensing) en DGW zal worden nagegaan of een vereenvoudiging aangebracht kan worden in de tot nu toe gehanteerde legenda. Voorwaarden voor de nieuwe legenda zijn:
+ vergelijkbaarheid met de oude legenda. Dit om te voorko-

- men dat gegevens van de afgelopen jaren niet meer vergeleken kunnen worden met nieuwe kaarten.
- + zodanige opbouw, dat de programmatuur voor biomassa-schatting zo weinig mogelijk aanpassing behoeft.
 - + verhoging directe leesbaarheid van de kaart.

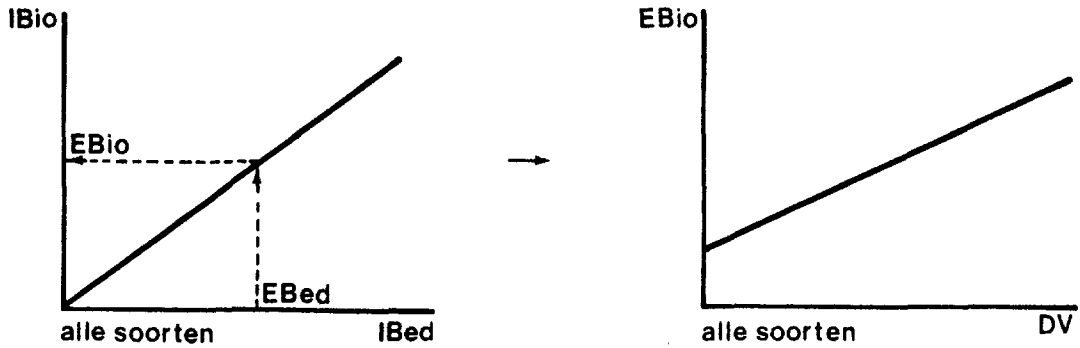
Christina Meulstee
augustus 1988

Bijlage 1.1: Schematische weergave methode biomassaschatting wieren en zeegrassen.

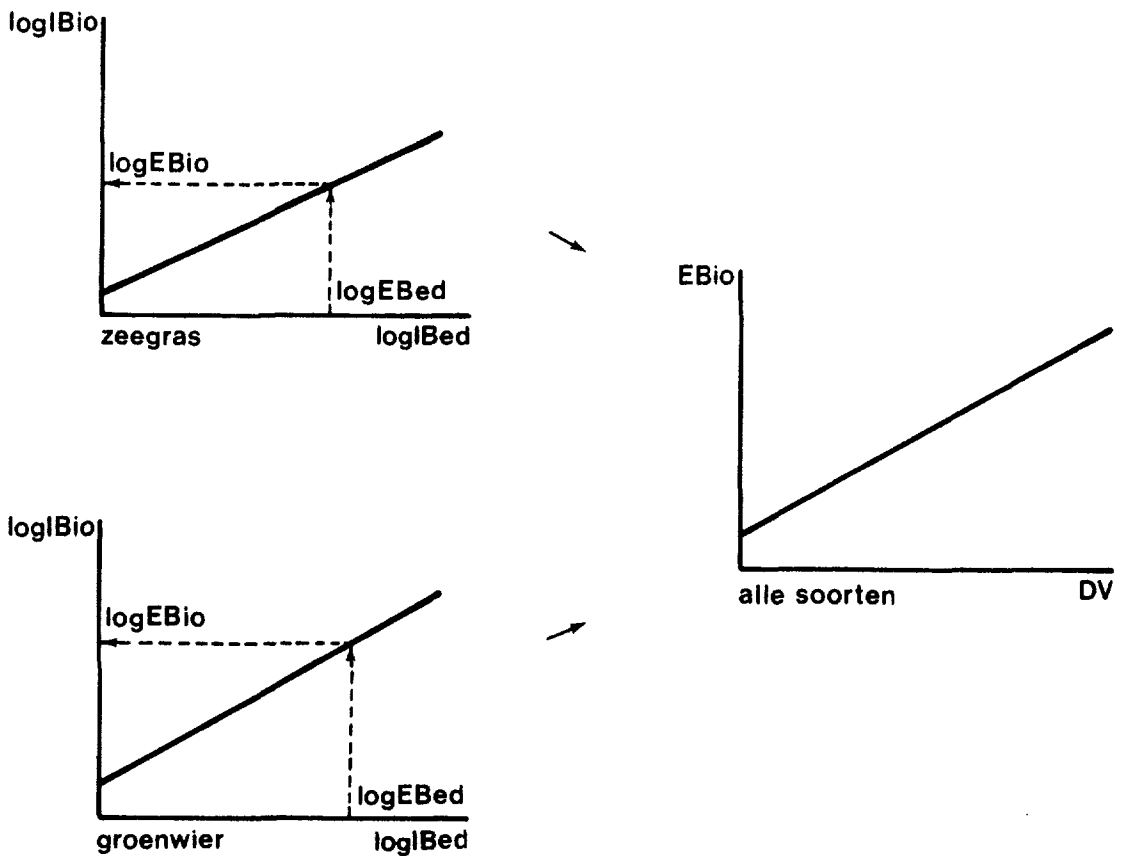


Bijlage 1.2: Methode ijklijnbepaling 1984 en 1986.
 IBio = interne biomassa bemonsteringsframe
 EBio = externe biomassa perceel
 IBed = interne bedekking bemonsteringsframe
 EBed = externe bedekking perceel
 DV = densiteitsverhouding

1984

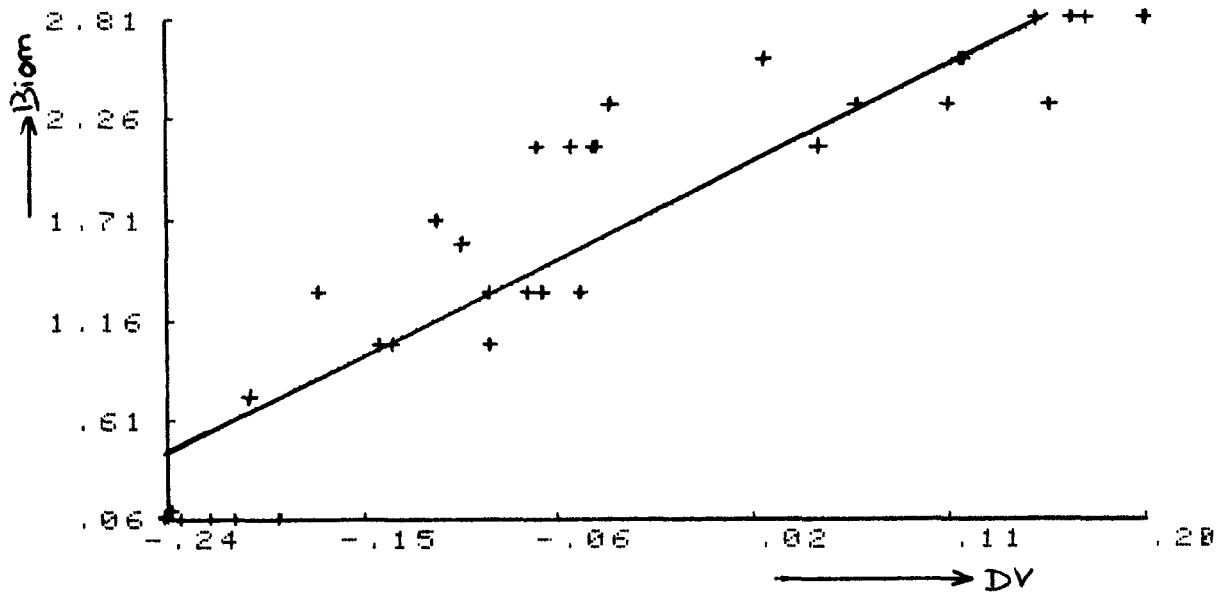


1986

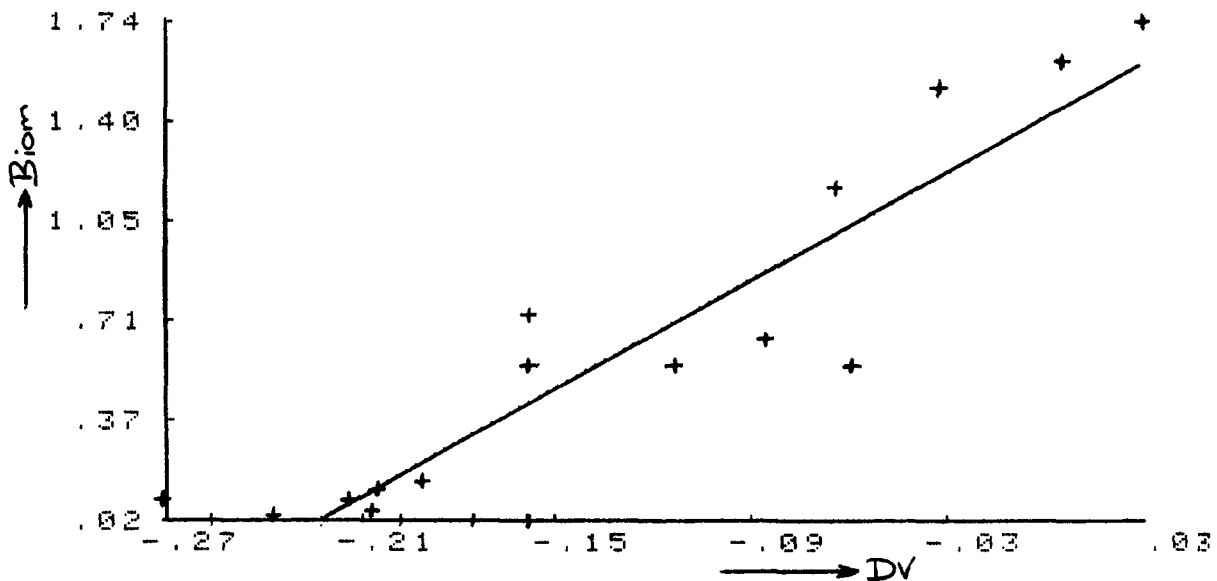


Bijlage 2: Relatie biomassa (gr/.04 m2)- fotodensiteit (DV) 1986.
 a = zeegras, b = groenwier, c = meng, d = meng op basis van afz. zeegras en groenwier ijklijn.

A : 1.881E+000 SIG(A) : 1.724E-002
 B : 6.083E+000 SIG(B) : 1.252E-001
 COR(A,B) : .124
 R : .918
 E : 4.316E+002

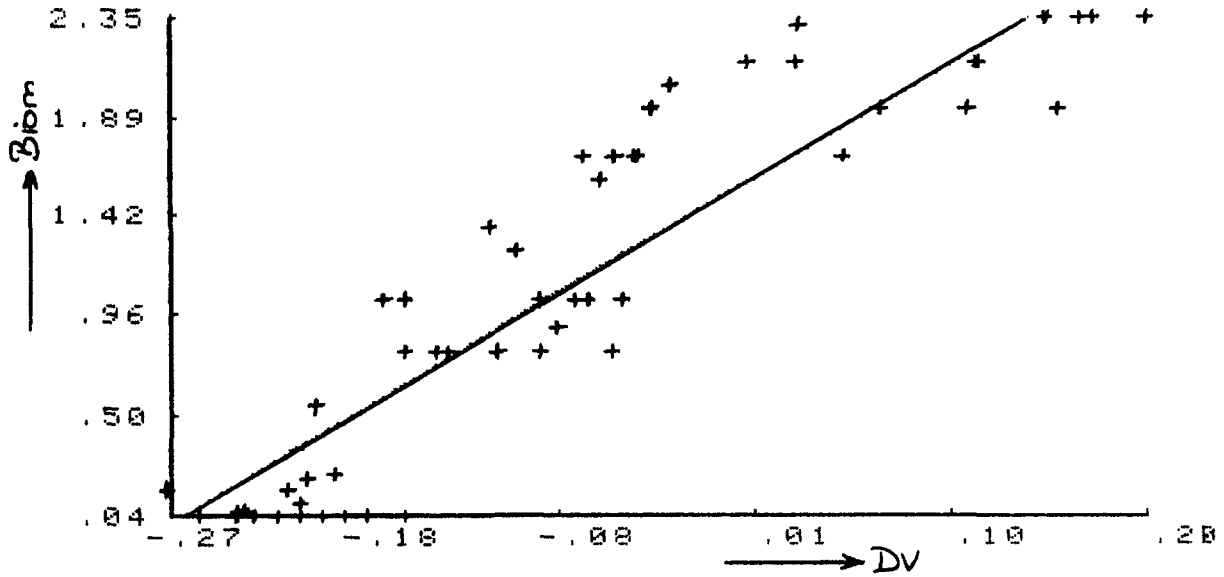
a

A : 1.404E+000 SIG(A) : 5.069E-002
 B : 6.173E+000 SIG(B) : 3.107E-001
 COR(A,B) : .842
 R : .910
 E : 7.641E+001

b

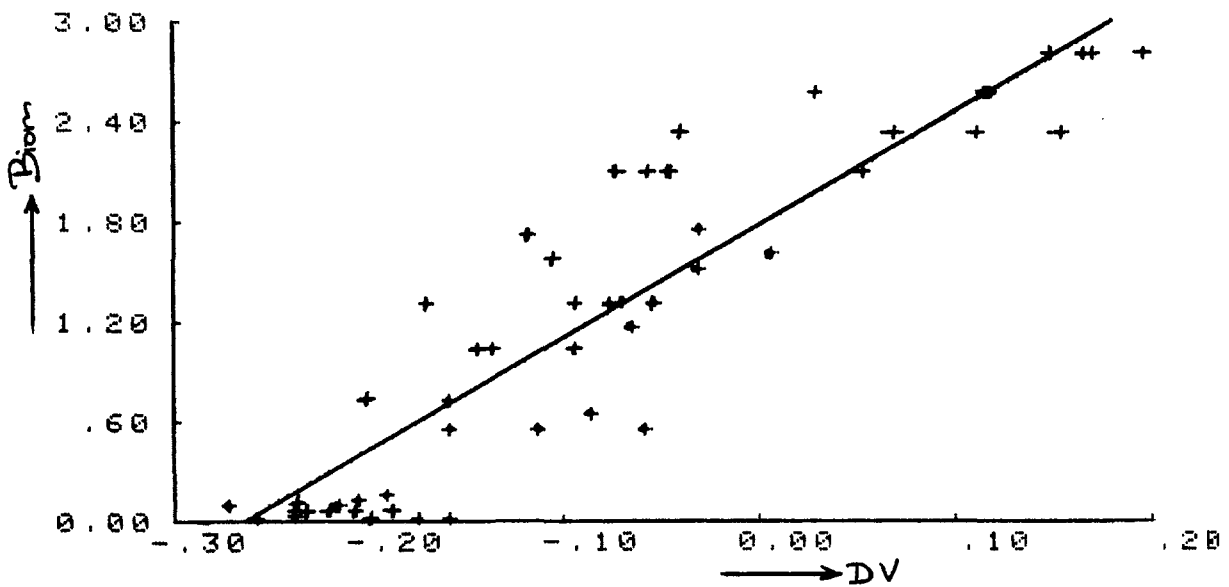
A : 1.547E+000 SIG(A) : 1.617E-002
B : 5.726E+000 SIG(B) : 1.100E-001
COR(A,B) : .412
R : .918
E : 4.977E+002

c



A : 1.781E+000 SIG(A) : 1.591E-002
B : 6.739E+000 SIG(B) : 1.097E-001
COR(A,B) : .339
R : .918
E : 6.522E+002

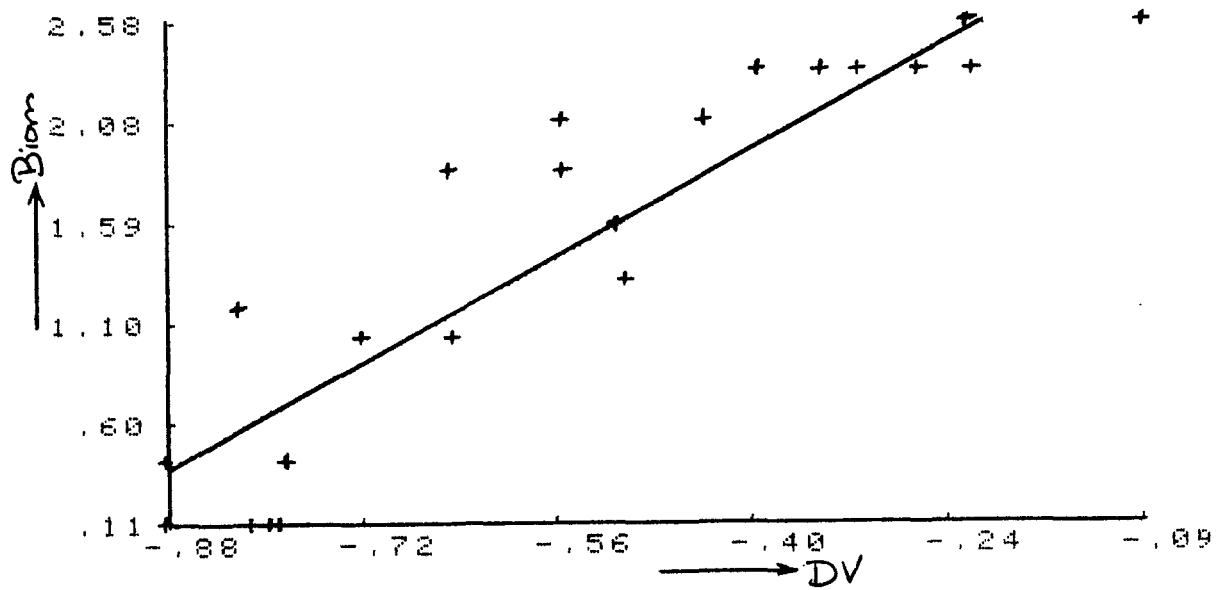
d



Bijlage 3: Relatie biomassa (gr/.04 m2)- fotodensiteit (DV) 1984.
 a = zeegras, b = groenwier, c = meng, d = meng op basis van afz. zeegras en groenwier ijklijn.

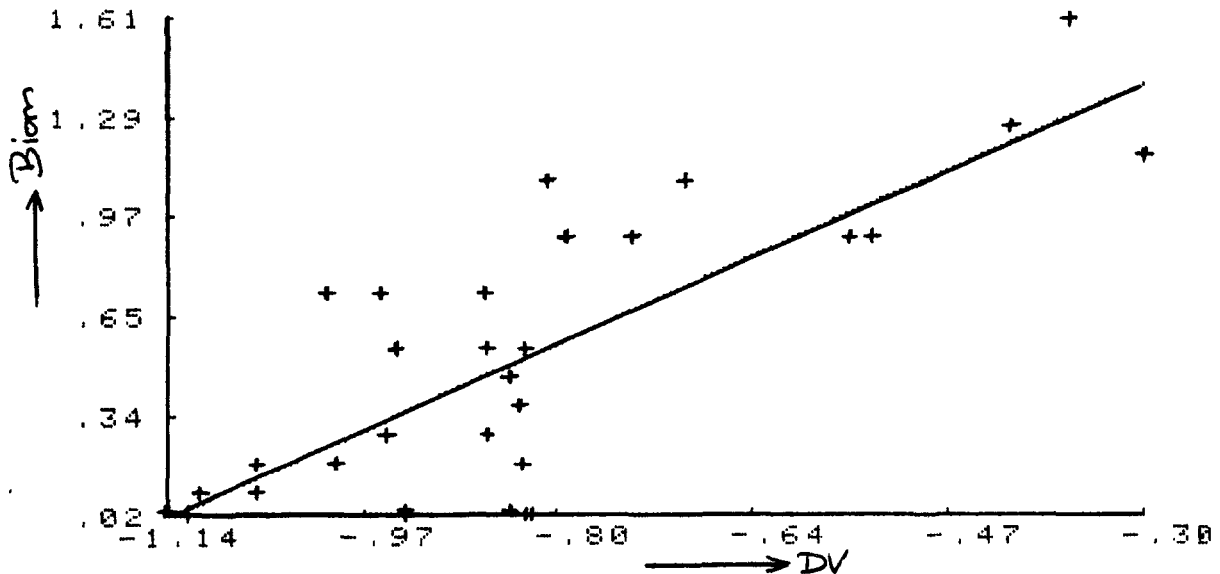
A : 3.298E+000 SIG(A) : 8.125E-002
 B : 3.333E+000 SIG(B) : 1.450E-001
 CDR(A,B) : .906
 R : .913
 E : 1.023E+002

a



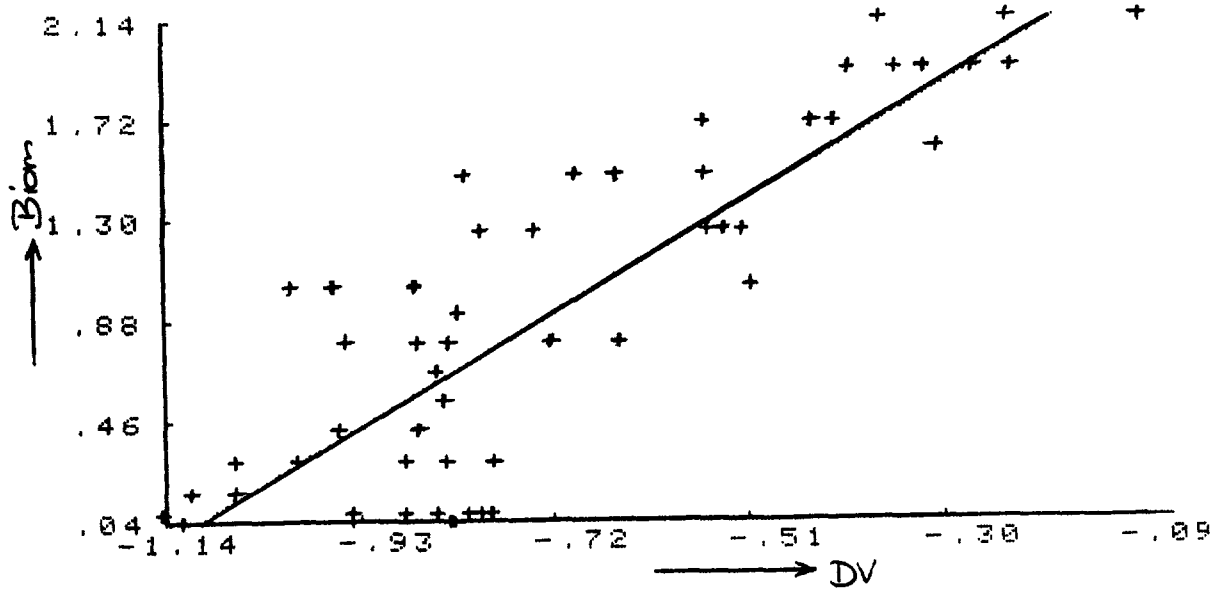
A : 1.897E+000 SIG(A) : 9.036E-002
 B : 1.658E+000 SIG(B) : 1.063E-001
 CDR(A,B) : .968
 R : .779
 E : 1.478E+002

b



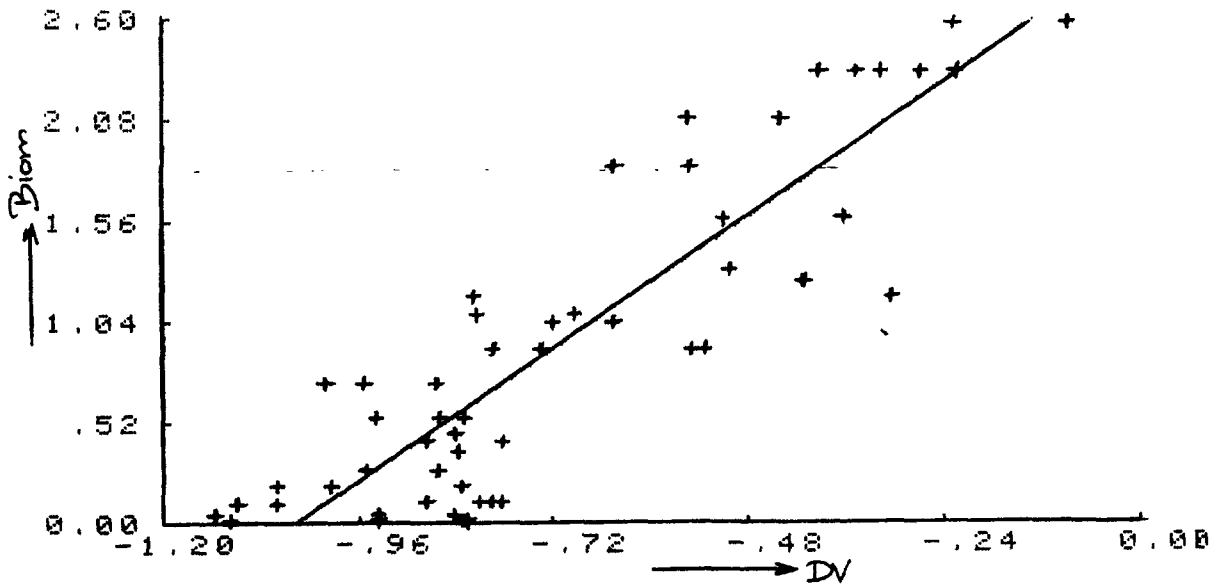
A : 2.543E+000 SIG(A) : 5.123E-002
 B : 2.285E+000 SIG(B) : 7.009E-002
 COR(A,B) : .929
 R : .851
 E : 3.589E+002

c



A : 2.975E+000 SIG(A) : 5.754E-002
 B : 2.874E+000 SIG(B) : 7.959E-002
 COR(A,B) : .925
 R : .883
 E : 3.011E+002

d



Bijlage 4: Biomassa Zandkreek 1986 (kg). De oppervlakte wordt weergegevens in m2. De biomassa is onderverdeeld in soorten:
1 = zee gras; 2 = bruin blaaswier
3 = groenwier; 4 = zeesla
5 = gemengd; 6 = kaal perceel

PERCEEL	BIDM./EH.	OPPERVL.	BIDM./OPP.	K	OPP.	BIDM	S.D.
128	.041	27176	1104.531	6140	.075	29207	2119.409
215	.032	12633	405.652	6340	.060	19310	1159.411
703	.037	6350	238.351	6405	.066	38658	2562.062
421	0.000	27035	0.000	6502	.036	7888	260.942
506	0.000	13438	0.000	6603	.055	34779	1918.384
609	.041	1398	57.438	6701	.014	14853	205.675
804	.042	9381	386.406	6905	.045	5002	222.748
936	.021	22933	481.912	7045	.025	33602	852.385
1015	.017	37351	630.672	7101	0.000	21889	0.000
1221	0.000	250582	0.000	7225	0.000	17474	291.191
1316	.023	18577	429.942	7351	.066	129994	0.000
1439	.066	29102	1077.684	7410	.066	5910	388.277
1536	.033	7129	238.128	7615	.016	5149	84.767
1602	.021	28519	590.101	7791	.012	18132	269.757
1712	.031	14289	447.190	7823	.010	5664	58.998
1811	.054	75565	4081.281	7976	.024	23675	547.507
1912	.041	18850	764.332	8017	.019	2334	45.265
2036	.016	15440	244.150	8101	.017	38902	645.671
2104	.040	4087	164.267	8204	.052	98120	5118.520
2235	.013	6648	84.505	8302	.035	11938	421.450
2303	.019	16803	325.859	8402	.038	11938	170.564
2404	.070	42097	2926.756	8536	.015	18653	279.299
2528	.068	1419	96.812	8601	.026	8701	5696
2633	.029	39804	1166.806	8701	.024	102125	2485.169
2731	.007	26530	266.793	8843	.024	8922	379.275
2812	.024	18789	448.693	8922	.068	1178	79.746
2940	.049	37107	1822.320	9009	.064	9324	592.390
3036	.006	13936	85.363	9233	.022	46182	1029.231
3140	.048	10255	495.882	9406	.051	17810	907.476
3201	0.000	13152	0.000	9506	.041	3084	125.792
3303	.037	17003	637.205	9824	.015	16141	237.161
3441	.040	26683	1069.039	9924	.020	19330	391.622
3542	.068	31125	2117.334	TOTAL		2875129	81829.093
3602	.022	7343	160.211	SIG(TBOP)			2044.035
3710	.027	62663	1716.705				
3805	.067	11747	784.234				
3903	.028	3821	109.101				
4006	.030	5125	156.199				
4133	.062	5756	359.139				
4221	.006	9404	57.561				
4325	0.000	16643	0.000	1	1239552.926	44671.950	1093.055
4444	.032	359959	11466.552	2	216952.216	5705.170	291.257
4506	.022	75047	1652.854	3	131849.914	2611.486	173.695
4609	.050	18928	938.872	4	80093.036	1948.028	182.874
4706	.036	2496	90.075	5	1207681.268	26892.459	1429.340
4833	.025	23155	572.328	6	0.000	0.000	0.000
4932	.035	17952	629.275				
5004	.054	4717	254.437				
5332	.010	36145	364.544				
5401	.026	6231	164.763				
5505	.075	137148	10234.662				
5607	.034	37976	1948.028				
5723	0.000	22117	0.000				
5806	.017	21354	342.558				
5915	0.000	7377	0.000				
6028	.042	39076	1636.462				

Bijlage 5: Biomassa Zandkreek 1984 (kg). De oppervlakte wordt weergegevens in m2.

De biomassa is onderverdeeld in soorten:

- 1 = zeegras; 2 = bruin blaaswier
- 3 = groenwier; 4 = zeesla
- 5 = gemengd; 6 = kaal perceel

PERCEEL	BIDM./EH.	OPPERVL.	BIDM./KOPP.	TOTAAL	SIG(TBOP)	OPP.	BIDM	S.D.
39106	.018	45425	795.859	2914691			88659.697	
39208	.042	35929	1502.502				2441.693	
39398	.029	35871	1043.523					
39407	1.020	35709	203.535					
39503	.039	46325	1791.791					
39612	.043	36225	1542.377					
39713	.042	46426	1755.199					
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 39800								
39910	.037	45320	1681.867		1	1140312.000	44281.485	929.703
40007	.020	45200	915.094		2	1114399.000	25697.425	1567.244
40111	.048	46226	2215.846		3	311957.000	9349.149	297.526
40217	.042	46300	1734.942		4	296223.000	8052.805	274.894
40319	.059	46015	2707.304		5	51800.000	1318.823	100.772
40422	.024	45924	1104.028		6	0.000	0.000	0.000
40517	.036	51024	1831.392					
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 40600								
40701	.028	51015	1466.486					
40824	.021	51129	1068.988					
40912	.040	51224	2032.177					
41003	.036	51406	1858.490					
41202	.026	72400	1908.419					
41323	.025	51800	1318.823					
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 41400								
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 41500								
41622	.018	52024	960.818					
41705	.058	52815	3064.882					
41805	.063	52224	3270.669					
42005	.057	53326	2984.227					
42106	.026	52716	1363.711					
42203	.040	52700	2106.186					
42303	.041	52600	2147.592					
42401	.021	52400	1101.270					
42502	.032	52500	1699.784					
42621	.028	53100	1509.917					
42703	.036	53000	1896.607					
42803	.040	72624	2876.181					
43003	.038	72624	2761.383					
43106	.021	72624	15286.827					
43222	.019	38915	729.813					
43308	.027	39015	1072.107					
43405	.053	47115	2501.590					
43504	.029	38726	1119.644					
43605	.039	34615	1332.633					
43807	.020	34717	703.511					
43908	.039	34815	1351.854					
44107	.022	35016	760.686					
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 44200								
44321	.021	34917	744.106					
44406	.020	72325	1413.432					
44724	.023	35424	807.970					
Densiteit ontbreekt bij PERCEEL : 44800								
44915	.027	45425	1226.474					

Bijlage 7: Bij de biomassaschatting gebruikte programma-
tuur en datafiles.

De densiteits- en oppervlaktemetingen zijn uitgevoerd met de eerder ontwikkelde, onveranderde programmatuur. Voor documentatie totale programmatuur zie Meulstee en van Stokkom, 1985 en documentatiemap afdeling lksr.

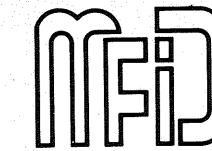
Berekening ijklijnen:

Het programma VELDPROG is aangepast voor de logaritmische functie.

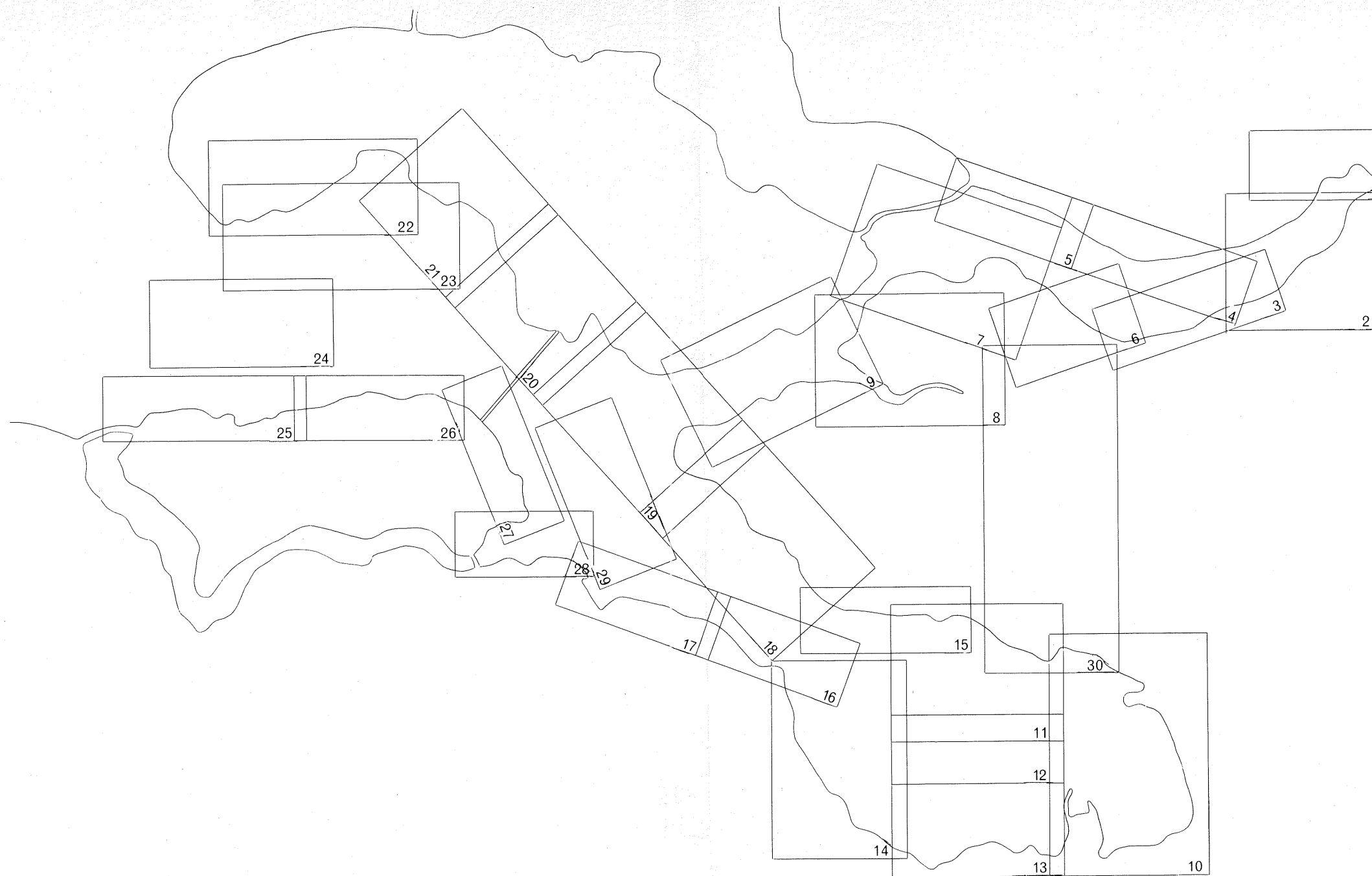
programma	VELDPRG9 SIMREG86 en SIMREG84
datafiles 1986	DENMONGE (gem. densiteiten monsters) VELDMONGE (veldgegevens monsters)
datafiles 1984	STAT20ALL (gem. densiteiten monsters) VELDDIHO84 (veldgegevens monsters)

Biomassaberekening:

programma	DEFOPDE1(1986)
datafiles 1986	DENZANGE (densiteiten percelen Zandkreek) DENKRAGE (" " " " Krabbenkreek)
datafiles 1984	DIDAGE (oppervlaktegegevens) OPPJUL88 (oppervlaktegegevens) 28PODEN (densiteiten percelen Zandkreek)



Macro-algenkartering 1986



Opmerking :

- 1 Het eenheidnummer is als volgt opgebouwd.
De eerste 3 cijfers hebben betrekking op het perceelnummer en de laatste 2 cijfers hebben betrekking op bedekking en soort.
- 2 Groenwier kan bestaan uit: Chaetomorpha, Enteromorpha en Cladophora.

Legenda.

01	5	—	20%	bedekking met Zostera.
02	20	—	40%	bedekking met Zostera.
03	40	—	60%	bedekking met Zostera.
04	60	—	80%	bedekking met Zostera.
05	80	—	100%	bedekking met Zostera.
06	5	—	20%	bedekking met Fucus.
07	5	—	20%	bedekking met Ulva.
08	20	—	40%	bedekking met Ulva.
09	20	—	40%	bedekking met Fucus.
10	60	—	80%	bedekking met \pm 50% Zostera en \pm 20% groenwier.
11	60	—	80%	bedekking met \pm 50% Zostera en \pm 30% groenwier.
12	40	—	60%	bedekking met \pm 40% Zostera en \pm 20% groenwier.
13	80	—	100%	bedekking met \pm 25% Zostera en \pm 75% groenwier.
14	20	—	40%	bedekking met \pm 5% Zostera en \pm 35% groenwier.
15	5	—	20%	bedekking met groenwier.
16	20	—	40%	bedekking met groenwier.
17	40	—	60%	bedekking met groenwier.
18	60	—	80%	bedekking met groenwier.
19	40	—	60%	bedekking met Fucus.
20	80	—	100%	bedekking met groenwier.
21	0	—	5%	bedekking met Zostera.
22	0	—	5%	bedekking met Fucus.
23	0	—	5%	bedekking met Ulva.
24	0	—	5%	bedekking met groenwier.
25	0	—	5%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
26	5	—	20%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
27	20	—	40%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
28	40	—	60%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
29	0	—	5%	bedekking met Fucus en groenwier.
30	40	—	60%	bedekking met Fucus en groenwier.
31	0	—	5%	bedekking met Fucus en Ulva.
32	20	—	40%	bedekking met Fucus en groenwier.
33	5	—	20%	bedekking met Fucus en Ulva.
34	5	—	20%	bedekking met Fucus en groenwier.
35	5	—	20%	bedekking met Zostera en groenwier.
36	20	—	40%	bedekking met \pm 20% Zostera en \pm 10% groenwier.
37	40	—	60%	bedekking met \pm 20% Zostera en \pm 40% groenwier.
38	60	—	80%	bedekking met \pm 20% Zostera en \pm 60% groenwier.
39	80	—	100%	bedekking met \pm 70% Zostera en \pm 30% groenwier.
40	80	—	100%	bedekking met \pm 70% Zostera, \pm 20% groenwier en \pm 10% Ulva.
41	60	—	80%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
42	80	—	100%	bedekking met Ulva, groenwier, Fucus en Zostera.
43	20	—	40%	bedekking met Fucus en Ulva.
44	40	—	60%	bedekking met Fucus en Ulva.
45	60	—	80%	bedekking met \pm 40% Zostera en \pm 40% groenwier.
46	80	—	100%	bedekking met \pm 90% Zostera en \pm 10% groenwier.
47	80	—	100%	bedekking met \pm 60% Zostera en \pm 40% groenwier.
48	80	—	100%	bedekking met \pm 80% groenwier en \pm 20% Ulva.

N.B. De interpretatie is gecontroleerd aan de hand van foto's en veldwerk van 1987.



ZANDKREEK		Macrofyten
Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst in samenwerking met de Dienst Getijdewateren en het DIHO		Datum opneming veldwerk foto aug 1986 basiskaart 1983
		Fotoschaal 1: 10 000 MD blad no 28



KRABBENKREEK	Macrofyten
Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, in samenwerking met de Dienst Getijdewateren en het DIHO.	Datum opnemng veldwerk foto aug 1985 basiskaart 1983
	Fotoschaal: 1:10000 MD blad no 8
0 500m	