



OPTIMALISATIE

MWTL ZEEGRASMEETNET

Implementatie van de rastermethode



OPTIMALISATIE MWTL ZEEGRASMEETNET

Implementatie van de rastermethode

Oktober 2012

Auteur: H. Coops
Scirpus Ecologisch Advies
Rijnstraat 1
4031 KK Ingen

Opdrachtgever: A. Naber, RWS Waterdienst

Begeleiding door: A. Groeneweg, J. Bergwerff, M.v.Splunder (RWS DID)
D. de Jong (RWS Zeeland)
A. Naber (RWS Waterdienst)

WD rapportnr.: BM11.15

Inhoudsopgave

Samenvatting	6
Summary	9
1. Inleiding	13
2. Monitoring van zeegras	14
2.1. Algemeen	14
2.2. Internationale beleidskaders	14
2.3. Doelstellingen van het MWTL zeegras-meetnet	18
2.4. Definiëring arealen	18
3. Methoden	20
3.1. Algemeen	20
3.2. Vlakkenmethode	21
3.3. Rastermethode	26
3.4. Andere methoden	29
4. Vergelijking vlakkenmethode en rastermethode	30
4.1. Opzet vergelijking	30
4.2. Pilot vergelijking vlakkenmethode – rastermethode	30
4.3. Bedekkingsklassen	38
4.4. Aansluiting bij de monitoringsdoelstellingen	42
5. Nieuwe opzet MWTL Zeegrasmeetnet	43
5.1. Conclusies vergelijking vlakkenmethode – rastermethode	43
5.2. Methode vanaf 2011	45
6. Referenties	46
Bijlage: Vergridding van vlakkenkarteringen	

Samenvatting

In het MWTL-meetnet Zeegrass worden sinds bijna 30 jaar karteringen uitgevoerd van zeegrassgebieden in de Oosterschelde en Waddenzee. Het is daarmee mogelijk om de toestand en trends van zeegrassen in Nederland te volgen. De monitoring van zeegrass met behulp van diverse parameters is onderdeel van de verplichtingen die voortvloeien uit diverse beleidsdoelstellingen. Ook leveren de karteringen gegevens op die voor het beheer van de gebieden onontbeerlijk zijn, onder andere ten behoeve van het herstel van zeegrassvelden.

Parameters	KRW	VHR	OSPAR
Areaal zeegrass	X	X	X
Bedekking zeegrass	X	X	X
Locatie zeegrass	X	X	X
Biomassa zeegrass	X	X	-
Sediment	X	X	-
Soortensamenstelling	X	X	-

Het doel van de karteringen is om nauwkeurige gegevens te verkrijgen over de ligging (locaties van zeegrass-voorkomen), het areaal (bruto oppervlakte van de zeegrassvelden), de bedekking (netto oppervlakte van de zeegrassvelden) en de biomassa van zeegrassvelden door de jaren heen.

De methodiek van veldkartering, al dan niet ondersteund met luchtfoto's, is geleidelijk ontwikkeld en er zijn in de loop der jaren tal van wijzigingen en aanpassingen in aangebracht. De standaard-methode voor de zeegrassmonitoring in Zuidwest-Nederland, de zgn 'vlakkenmethode', gaat uit van luchtfoto-interpretatie ondersteund met veldwerk, waarmee grenzen van homogene vlakken met een bepaalde bedekkingsklasse worden gekarteerd. Voor het veldwerk wordt een nauwkeurige indeling van bedekkingsklassen gehanteerd (klassen van 5%), die echter in de kaarten worden teruggebracht tot 7 bedekkingsklassen; in de praktijk gaat het vooral om arealen met bedekkingen >1%, respectievelijk >5%. Netto arealen van het zeegrass worden bepaald door de gesommeerde oppervlakte van iedere bedekkingsklasse te vermenigvuldigen met de klassegemiddelde bedekking.

Er zijn recent enkele kanttekeningen geplaatst bij de vlakkenkartering:

- de methode is in zekere zin subjectief, veroorzaakt door de noodzakelijke interpretatieslagen;
- er is een sterke afhankelijkheid van luchtfoto's;
- de kosten van luchtfotovluchten en veldmeetinspanning zijn hoog.

Bovendien is er een onbekende mate van (on)nauwkeurigheid in de areaal- en biomassaschattingen; alleen al de nauwkeurigheid van de oppervlakteschatting van individuele vlakken (polygonen) kan tot 10% bedragen.

In 2007-2009 zijn pilots uitgevoerd waarin de 'vlakkenmethode' is uitgevoerd naast de 'rastermethode', die in de Waddenzee als alternatieve methode voor het eerst is uitprobeerd. De rastermethode bestaat uit het in het veld opnemen van een virtueel grid met cellen van 20x20m. Deze methode gebruikt een meer gedetailleerde bedekkingschatting in vaste rastercellen en heeft daardoor een grotere objectiviteit

en nauwkeurigheid bij het bepalen van arealen en biomassa's van zeegrasvelden. Voor het berekenen van netto arealen en biomassa's is de rastermethode veel nauwkeuriger dan de vlakkenmethode. Voor de rastermethode zijn geen ondersteunende luchtfoto's en geen kaartinterpretatie nodig, en de opname in het veld, die ongeveer dezelfde inspanning vergt als de vlakkenmethode, is zeer eenduidig.

In dit rapport worden de beide methoden vergeleken met het oog op optimalisatie van het zeegrasmeetnet. Bij het overstappen op een andere methode is het van belang dat de bestaande reeksen op elkaar aansluiten. Hiervoor zijn de vlakkenkarteringen overgezet op het grid dat de basis vormt van de rasterkartering. Het blijkt goed mogelijk om de vlakkenkarteringen te vergriden naar een 20x20m raster op basis van de gemiddelde bedekking per gridcel (BLOCKMEAN, NODATA=0).

Bij de vergelijking van tegelijkertijd uitgevoerde vlakken- en rasterkarteringen in 2009-2010 blijkt er een goede correlatie te zijn tussen de gemeten bruto- en netto arealen, waarbij echter de zeegrasarealen in de vlakkenmethode structureel hoger uitvallen dan die in de rasterkartering. Het verschil ontstaat vooral bij de arealen met een bedekking van > 1%, resp > 5%. Het verschil wordt veroorzaakt doordat in de vlakkenmethode relatief grote polygonen als één bedekkingsklasse worden gekarteerd, terwijl uit de rastergegevens blijkt dat daarbinnen de variatie in bedekking binnen die polygonen zeer groot is. In het deelgebied Groninger kust lijken er bovendien systematische verschillen te zijn opgetreden in de schatting van bedekkingen, mogelijk als gevolg van waarnemersverschillen.

De vergelijking tussen vlakkenmethode en rastermethode levert het volgende beeld op (+ relatief gunstig, – relatief ongunstig):

	Vlakkenmethode	Rastermethode
Onafhankelijkheid van luchtfotokartering	-	+
Veldwerk		
- Inspanning/kosten	--	+/-
- Vereiste kennisniveau bij opnemers	+/-	+
- Impact op zeegrasbegroeiing	+/-	-
- Objectiviteit	-	++
Nauwkeurigheid:		
- Areaal	+	++
- Bedekking	+/-	++
- Locatie	++	+
- Soortensamenstelling	++	++
- Vegetatiegrenzen	++	+
Betrouwbaarheid/trend	+	++
Aansluiting bij bestaande gegevensreeks	+	-
Validatie	+/-	-
Uitvoeringskosten	-	+

Voor de afweging tussen vlakkenmethode en rastermethode hebben diverse criteria een rol gespeeld. In de bovenstaande scoretabel worden de diverse aspecten vergeleken.

- **Nauwkeurigheid:** Voor de bepaling van het netto areaal en de biomassa levert de rastermethode een grotere nauwkeurigheid op dan de vlakkenmethode, omdat bij de rastermethode in feite een veel groter aantal individuele metingen wordt verricht terwijl de vlakkenmethode veel grotere vlakken met een als uniform ingeschatte bedekking oplevert, met een kleiner aantal bedekkingsklassen.
- **Betrouwbaarheid van de toestand- en trendbepaling:** Voor de bepaling van netto areaal, bedekking en biomassa voldoet de rastermethode beter dan de vlakkenmethode. De rastermethode kan geen exacte ruimtelijke patronen van de zeegrasvegetatie weergeven, maar

levert een “blokkenpatroon” op. De relatief grote nauwkeurigheid van de grenslijnen bij de vlakkenmethode geldt alleen voor de hogere bedekkingsklassen en bij scherpe vegetatiegrenzen.

- Continuïteit gegevensreeks: Aansluiting bij de bestaande gegevensreeks van bijna 30 jaar is van groot belang. In trendreeksen moet altijd de overgang van de ene methode naar de andere zichtbaar worden aangegeven. Voor de netto arealen en biomassa's blijkt dat de vlakkenkartering een structureel hogere waarde oplevert dan de rasterkartering, omdat de inwendige bedekking van de vlakken wordt overschat. De netto arealen die bepaald worden met de rastermethode vallen daardoor 10-20% lager uit dan in de vlakkenmethode.
- Kosten: De jaarlijkse kosten van het Zeegras-meetnet worden geschat op € 92.500 (vlakkenmethode), € 60.500 (afgeslankte vlakkenmethode), resp. € 56.000 (rastermethode). De veldwerkspanning is ongeveer gelijk maar de kosten voor het maken en interpreteren van luchtfoto's zorgen voor het verschil.
- Objectiviteit en reproduceerbaarheid: Bij beide methoden komen waarnemersverschillen voor in de schatting van de bedekking. Systematische schattingsfouten zullen vooral bij de rastermethode sterk kunnen doorwerken in het resultaat; zulke fouten kunnen verkleind worden door afstemming tussen- en training van veldmedewerkers.
- Een nadeel van het ontbreken van luchtfoto's is wel dat eventuele checks achteraf, bijvoorbeeld van onverwachte gridpatronen, niet mogelijk zijn. Ook zijn luchtfoto's de enige blijvend tastbare vastlegging van de toestand en in die zin een validatie-tool. Het nadeel kan gedeeltelijk worden opgeheven door bij elke 6-jarige cyclus tenminste éénmaal luchtfoto's van de betreffende gebieden te nemen.
- Praktische uitvoerbaarheid en hindernissen.

Vanaf 2011 wordt in het zeegrasmeetnet de rastermethode toegepast als standaardmethode in alle karteergebieden in de Waddenzee, Eems/Dollard, Oosterschelde en Westerschelde. Luchtfoto-interpretatie maakt geen onderdeel meer uit van de zeegraskartering.

Summary

Since almost 30 years, seagrass beds in the Eastern Scheldt and Wadden Sea in the Netherlands have been mapped as part of the MWTL monitoring framework. The maps make it possible to establish status and trends of seagrasses in the Netherlands. The monitoring of seagrass by means of several parameters is mandatory for the assessment of several policy documents (such as the EU Water Framework Directive (KRW), Birds and Habitats Directive (VHR), and the Convention for Environmental Protection of the North-East Atlantic (OSPAR)). Seagrass maps also provide data necessary for management of the areas, e.g. for seagrass restoration projects.

Parameters	KRW	VHR	OSPAR
Seagrass areal coverage	X	X	X
Seagrass cover%	X	X	X
Locations of seagrass	X	X	X
Seagrass biomass	X	X	-
Sediment	X	X	-
Species composition	X	X	-

The objective of the seagrass monitoring is to obtain sufficiently exact data on seagrass locations, areal extent (gross areal cover of seagrass beds), coverage (net areal cover of seagrass beds), and the biomass of seagrass beds through the years.

The methods of field mapping, either supported by aerial photographs, have been developed gradually over the years, and many corrections and adaptations have been made. The standard method for seagrass mapping used in the southwest-Netherlands (the so-called 'polygon method'), is based on photo-interpretation with supporting fieldwork, during which the boundaries of homogeneously covered patches of seagrass are charted. The method uses 7 cover classes; classes >1% and >5% respectively are most relevant. Seagrass coverage is determined by multiplying the summed areal extents of the polygons and their (class-middle) cover percentage.

The present 'polygon-method' is to some extent subjective due to the subsequent stages of interpretation, it depends on the availability of aerial photographs, and the costs of photos and fieldwork are high. Moreover, there is an unknown degree of uncertainty in the estimation of area and biomass. The uncertainty in the area determined for an individual polygon can amount up to 10%.

A pilot-mapping was conducted in 2007-2010 to compare the 'polygon-method' with another method, the so-called 'raster method', which has been applied in the Wadden Sea before. This method consists of systematically surveying a virtual grid of 20x20 m cells in the field. The method uses a more detailed cover scale. It is more objective than the aforementioned 'polygon-method' and produces more exact values of net cover and biomass. The 'raster-method' does not require aerial photographs or photo-interpretation, and the surveying method in the field is highly straightforward.

In the present report, a comparison is made between the 'polygon-method' and the 'raster-method' in order to optimise the seagrass monitoring. Switching from one method to another requires the merging of data series. For this purpose, the existing maps produced with the 'polygon-method' were transferred to the virtual grid as used in the 'raster-method'. Gridding of the maps to a 20x20 m grid was most

satisfactorily done when it was based on the average cover value of each grid cell (routine BLOCKMEAN, NODATA=0).

Maps derived from simultaneous surveys in 2009-2010 according to the two methods showed a high correlation between the gross- and net-areal covers. The 'polygon-method', however, produces systematically larger seagrass areas than the 'raster-method'. This difference is most pronounced for areas with cover values of >1% and >5%, and is caused by the delineation of relatively large polygons of uniform plant cover, which in reality have a large variation in the internal coverage. Furthermore, in particular in one area a systematic bias in cover estimates was suggested, presumably as the result of differences between surveyors.

The comparison between the 'polygon-method' and the 'raster-method' resulted in the following table (+ relatively positive, – relatively negative):

criteria	Polygon method	Raster method
Independence of aerial photograph interpretation	-	+
Fieldwork		
- Effort/cost	--	+/-
- Required surveyor experience	+/-	+
- Impact on seagrass beds	+/-	--
- Objectivity	-	++
Exactness:		
- Areal extent	+	++
- Coverage	+/-	++
- Location	++	+
- Species composition	++	++
- Vegetation boundaries	++	+
Confidence level/trend	+	++
Continuity of trend assessment	+	--
Validation	+/-	-
Costs	-	+

As for standardising the method of monitoring seagrass beds in the Netherlands, a number of criteria have been considered. In the table above these criteria are compared.

- Accuracy: the 'raster method' appears to be more exact than the 'polygon method', because a much larger number of samples is taken in a more systematic way.
- Reliability of the determination of status and trends: The 'raster method' appears to meet better the demands concerning net areal coverage and biomass than the 'polygon method'. The 'raster method' does not reflect exact spatial patterns and boundaries, but instead a pattern of grid cells. The relatively high accuracy of boundaries retrieved with the 'polygon method' is valid only for high cover classes and when there are clear patch borders.
- Continuity of data series: any change of method may lead to a discontinuity with the existing data. In trend data the transition between two methods should always be indicated. Net areal cover and biomass are structurally higher in the 'polygon method', resulting from an overestimation of the within-polygon cover. For the same situation, net areal cover in the 'raster method' is 10-20% below the 'polygon method'.
- Costs: Annual costs for the 'polygon method' are estimated at € 92.500 (€ 60.500 in a reduced form), and for the 'raster method' at € 56.000. The fieldwork effort is approximately the same, but the difference is made by the costs of aerial photographs and the photo-interpretation.

- Objectivity and reproducibility: observer bias occurs in both methods. Systematic errors will have an effect in particular in the 'raster method'. Errors may be strongly reduced when the surveyors are well-trained and experienced.
- The lack of aerial photographs decreases the possibility of a posteriori checks, for instance when unexpected vegetation patterns have been mapped. Moreover, aerial photographs are a strong validation tool.
- Practical feasibility and obstacles for implementing a new method.

From 2011 onwards the 'raster method' will be the standard method for the monitoring of seagrass areas in the Netherlands (areas in the Wadden Sea, Eems-Dollard estuary, Eastern Scheldt and Western Scheldt). The mapping from aerial photos will be no longer a part of the seagrass monitoring.

Figure and table legends

Figure 2.1 Relationship between measured areas (total area and net area, respectively) and de areas with cover above 1% and 5%, in seagrass maps 1995-2009.

Table 2.1 TMAP (Trilateral Monitoring and Assessment Protocol) list of parameters for seagrass beds (from: TMAP 2008).

Figure 3.1 Monitoring of seagrass beds: 1) 'polygon method' (measuring vegetation boundaries with the help of aerial photographs); 2) 'raster method' (survey of grid cells); 3) transect survey; 4) random cell survey.

Table 3.1 Available seagrass mappings in the period 1995-2009.

Table 3.2 Scale of cover classes. The class-middle value of each cover class is used for the calculation of net area; the biomass value derived for each cover class is based on the class-middle.

Table 3.3 Data used for quantifying the accuracy of the 'polygon method'.

Figuur 3.2 Example of time series, total area, net area and confidence interval.

Table 3.4 Indicative time effort for the 'polygon method' applied to the areas Zandkreek, Dortsman, Voolhok and Groninger Kwelders (after Tolman 2009). The data seem to suggest an unlikely high effort and are probably incorrect. A more probable effort would be 30% of what was reported (pers. comm. D. de Jong). Corrected estimates are indicated with an asterisk.

Table 3.5 Estimated cost of the 'polygon method' (provided by DID); in most areas the method is applied at 2-year intervals.

Table 3.6 Cover classes used in the pilot 'raster method'.

Table 3.7 Lower- and upper limits of total area of seagrass beds with different grid sizes. MAX is the cumulative surface area of all grid cells in which sea grass occurs; MIN is the cumulative area excluding the cells situated at the outside of the field (i.e. those vegetated grid cells adjoining empty cells).

Table 3.8 Time effort spent for the pilot 'raster method' (Tolman 2009).

Table 3.9 Average cover and standard deviation of vegetated grid cells (data from Groninger Kwelders 2009).

Figure 4.1 Raster maps of the pilot surveys Zandkreek 2009, Zandkreek 2010, Kats 2010, Voolhok 2009 and Groninger Kwelders 2009. For each survey, gridded maps of the 'polygon method' (above) and the grids of the 'raster method' (below) are shown.

Figure 4.2 Relationship between the total area of sea grass beds established by the 'polygon method' and the 'raster method' in the pilot survey of 2009-2010. Light-coloured dots indicate the approximated areas of Dortsman and Groninger Kwelders, where the available data were incomplete. The total area of all

cover classes (upper diagram) shows a significant correlation, in contrast to the total area of cover >1% and >5%, respectively (middle and lower diagram).

Figure 4.3 Effect of separate mapping of isolated patches of seagrass with the 'polygon method', as compared to the mapping of grid cells in the 'raster method'.

Table 4.1 Comparison of net area of sea grass beds in the pilot surveys based on the use of 7 cover classes versus 27 cover classes.

Table 4.2 Matrices comparing 'polygon method' and 'raster method' in pilot surveys of 2009 and 2010. The number of grid cells of each cover class in the gridded polygon map and the raster map, respectively, are presented. Shaded cells show the number of cells in which cover class is identical.

Table 4.3 Summarised numbers of grid cells observed in the gridded polygon maps and the raster maps, with the difference in %.

Table 4.4 Agreement in cover class established for grid cells in the 'polygon method' and the 'raster method'.

Table 5.1 Parameter calculation in the 'polygon method' and in the 'raster method'.

Table 5.2 Evaluation of 'polygon method', 'raster method' and 'random cell method' (score chart).

Table 5.3 Estimates of costs of the seagrass monitoring for the different methods.

Appendix Figure 1 Polygon map and gridded polygon maps of Zandkreek 2009, according to 4 gridding methods (see also Table 4.1). a) Original polygon map; b) grid of 1x1 m cells; c) grid of 20x20 m cells, function MAJORITY; d) grid of 20x20 m cells, function BLOCKMEAN; e) grid of 20x20 m cells, function BLOCKMEAN (unvegetated=0).

Appendix Figure 2 Simple representation of options for gridding polygon maps. An area of 3x3 grid cells with a patch of seagrass (with cover inside patch = 1) shows different cell values for each method and the overall value will be different.

Appendix Figure 3 Relationship between (gross/net) areas of 1x1m grids *versus* 20x20m grids, based on polygon maps 1995-2007 (using BLOCKMEAN, nodata=0).

Hst. 1. Inleiding

In dit rapport wordt het MWTL-meetnet Zeegras onder de loep genomen. Het meetnet is voortgekomen uit de periodieke karteringen van Zeegrasvelden sinds medio jaren '80 (Oosterschelde) en begin jaren '90 (Waddenzee) door Rijkswaterstaat. Het betreft gebiedsdekkende karteringen, uitgevoerd op basis van luchtfoto's en aangevuld met veldwerk. In de loop der tijd is de gebruikte methode herhaaldelijk aangepast en verbeterd. Hieruit is een werkwijze voortgekomen die het mogelijk maakt de ontwikkelingen in de zeegras-gebieden door de jaren heen te volgen.

Hoewel de opgebouwde gegevensreeks de ontwikkelingen van het zeegras in deelgebieden van de Oosterschelde en de Waddenzee adequaat beschrijft, leven er op een aantal punten vragen. De aanpak van de karteringen verschilt tussen Oosterschelde en Waddenzee. De afhankelijkheid van goede luchtfoto's is ook een knelpunt, evenals de grote inspanning die nodig is voor het ondersteunende veldwerk. Verder is er altijd een interpretatieslag nodig waarin subjectieve keuzen worden gemaakt, waardoor de kwaliteit en uniformiteit van het eindproduct beïnvloed wordt.

Mede door de sterke behoefte aan standaardisering van het landelijke meetnet en aan afstemming op de onderliggende gegevensvragen, is de vraag of de huidige methoden voldoen of dat er wellicht betere alternatieven voorhanden zijn. Daaruit is de vraag voortgekomen om een optimalisatieslag te maken in het Zeegras-meetnet.

De monitoring dient te worden afgestemd op de gegevensvragen die vanuit verschillende kaders gesteld worden. Dit gaat met name om de vereisten voor de Kaderrichtlijn Water en verplichtingen ten aanzien van de bescherming van de Waddenzee. Dit rapport geeft een beknopt overzicht van de beleids-, beheers- en kennisdoelstellingen die relevant zijn voor het meetnet. Daarna worden methoden beschreven en vergeleken, op basis van bestaande karteringsgegevens.

De afweging op basis van de vergelijking tussen de methoden heeft geresulteerd in een standaard-opzet voor het zeegrasmeetnet. In de nieuwe opzet wordt zeegras gemonitord volgens de rastermethode. Dit is vanaf 2011 de standaardmethode waarmee de zeegrasgebieden in Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde worden gekwantificeerd. De methode voldoet aan de vereisten die vanuit nationale en internationale kaders worden aangegeven. Ook levert het geschikte informatie op voor tal van aanvullende onderzoeks- en beheersvragen. In sommige gevallen zal meer gedetailleerd onderzoek nodig zijn.



Hst. 2. Monitoring van Zeegras

2.1. Algemeen

Zeegrasvegetaties vormen wereldwijd een waardevol habitat in kustgebieden en estuaria. Het vormt bovendien een habitat dat bij uitstek gevoelig is voor invloeden van buitenaf en dat op veel plaatsen onder druk staat of bedreigd is. Om die reden zijn er op vele plaatsen in de wereld initiatieven ontstaan om de toestand van zeegrasvelden vast te leggen en te monitoren. Dit kan gaan om lokale monitoring door opname van transecten tot grootschalige toepassing van remote-sensing technieken om uitgestrekte gebieden te monitoren. Om wetenschappelijk verantwoorde monitoring van Zeegras-habitats te ondersteunen is door de organisatie SeagrassNet een Monitoringshandleiding uitgebracht (Short et al 2006).



De methode van monitoren (in Nederland en daarbuiten) is in de praktijk ontwikkeld op basis van voorhanden technieken en praktische uitvoerbaarheid. Er is een wisselwerking tussen de methode en de doelstellingen van de monitoring. Wat de doelstellingen zijn en om wat voor informatie (parameters) deze vragen, is echter vaak onduidelijk en niet afgestemd tussen de informatieleverancier en -gebruiker. Als de doelstelling wordt uitgedrukt in een andere

grootheid dan wat de monitoring aan data oplevert, is er sprake van een mismatch. Er zijn dan twee opties: 1) de grootheden waarin de doelstellingen worden uitgedrukt aanpassen; of 2) de monitoring aanpassen aan de grootheden aangegeven in de doelstellingen.

In Nederland bestaat er het Zeegras-meetnet in de Oosterschelde vanaf de 80'er jaren en in de Waddenzee vanaf begin jaren '90. Vóór het begin van dit meetnet zijn er incidenteel karteringen uitgevoerd. In het Zeegras-meetnet worden karteringen uitgevoerd op basis van luchtfoto's ondersteund en aangevuld met veldgegevens. In Zuidwest-Nederland is een standaardprotocol ontwikkeld om de vegetatiebegrenzingsen en bedekkingsklassen door de jaren heen onderling vergelijkbaar te houden. In het meetnet worden vlakbedekkingen van >1% gekarteerd; daarnaast worden ook lagere bedekkingen gekarteerd door het inmeten van afzonderlijke velden en (groepjes van) pollen.

2.2. Internationale beleidskaders

De zeegras-monitoring dient te kunnen voldoen aan een aantal verschillende vragen. De vraagkant bestaat uit enkele (inter)nationale rapportageverplichtingen en de behoefte aan goede verspreidingsgegevens voor het beheer van watersystemen. Het meetnet in de Waddenzee is internationaal geconformeerd aan TMAP (Trilateral Monitoring and Assessment Program). Hierin zijn de parameters afgestemd waardoor resultaten vergelijkbaar zouden moeten zijn. In de praktijk verschillen de gebruikte methoden in de verschillende gebieden, waardoor vergelijking zich vooral richt op het aangeven van trends in de deelgebieden en in de soortensamenstelling.

Concrete inbreng van meetgegevens van zeegras in internationale rapportages is vereist voor:

EU Habitatrichtlijn (SPA's: Waddenzee, Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen): Verplichte 6-jaarlijkse rapportage van "Conservation status" van alle SPA's m.b.t. gespecificeerde habitattypen en soorten. Zeegrasvelden zijn een kenmerkend element van de habitattypen 1110 (Zandbanken), 1140 (Slik- en Zandplaten) en 1160 (Grote ondiepe inhammen en baaien) (Janssen & Schaminée 2003). Doelstelling is behoud van het areaal zeegrasvelden in deze habitattypen. Bovendien heeft Groot Zeegras de status van beschermde soort.

EU KaderRichtlijnWater (waterlichamen van Beschut kustwater (K2): Oosterschelde, Waddenzee-West, Waddenzee-Oost, Eems-Dollard Kust; Zoute en brakke overgangswateren (O2): Westerschelde, Eems-Dollard, Haringvliet-West): Doelstelling is het bereiken van de goede toestand voor alle waterlichamen binnen een stroomgebied. Er is een verplichte 6-jaarlijkse beoordeling van de ecologische toestand van de waterlichamen binnen de stroomgebiedsdistricten. De toestand wordt beoordeeld op basis van de afwijking van de onverstoorde toestand en maatregelen moeten worden genomen om de Goede Ecologische Toestand (GET) te bereiken. Voor sterk veranderde wateren wordt deze toestand, de zogenaamde pGET, afgeleid van de GET waarbij gerefereerd wordt aan de maximaal haalbare situatie in de sterk veranderde toestand van het waterlichaam.

Wadden Sea Plan (Waddenzee, Eems-Dollard), uitwerking van de Esbjerg declaration (2001). Een van de doelstellingen van het WSP is toename van het Zeegras-areaal en een meer natuurlijke verspreiding van zeegrasvelden. Voor het bijeenbrengen van een tijdreeks van geharmoniseerde monitorings-gegevens is Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP) opgezet. Rapportage vindt plaats in een "Quality Status Report" (bijv. Essink et al. 2005). TMAP geeft concrete vereisten voor de monitoring en heeft een monitorings-handleiding gepubliceerd (TMAP Expert Group Seagrass Monitoring 2008). De status-monitoring van Zeegrassen in de Waddenzee is hierin een afzonderlijk hoofdstuk.

Convention on Wetlands of International Importance (Ramsar-conventie) (Waddenzee, Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen): 3-jaarlijkse rapportage ("Inventory and Assessment") over de Ramsar-gebieden.

Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR): jaarlijkse rapportage over de toestand van de kustwateren in de aangesloten landen. De nadruk ligt hierbij op chemische stoffen; er is echter ook een "Biological Diversity and Ecosystems Strategy", die ingaat op de bedreigde en/of achteruitgaande habitats (waarin Zeegras-velden expliciet worden genoemd).

De monitoringsvereisten voor de diverse doelstellingen verschillen in uitgebreidheid en detailniveau. Zo is de rapportage voor Ramsargebieden slechts zeer globaal en beschrijvend van aard. De EU-Habitatrichtlijn zegt niets méér over monitoring dan dat de toestand gebaseerd moet zijn op "surveillance", ofwel monitoring waarmee veranderingen in het Zeegrasareaal moeten kunnen worden gekwantificeerd.

In TMAP (internationale afspraken over het Waddenzeebeleid) worden de vereisten voor de monitoring gespecificeerd en worden gedetailleerde richtlijnen voor de uitvoering gegeven. Hoewel TMAP de nationale datasets niet vervangt, zijn de data die op basis van TMAP worden verzameld in principe inzetbaar voor de andere internationale rapportages. Het ligt voor de hand om voor de gebieden buiten de Waddenzee aan te sluiten bij de voor TMAP gevolgde methoden.

De parameters die dienen te worden beoordeeld vanuit de diverse internationale kaders, worden samengevat in de TMAP handleiding (Tabel 2.1).

Voor de KaderRichtlijn Water dienen monitoringsgegevens getallen op te leveren waarmee de maatlatten kunnen worden berekend. De gegevensvraag is concreet: kwantiteit (bedekking/areaal) en kwaliteit (soortensamenstelling) dienen te worden beoordeeld als onderdeel van een maatlat voor het kwaliteitselement "Angiospermen en Macro-algen" in de wateren van de typen "Beschutte kustwateren" (K2) en "Zoute/brakke overgangswateren" (O2) (De Jong 2007). De maatlat bestaat uit deelmaatlatten voor de categorieën planten: 1) Kwelders/schorren, 2) Zeegras, 3) Wieren op hard substraat, 4)

groenwieren op zacht substraat. De voorgestelde deelmaatlat voor zeegras is gebaseerd op zowel areaal als kwaliteit (De Jong 2007). In de Zeegras-areaal metric is een referentiewaarde gedefinieerd van het oppervlakte-areaal (areaal met bedekking > 5%) dat begroeid is met zeegrassen. Door de grote veranderingen in de kustwateren is de referentiewaarde noodgedwongen aangepast en behelst een combinatie van wat bekend is over het maximaal bekende areaal, het huidige areaal en het potentieel areaal in een waterlichaam. De metric voor kwaliteit beoordeelt hoe de bedekkingsklassen zijn verdeeld binnen het areaal (areaal met bedekking > 5%).

Tabel 2.1. TMAP parameterlijst voor Zeegrasvelden (TMAP 2008).

Parameters	Beschrijving	Locatie	Frequentie	KRW	VHR	OSPAR
Verplichte TMAP parameters						
Areaal zeegras	Oppervlakte zeegrasvelden (km ²)	Volledige gebied Representatieve gebieden	Min. 1 / 6 jr. jaarlijks	X	X	X
Bedekking zeegras	Bedekking zeegras in de velden (%)	Volledige gebied Representatieve gebieden	Min. 1 / 6 jr. jaarlijks	X	X	X
Locatie zeegras	Coördinaten van de zeegrasvelden (GIS polygonen)	Volledige gebied Representatieve gebieden	Min. 1 / 6 jr. jaarlijks	X	X	X
Optionele TMAP parameters						
Biomassa zeegras		Geselecteerde punten	Jaarlijks	X	X	-
Andere zeegras parameters		Geselecteerde punten	Jaarlijks	-	-	-
Sediment	Aanwezigheid van fossiele klei of veen, sedimentatie/erosie, mobiele zandruggen	Geselecteerde punten	Jaarlijks	X	X	-
Soortensamenstelling	Zostera marina, Z. noltii, Ruppia maritima, groene macro-algen, ...	Geselecteerde punten	Jaarlijks	X	X	-

N.B. TMAP geeft aan dat (tenminste) 3 bedekkingscategoriën worden onderscheiden: (1) 'devoid or scarce' (bedekking < 5%); (2) 'scattered' (5-20%); (3) 'beds' (> 20%).

2.3. Doelstellingen MWTL meetnet Zeegras

Samenvattend is voor de internationale kaders in ieder geval de volgende informatie vereist:

- Locaties waar Zeegras voorkomt (coördinaten, soorten)
- Zeegras-areaal (bruto-areaal ofwel uitwendige oppervlakte in ha) in de deelgebieden en veranderingen daarin;
- Zeegras-bedekking (netto-areaal ofwel inwendige bedekking in ha) per deelgebied en veranderingen daarin;
- Biomassa (totaal biomassa per deelgebied) en veranderingen daarin.

Voor de beheerders van de betreffende watersystemen zijn accurate verspreidingsgegevens van Zeegras van groot belang. Monitoringresultaten moeten kunnen leiden tot richtlijnen en aanbevelingen voor het beheer. Ze dienen een rol te spelen bij vergunningverlening voor activiteiten in het beheersgebied die mogelijk schade toebrengen aan belangrijke ecologische waarden. Ook kan informatie over het voorkomen van Zeegrassen een bijdrage leveren aan de inrichting van natuurontwikkelingsprojecten. Up-to-date en volledige kaarten van Zeegrasvoorkomens dienen hiervoor beschikbaar te zijn. Ook voor andere partijen (lokale overheden, adviesbureaus, wetenschappelijke onderzoekers) kan de beschikbaarheid van deze gegevens van belang zijn. Voor het beheer is daarnaast relevant om meer kennis te vergaren over de dynamiek van Zeegrasvelden. Doorlopende tijdreeksen van karteringen met voldoende gedetailleerdheid zijn hiervoor essentieel.

Daarmee kunnen de eisen aan het meetnet als volgt worden geformuleerd:

- 1 – Het meetnet voor monitoring legt de veranderingen in de verspreiding van zeegras in de tijd vast. Dit geldt met name de veranderingen in het areaal Zeegrasvelden (begroeiingen met > 5% bedekking). Het gaat hier over veranderingen binnen en tussen tijdvakken van 6 jaar. Het betreft zowel het totale areaal van zeegrasvelden binnen elk waterlichaam c.q. SPA, maar ook de arealen die op de zeegras-locaties zelf aanwezig zijn.
- 2 – Met de meetnetgegevens kunnen de begroeide oppervlakte, bedekking en biomassa van de Zeegrasvelden met voldoende nauwkeurigheid worden vastgesteld.
- 3 – Monitoring legt veranderingen vast in de soortensamenstelling en abundantie van *Zostera noltii*, *Z. marina* en *Ruppia maritima* binnen Zeegrasgebieden.
- 4 – Gegevens dragen bij aan kennisopbouw: het detailniveau is geschikt om inzicht te krijgen in lokale Zeegrasdynamiek en om relaties met milieuveranderingen te kunnen leggen.

2.4. Definiëring arealen (alle bedekkingen, bedekkingen > 1, bedekkingen > 5%)

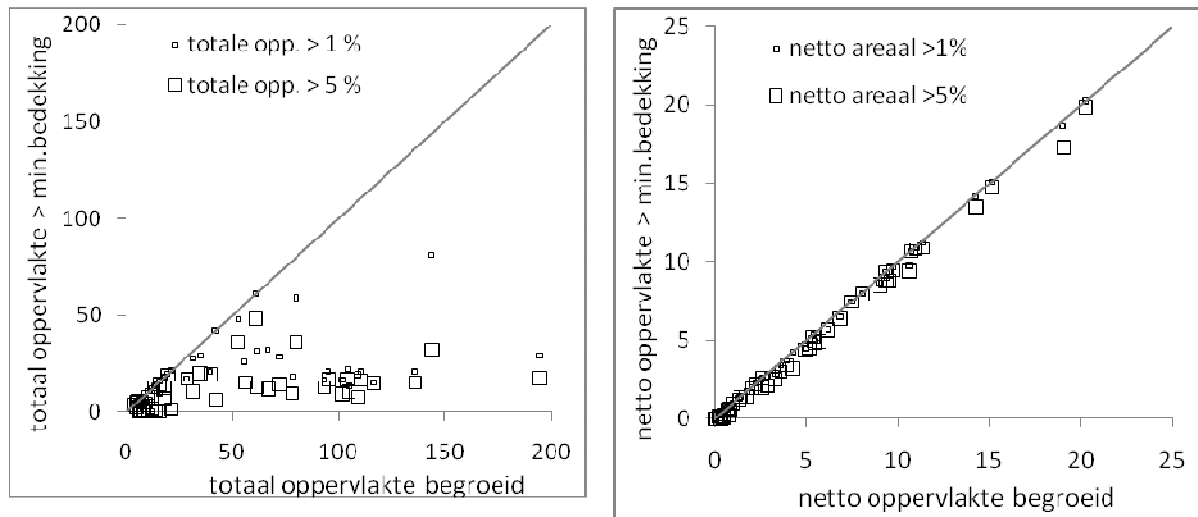
Voor verschillende doeleinden wordt informatie over verschillende parameters vereist. Voor het lokaliseren van stabiele voorkomens van zeegras gaat het om (het oppervlakte) zeegras met een bedekking hoger dan 5%. Voor het beoordelen van de verspreiding van zeegras en de (potentiële kolonisatie van nieuwe gebieden is het van belang naar alle bedekkingen, inclusief de zeer ijl begroeide gebieden, te kijken. Voor het berekenen van biomassa worden alleen de bedekkingen > 1% gebruikt. Voor de statusbeoordeling voor de KRW (deelmaatlat areaal) wordt de grootte van het areaal met een bedekking hoger dan 5% gevraagd.

De monitoring dient dus informatie over alle bedekkingsklassen te geven, en de grenzen tussen bedekkingen kleiner en groter dan 1%, resp. 5% moeten kunnen worden aangegeven.

Wat het areaal betreft moet onderscheid worden gemaakt tussen het totale areaal ("bruto areaal"), ofwel het totale oppervlakte waarin zeegras voorkomt, en het netto areaal (ook wel aangeduid als "inwendig bedekt oppervlakte") waarvoor het oppervlakte van ieder vlak wordt vermenigvuldigd met het

bedekkingspercentage van dat vlak. Voor het berekenen van het (bruto) areaal moet bedacht worden dat relevante monitoringsmethoden kunnen verschillen in karter-resolutie en de definiëring van vlakgrenzen..

Uit de karteringsgegevens van de zeegrasgebieden vanaf 1996 blijkt dat er geen rechtstreeks verband is tussen het totaal areaal en het oppervlakte begroeid met hogere bedekkingen (Figuur 2.1). Relatief gezien is het gebied begroeid met de hogere bedekkingen tamelijk constant, terwijl het gebied met ijle begroeiing zeer sterk van jaar tot jaar kan fluctueren. Omdat bij de bepaling van het netto areaal de lagere bedekkingen nauwelijks meetellen, zien we dat het netto areaal van alleen de hogere bedekkingen wel sterk correleert met het netto areaal gebaseerd op alle bedekkingsklassen.



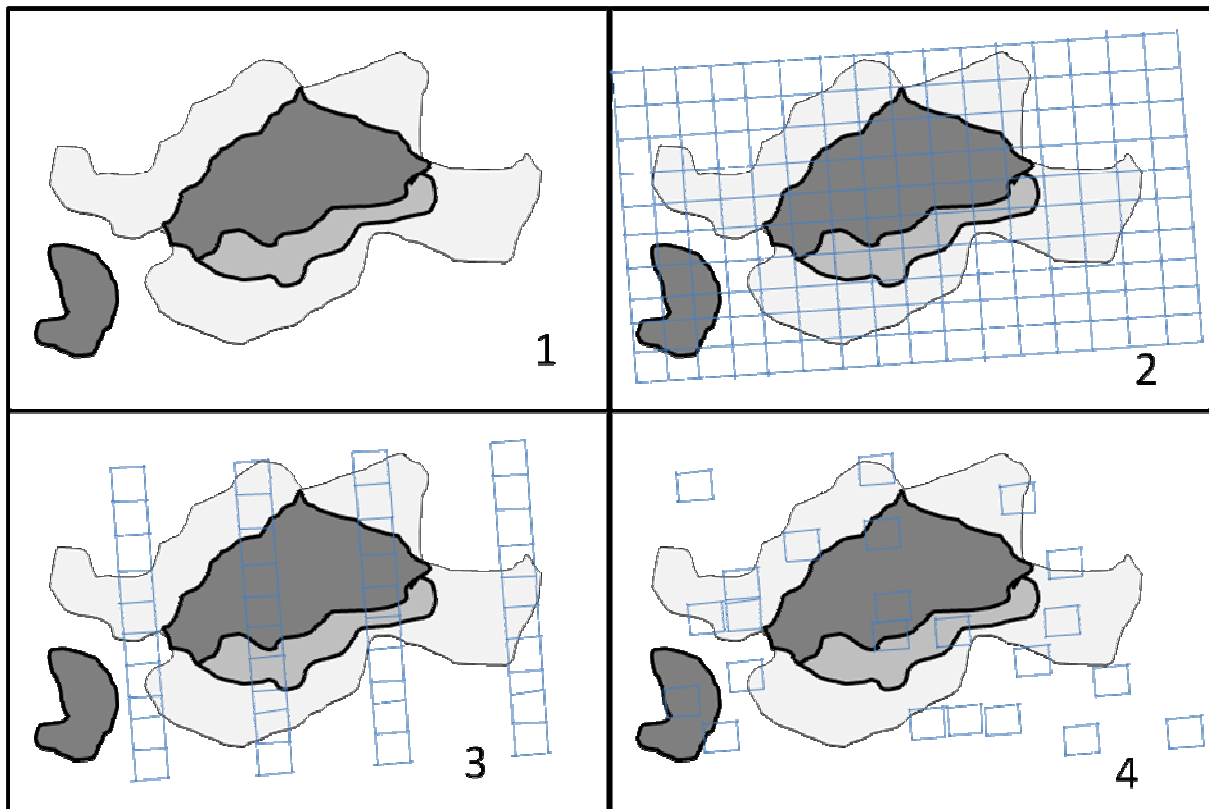
Figuur 2.1. Relatie tussen gemeten areaal in vlakkenmethode (totaal areaal resp. netto areaal) en dezelfde arealen boven de minimale bedekking van 1%, resp. 5%.

3. Methoden

3.1. Algemeen

Om Zeegrasvelden te monitoren zijn verschillende methoden beschikbaar, die gegevens leveren over de vereiste parameters zoals bedekking en areaal, en die in verschillende mate het ruimtelijk patroon van de vegetatie weergeven. In principe komen vier methoden in aanmerking: 1) inmeten van alle overgangen in bedekking, soortensamenstelling e.d. en afleiden van zeegrasparameters binnen de afgegrenste vlakken ('vlakkenmethode'); 2) meten van zeegrasparameters binnen vastliggende blokken ('rasterkartering'); 3) meten van zeegrasparameters in blokken die in vaste transecten door het veld liggen; 4) meten van zeegrasparameters in random blokken.

De vlakkenmethode (1) is in het verleden toegepast voor het MWTL zeegrasmeetnet. In 2007-2010 zijn, in diverse pilots, proeven gedaan met de rastermethode (2). Deze methoden worden in dit hoofdstuk verder in detail besproken en in hoofdstuk 4 onderling vergeleken, omdat op basis hiervan een standaardmethode is vastgesteld. De andere twee methoden worden ter aanvulling en vergelijking kort besproken in hst. 3.4.2.



Figuur 3.1. Monitoring van een zeegrasveld: 1) Vlakkenmethode (inmeten van vegetatiegrenzen met behulp van luchtfoto's); 2) Opname van Raster – gridcellen; 3) Opname van Raaien – opeenvolgende cellen; 4) Opname van random punten – verspreide cellen.

3.2. Vlakkenmethode

3.2.1. Beschrijving

In het huidige monitoring-programma wordt Zeegras met behulp van luchtfoto's en ondersteunend veldwerk gekarteerd in de potentiële zeegrasgebieden in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde (Tabel 3.1). In de Waddenzee wordt Zeegras sinds 1991 gemonitord: de zeegrasvoorkomens bij Terschelling, langs de Groninger kust en op De Hond/De Paap (Eems-Dollard) worden jaarlijks gekarteerd volgens de 'vlakkenmethode'. De monitoring in de Oosterschelde vindt plaats sinds 1984, en betreft een jaarlijkse opname van de Zandkreek, terwijl de overige gebieden in het watersysteem om het jaar gekarteerd worden. De Westerschelde wordt eens in de vijf jaar gekarteerd. De monitoring levert een verspreidingskaart van Zeegrassen op, en meer gedetailleerde bedekkingskaarten van de deelgebieden. De bedekkingskaarten die op basis van de luchtfoto's zijn vervaardigd, worden in het veld gevalideerd. Op grond van de vegetatiekaarten kunnen het areaal, de bedekking en de standing crop (=aanwezige biomassa) worden geschat, parameters die nodig zijn om toestand en trend te beschrijven.

Karteringen vinden (in principe) plaats op basis van luchtfoto's; aanvullende gegevens worden verkregen met veldopnames. Technische details van de methode zijn beschreven in het 'Standaardvoorschrift Macrofytobenthoskartering' (RWS Meetkundige Dienst 2001).

Tabel 3.1: Beschikbare karteringen van Zeegrasgebieden in de periode 1995-2009.

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Waddenzee																
Groninger kwelders		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Terschelling Oosterend	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
De Hond-De Paap*)														•		
Voolhok									•	•	•	•	•	•	•	
Balgzand														•		
Oosterschelde																
Dortsman	•	•			•		•		•				•		•	
Zandkreek	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•

*) De Paap is vanaf 1995 jaarlijks gekarteerd maar de gegevens waren niet beschikbaar voor dit rapport.

Ten behoeve van de foto-interpretatie wordt in alle deelgebieden veldwerk uitgevoerd. Aanvankelijk werden hierbij monsterpunten uitgezocht met behulp van de luchtfoto's, waarbij de monsterpunten zodanig worden uitgekozen dat de aanwezige range van bedekkingen en soorten is afgedekt. In elk deelgebied worden in het veld minimaal 10 punten geselecteerd in homogene vegetatievlakken. De opnamepunten zijn 5x5 m.

In de vlakkenmethode wordt de bedekking van afzonderlijke polygonen in 6 klassen bepaald (Tabel 3.2)*. De klasse "0" (bedekking < 1%) wordt hier later aan toegevoegd op basis van globaal aangegeven grenzen die tijdens het veldwerk worden ingetekend. In de praktijk worden soms klassen samengevoegd. Voor verdere verwerking is aan iedere klasse een kenmerkende bedekking (klassemidden) en biomassa (gebaseerd op regressiefunctie bedekking – biomassa; asvrij drooggewicht) toegekend. Hierbij wordt de laagste klasse (bedekking < 1%) buiten beschouwing gelaten.

*) de punt-informatie over zeegrasbedekkingen wordt in het veld wel aan de hand van een fijnere schaal (in stappen van 5%) ingewonnen. Deze informatie wordt gebruikt om van de kaartenheden de bedekkingsklasse te bepalen.

Tabel 3.2 Indeling van bedekkingsklassen in 7-delige schaal. Voor iedere klasse is het veronderstelde klassenmidden de basis voor berekening van netto arealen; de bij het klassemidden behorende biomassa is aangegeven.

klasse	bedekking	klassemidden	Zeegras-biomassa (ADG/m ²)
0	< 1%	0%	0,0
1	1-5%	3%	2,7
2	6-20%	12%	13,0
3	21-40%	30%	26,0
4	41-60%	50%	39,7
5	61-80%	70%	52,2
6	81-100%	90%	64,5

*Losse pollen worden niet bij het totale areaal opgeteld

Indeling in de 7 klassen vindt plaats tijdens foto-interpretatiefase. Veldgegevens vlakkenmethode bestaat uit punten met bedekking van 0 – 100 in stappen van 5%

De vlakkenmethode is aangepast doordat vanaf 1998 (Waddenzee), resp. 2007 (Oosterschelde) van alle afzonderlijke pollen en velden de locatie (grenzen), soortensamenstelling, bedekking en omtrek worden ingemeten. Voor losse pollen wordt de polgrootte in klassen ingedeeld.

Langs de Groninger kust leveren luchtfoto's niet altijd een goed resultaat op, vooral bij lage begroeiingsdichtheden. Daarom worden hier, evenals in andere gebieden met lage bedekkingen, in het veld de omvang en bedekking van alle velden en afzonderlijke pollen ingemeten. Macro-algen (zoals groenwieren, zeesla en bruinwieren) worden bij de opname vermeld om bij de luchtfoto-interpretatie het onderscheid met Zeegras te kunnen maken.

Samenvattend: De bestaande monitoring levert bedekkingskaarten op van de deelgebieden waar zeegrassen voorkomen. In principe worden 7 bedekkingsklassen onderscheiden. De bedekkingen worden in het veld gevalideerd. Uit de bedekkingskaarten kan het zeegras-areaal per deelgebied worden afgeleid. Het areaal van de laagste bedekkingsklasse (< 1%) is een ruwe schatting van het gebied waar bij het veldwerk incidenteel losse zeegras-planten zijn aangetroffen. Gegevens over de soortensamenstelling worden gebaseerd op het begeleidende veldwerk.

De biomassa in een (deel)gebied wordt berekend door de biomassa behorend bij het midden van de bedekkingsklassen te vermenigvuldigen met het oppervlakte van iedere bedekkingsklasse. De biomassa-kengetallen zijn bepaald op grond van een in een afzonderlijke studie vastgestelde regressiefunctie {biomassa = a*bedekking^b} (Rijkswaterstaat-MD 2001).

3.2.2. Beoordeling

De vlakkenmethode heeft als voordeel dat ze gebaseerd is op remote sensing (luchtfoto's), wat in theorie de meetinspanning in het veld vermindert. Remote sensing wordt elders in grootschalige gebieden vaak toegepast en kan een goed beeld opleveren van de arealen Zeegras voorzover deze een niet te lage bedekking hebben. In de praktijk blijken lage bedekkingen vaak gemist te worden en kan er verstoring optreden door kleurverschillen in de ondergrond en ophopingen van wieren en seizoensinvloeden. Luchtfoto's van zeegrasvegetatie moeten in een kort "tijdvenster" worden genomen en de condities zijn niet in elk jaar gunstig voor fotovluchten, waardoor sommige jaren kunnen uitvallen.

Om de betrouwbaarheid van de kaarten te waarborgen wordt een aanzienlijke inspanning verricht in het ondersteunende veldwerk. Vooral omdat ook ijl begroeide vlakken en geïsoleerde pollen gekarteerd / opgemeten worden terwijl deze niet op luchtfoto's zichtbaar zijn moeten grote gebieden in het veld onderzocht worden.

Bij het veldwerk en de kaartproductie worden verschillende interpretatieslagen gemaakt die door de jaren heen tot verschillen kunnen leiden. Een voordeel van luchtfotokartering is dat het luchtfotobeeld van de monitoringsgebieden bewaard blijft en dus een gedeeltelijke validatie achteraf mogelijk is.

3.2.3. Nauwkeurigheid

De betrouwbaarheid van de areaalbepaling is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de oppervlaktes van de polygonen. Deze wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de begrenzing. Bij een ruimtelijke resolutie van 2 m (luchtfoto's) kan aan de hand van de omtrek (PERIMETER) van ieder polygoon de onnauwkeurigheid in de oppervlakte worden aangegeven. De totale onnauwkeurigheid is daarmee afhankelijk van de omtrek:oppervlakte-verhouding. Over het algemeen kan gesteld worden dat de oppervlaktes van afzonderlijke polygonen een bandbreedte hebben van maximaal 10% (bij zeer onregelmatige polygonen). Voor de karteringen in 2009 van de Groninger kwelders, Voolhok en Zandkreek bleken de bandbreedtes resp. 2,2%, 2,1% en 3,2% te zijn.

De betrouwbaarheid van de aan de polygonen toegekende bedekkingsklasse en van het klassemidden van de bedekkingsklassen dragen bij aan de betrouwbaarheid van de bedekking en de biomassa. Aangenomen wordt dat deze schatting een betrouwbaarheidsinterval heeft dat overeenkomt met de range van de klasse. Voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de waarde voor het klassemidden geldt dat dit bij benadering overeenkomt met klassemidden $\pm 1 \cdot \text{sd}$. De betrouwbaarheid van het klassemidden wordt dan gekenmerkt door de standaardfout (SE), te betrekken op het aantal meetpunten dat wordt opgenomen binnen een bedekkingsklasse. Als benadering wordt het aantal metingen per ha als basis gebruikt voor de betrouwbaarheidsschatting. Bij polygonen van 1 ha is de bedekkingsklasse in principe gebaseerd op 50 (lage bedekkingen) resp. 25 (hoge bedekkingen) en 10 (zeer hoge bedekkingen) meetpunten (RWS Meetkundige Dienst 2001), waarmee de bij de klassemiddens behorende SE berekend kan worden (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Gegevens voor kwantificering betrouwbaarheid vlakkenmethode

klasse	Range bedekking	Aantal meetpunten*	Klassemidden $\pm 2SE$	Opm.
0	0-1%	50	$0,5 \pm 0,28^*$	Niet normaal verdeeld; "klassemidden" = 0
1	1-5%	50	$3 \pm 0,56^*$	Klassemidden = 2
2	5-20%	25	$13 \pm 2,8$	
3	20-40%	25	$30 \pm 2,8$	
4	40-60%	25	$50 \pm 2,8$	
5	60-80%	25	$70 \pm 2,8$	
6	80-100%	10	$90 \pm 6,3^*$	Niet normaal verdeeld

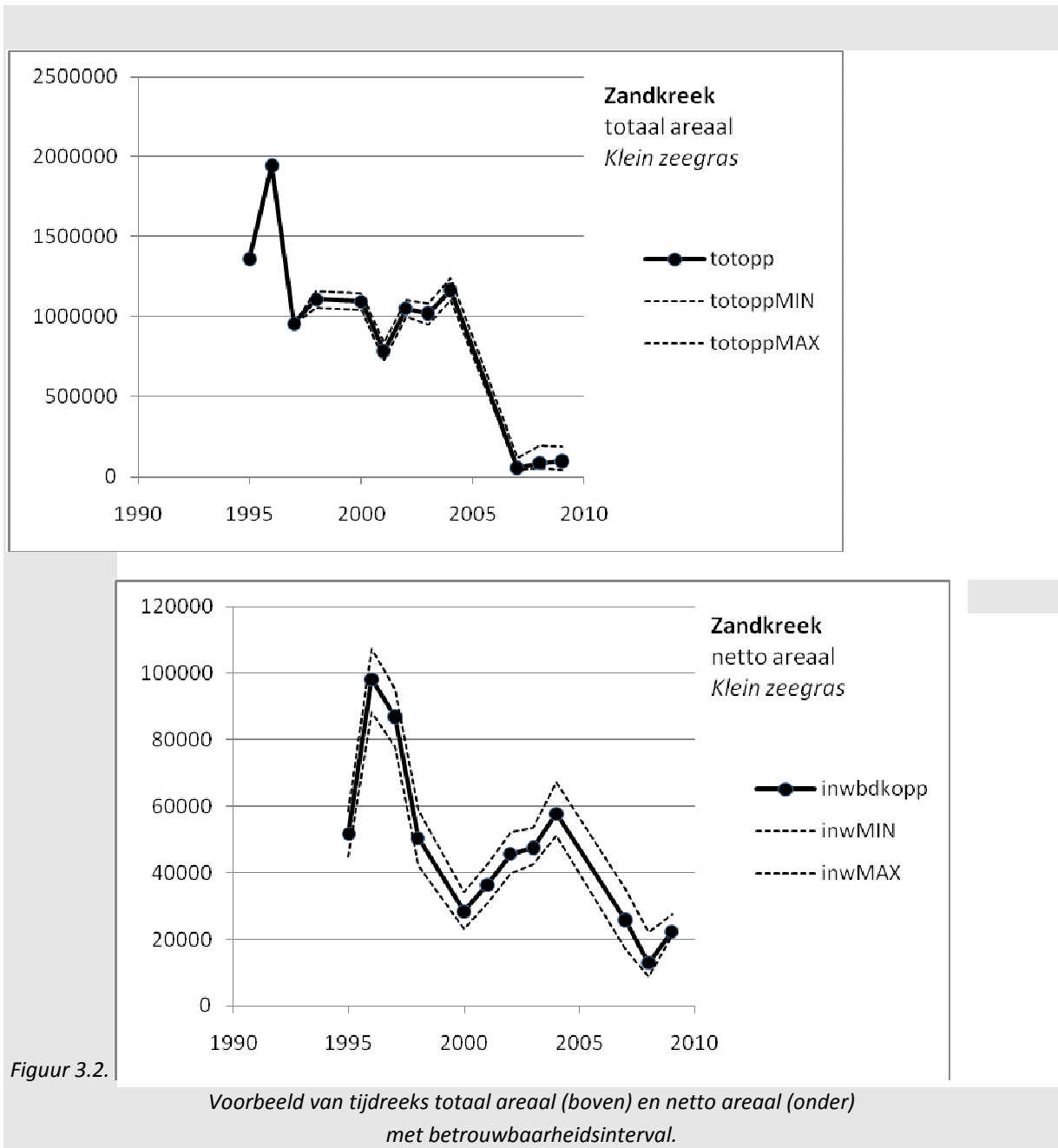
Het aantal veronderstelde meetpunten is gebaseerd op de richtlijnen voor het ondersteunend veldwerk.

Hoe kleiner de standaardfout, des te betrouwbaarder is de schatting van het klassemidden. Overigens wordt er hier vanuit gegaan dat het klassemidden werkelijk het klassemidden is – wat evident niet het geval is bij zeer lage of zeer hoge bedekkingen.

Bij de biomassaschatting speelt daarnaast nog een rol dat de regressiefunctie waarop de schatting gebaseerd is een betrouwbaarheidsinterval heeft. Nadere gegevens over de statistische betrouwbaarheid van deze functie zijn onbekend. Er wordt altijd gerekend met de biomassa behorend bij de klassegemiddelde bedekking. Zelfs als de regressie een zeer hoge R^2 heeft, is er door de breedte van de bedekkingsintervallen een aanzienlijk betrouwbaarheidsinterval. Bij hoge of lage bedekkingen ontstaat daardoor meestal een onder- resp. overschatting van de biomassa. Omdat er tamelijk ruime klassenbreedtes zijn, kunnen aanzienlijke biomassaveranderingen gemist worden. Bovendien is de bedekkingsklasse niet lineair gerelateerd aan de biomassa, waardoor er in de meeste gevallen een

onderschatting van de biomassa optreedt. Het lijkt daarom beter om het netto areaal ('inwendig bedekte oppervlakte') als "proxy" voor de biomassa te gebruiken.

Een voorbeeld van de ontwikkeling van de Zeegrassbegroeiing in de Zandkreek met "95%-betrouwbaarheidsinterval" (bepaald volgens bovenstaande methode) wordt in figuur 3.2 gegeven. Hierbij wordt aangenomen dat er geen delen van het areaal aan de aandacht zijn ontsnapt (hoewel daar een reële kans op is, is die eigenlijk niet in te schatten).



3.2.4. Risico's, Kosten en Optimalisatie

Als nadelen van de vlakkenmethode kunnen worden genoemd:

- Onzekerheden samenhangend met kartering vanaf luchtfoto's: vluchtomstandigheden, vluchtdatum, plaatsbepaling, lichtval, karteerfouten.
- Subjectiviteit bij de interpretatie van vegetatie-vlakken en -grenzen. Hierdoor bestaat er een grote mate van onbetrouwbaarheid in de kwantificering van netto areaal en biomassa.

- Grote inspanning voor ondersteunend veldwerk, vooral als er uitgestrekte gebieden zijn met verspreide pollen.

Tijdens de pilot 2007 is een schatting gemaakt van de tijdsinspanning voor het veldwerk, zie tabel 3.4 (pilot 2007). Op deze getallen is overigens veel af te dingen en de geschatte tijdsbesteding lijkt aan de (zeer) hoge kant, waarbij vooral de Zandkreek er in ongunstige zin uitspringt. De opgegeven tijdsbesteding lijkt daarom niet bruikbaar voor de vergelijking met andere methoden. De kosten worden bepaald door de fotovluchten, kaartinterpretatie en het veldwerk (Tabel 3.5). De eerste is relatief onafhankelijk van het aantal en de omvang van de te monitoren gebieden. Het veldwerk is afhankelijk van het areaal maar vooral de complexiteit daarvan. Bovendien is extra tijd nodig voor het bijwerken van de data, toevoegen van veranderingen en de interpretatie.

*Tabel 3.4. Indicatieve tijdsbesteding van een in 2009 uitgevoerde test in Zandkreek, Dortsman, Voolhok en Groninger kwelders (Tolman 2009). De verstrekte gegevens lijken op een overdreven grote tijdsbesteding te duiden en zijn waarschijnlijk incorrect. Mogelijk is 30% van de benodigde tijd voor het veldwerk een betere schatting (med. D. De Jong). De gecorrigeerde en afgeronde tijdsbesteding is aangegeven met *).*

	Zandkreek Z	Dortsman	Voolhok	Groninger Kwelders (deel)
Oppervlakte ca.	10 ha	20 ha	10 ha	70 ha
Veldwerk	37h30 12h*)	26h00 15h*)	15h15 6h*)	50h30 17h*)
Uitlezen, controleren, toevoegen	5h00	2h00	1h00	6h00
Bijwerken	5h15	2h00	1h00	15h20
Interpretatie	7h35	19h15	0h00	13h30
Totaal	55h20 30h*)	67h20 36h*)	17h15 8h*)	85h20 52h*)

Tabel 3.5. Schatting kosten vlakkenmethode (Opgave DID); in de meeste gebieden wordt de vlakkenmethode in een tweejaarlijkse cyclus uitgevoerd.

Onderdeel	Kosten (euro)
Vlieggkosten	10.000 – 25.000
Veldwerk	50.000
Verwerking (2-3 weken)	10.000
Voorbereiding (1 maand)	15.000
Totaal	85.000 – 100.000

Het is de vraag of verdere optimalisatie van de vlakkenmethode daadwerkelijk mogelijk is. Eventuele mogelijkheden voor optimalisatie zijn:

- 1) verbeteringen/aanpassingen van remote sensing techniek (toename ruimtelijke resolutie, verbeterd spectraal onderscheid in vegetatie) en karteringstechnieken (zie ook hst. 3.4).
- 2) lagere frequentie luchtfoto's: niet iedere karteringsronde hoeft gevlogen te worden.
- 3) Vereenvoudigingen in het veldwerk, waardoor efficiënter gegevens worden ingewonnen (tegen wellicht een wat grotere onzekerheid).

3.3. Rastermethode

3.3.1. Beschrijving

Bij de toepassing van de vlakkenmethode zijn verschillende problemen geconstateerd: hoge uitvoeringskosten, de afhankelijkheid van kwalitatief goede luchtfoto's, en de kans op subjectieve interpretaties. Dit was aanleiding om te zoeken naar andere optimalisatiemogelijkheden van de Zeegras-monitoring.

Naar aanleiding van de praktijkervaringen met de vlakkenmethode van Zeegrasmonitoring, is in 2007-2010 bij wijze van proef de 'rastermethode' uitgevoerd in een aantal deelgebieden, naast de bestaande methode. De bevindingen van de pilots zijn vastgelegd in beknopte rapportages (Boddeke et al 2008, Tolman 2009).

Bij de rastermethode wordt een (virtueel) grid van 20x20 m cellen over het gebied gelegd, waarna elke gridcel ter plaatse te voet wordt onderzocht. Het onderzoek per cel dient te gebeuren door deze zigzaggend door te lopen of langs de rand aan de kant waar het licht invalt. Het raster is gekoppeld aan een invoersysteem met dGPS dat in het veld gebruikt wordt om de cellen te benaderen en de verzamelde gegevens op te slaan. De rastercellen worden één voor één langsgelopen.

In elke gridcel wordt de bedekking opgenomen; individuele pollen worden dus niet gekarteerd zoals in de vlakkenmethode maar zijn onderdeel van de bedekking van één of enkele rastercellen. Bij de pilot is een verfijnde schaal gebruikt met 27 schaaldelen (Tabel 3.6), die eenvoudig te herleiden is naar de 7-delige schaal.

Tabel 3.6. Gebruikte klassen-indeling in de pilot rastermethode

r	p	a	m	2	3	4	5	8
< 1%	< 1%	< 1%	< 1%	2%	3%	4%	5%	6-10%
13	18	23	28	33	38	43	48	53
11-15%	16-20%	21-25%	26-30%	31-35%	36-40%	41-45%	46-50%	51-55%
58	63	68	73	78	83	88	93	98
56-60%	61-65%	66-70%	71-75%	76-80%	81-85%	86-90%	91-95%	96-100%

3.3.2. Beoordeling

In de rastermethode wordt het areaal beschreven als het aantal rastercellen waarin zeegras is aangetroffen. Uiteraard is het zo bepaalde areaal afhankelijk van het aantal rastercellen waarin Zeegras is aangetroffen. Verschil met de vlakkenmethode wordt veroorzaakt doordat het oppervlak van de randcellen (d.i. de buitenste begroeide cellen van een zeegrasveld) maar voor een deel binnen de begroeide vlakken valt.

Het areaal Zeegras wordt bepaald door het aantal begroeide cellen. De areaalgrens in de zin van de vlakkenmethode (AV) loopt geheel binnen het totale oppervlak van begroeide rastercellen. AV is altijd groter dan de verschilberekening {(oppervlakte van de rastercellen) - (oppervlakte van de randcellen)}. De grootte van de rastercellen bepaalt dus de bandbreedte waarbinnen het "werkelijke" areaal ligt.

Op basis van de in 2009 uitgevoerde rasterkartering in de proefgebieden Zandkreek, Voolhok, Groningen en Dortsman, is gekeken hoe de verhouding tussen randcellen en ingesloten cellen uitpakt. Tevens is nagegaan wat het aggregeren van rastercellen tot grotere eenheden voor effect heeft. Hierbij kan worden aangenomen dat het werkelijke areaal zich bevindt tussen de oppervlakte van alle begroeide rastercellen en het oppervlakte van de rastercellen die niet in de randzone liggen. Uit tabel 3.7 komt naar voren dat, zoals te verwachten is, in alle gevallen geldt dat hoe groter de rastercellen zijn, des te groter het op deze manier bepaalde areaal is. Echter ook de bandbreedte waarbinnen het werkelijke areaal ligt wordt snel groter.

Tabel 3.7 Onder- en bovengrens totaal areaal bij verschillende gridcelgroottes. MAX is het totale oppervlakte van alle rastercellen met begroeiing, en MIN is het totale oppervlakte van begroeide rastercellen met uitsluiting van alle randcellen (= cellen die aan onbegroeide cellen grenzen).

Raster 2009	AV/1x1m	20 x 20 m		40 x 40 m		80 x 80 m	
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Zandkreek	9,98	9,00	12,88	8,80	16,16	8,96	23,04
Voolhok	8,59	7,44	10,92	6,88	13,76	5,12	19,84
Groninger Kwelders	61,68	56,84	71,04	61,44	81,60	63,36	98,56
Dortsman	--	30,72	39,16	30,40	44,96	30,72	55,68

Het bepalen van de gemiddelde bedekking is eenduidig doordat van iedere rastercel een bedekkingswaarde bekend is. Door het grote aantal bedekkingsklassen is de betrouwbaarheid van de bedekkingsbepaling hoog. Biomassaschatting op basis van 27 klassen zou met de huidige regressiefunctie kunnen gebeuren, maar voor de vergelijking met de vlakkenmethode is hier de reguliere indeling van 7 bedekkingsklassen gehanteerd.

Een mogelijk negatief aspect voor de beoordeling van de rastermethode is de mogelijke invloed op het Zeegrasveld door het intensieve belopen van de rastercellen. Vooral als er zigzaggend door de rastercellen wordt gelopen zou dit een groot effect kunnen hebben op de bodem en de planten. Dit geldt met name voor de Oosterschelde, waar de Zeegrasvelden nog maar kleine restanten zijn.

3.3.3. Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid waarmee het bruto areaal wordt bepaald is afhankelijk van de blok grootte omdat het aantal blokken simpelweg wordt geteld (NB de definitie van "areaal" is feitelijk anders dan bij de vlakkenmethode); de betrouwbaarheid van het netto areaal is groot. Bij de rastermethode is het areaal het opgetelde aantal cellen waarin zeegras is aangetroffen vermenigvuldigd met de oppervlakte per blok. De nauwkeurigheid van vegetatiegrenzen is dus beperkt (resolutie 20 m). Bij de rastermethode speelt de nauwkeurigheid van de randen in principe geen rol, omdat er met de inhoud van vaste cellen wordt gewerkt. De fout die veroorzaakt wordt doordat de plaatsbepaling van de individuele rastercellen bij de veldmetingen niet exact is, is waarschijnlijk verwaarloosbaar klein. De onzekerheid over de exacte ligging van vegetatiegrenzen is wel aanzienlijk, nog los van wat als 'grens' wordt beschouwd (sterk afhankelijk van interpretatie door opnemer). Kleine verschuivingen in de grenzen worden daarom niet, of pas na lange tijd, opgemerkt. Hoewel het appels met peren vergelijken is, kan niet gesteld worden dat voor het evalueren van de dynamiek van de zeegrasvegetatie de rastermethode dus minder geschikt is dan de vlakkenmethode.

De schatting van de bedekking in de rastercellen gebeurt gedetailleerd (in de pilot 27 bedekkingsklassen, in de huidige opzet 12 klassen) en levert daardoor een hoge nauwkeurigheid op van de bedekkingsschatting in vergelijking met de vlakkenmethode (7 bedekkingsklassen).

3.3.4. Risico's, kosten en optimalisatie

Het veldwerk is eenduidig en kan door ervaren uitvoerders worden uitgevoerd in relatief korte tijd. Ervaring met bedekking schatten is wel essentieel en dient tussen de veldwerkers gedeeld en afgestemd te worden. Belangrijke uitvoeringsaspecten zijn het onderscheiden van soorten en het schatten van bedekkingen bij verschillende lichtinval. Wel is bij grote aantallen rastercellen het gevaar dat de aandacht van de veldwerkers verslapt.

Een ander risico is de grote afhankelijkheid van het gekoppelde plaatsbepalings- en invoersysteem.

Een belangrijk punt van zorg is de mogelijke schade aan begroeiing door vertrapping; zulke schade is een reëel gevolg van het intensief (zigzaggend) doorzoeken van elke individuele rastercel, vooral in de kleine,

kwetsbare zeegrasvelden in de Oosterschelde. Wat precies de (korte-termijn en blijvende) schade is is nooit onderzocht; in de literatuur is alleen een Portugese studie gevonden die negatieve effecten van sterke fragmentatie van zeegrasplanten door intensieve bodembewerking laat zien (Cabaco et al 2005). De voorlopige inschatting is daarom dat de schade niet zeer groot is maar dat enige locale effecten van intensieve, herhaalde betreding niet uitgesloten kunnen worden.

De kosten worden grotendeels bepaald door het veldwerk. Omdat dit eenduidiger is dan de vlakkenmethode kost het veldwerk beduidend minder tijd. In de in 2009 uitgevoerde vergelijking kostte het veldwerk bij de rastermethode 58 uur werk, tegen de vlakkenmethode 129 uur (incl. bewerkingen 225 uur). Dit laatste getal lijkt veel te hoog te zijn (zie tabel 3.4.) In 2007 werd bij het veldwerk op de Groninger Kwelders eveneens de tijdsbesteding bijgehouden en kwam men tot vergelijkbare cijfers. De rastermethode kostte 15 uur, de vlakkenmethode 26h50 (Boddeke e.a. 2008). Daarentegen stellen Groeneweg e.a. (2008) op basis van een test uitgevoerd in het gebied Dortsman dat de tijdsbesteding van het veldwerk bij de twee methoden in het veld ongeveer hetzelfde is.

Tabel 3.8 Tijdsbesteding pilot rastermethode 2009 (Tolman 2009)

	Zandkreek Z	Dortsman	Voolhok	Groninger Kwelders (deel)
Oppervlakte ca.	10 ha	20 ha	10 ha	70 ha
Veldwerk en uitlezen data	4h50	18h00	5h00	30h00
Totaal	4h50	18h00	5h00	30h00

N.B. Hierbij is niet de extra tijd meegerekend nodig voor het onderzoeken van de gebieden die buiten de zeegrasgrenzen op de vegetatiekaart vallen.



3.4. Andere methoden

3.4.1. Remote sensing-technieken

Naast de Vlakdekkende kartering en de rastermethode zijn er in principe andere methoden die voor de monitoring van Zeegras gebruikt zouden kunnen worden:

- Alternatieve remote sensing: in de huidige methode worden luchtfoto's gebruikt. Het nadeel van luchtfotokartering is de interpretatieslag die gemaakt moet worden, en die afhankelijk is van de mogelijkheden om Zeegras (incl. verschillende dichtheden) goed te kunnen onderscheiden. Er bestaan technieken om met laagvliegende scanners meer gedetailleerde beelden op te nemen. De nadelen van luchtfoto's, zoals de kosten en de noodzakelijke interpretatieslag, blijven grotendeels bestaan. De afhankelijkheid van goede weerscondities is groot.

3.4.2. Steekproef-gebaseerde methoden

- Opname van raaien: m.b.v. interpolatie kunnen kaarten worden gemaakt
- Opname van systematische of random monsterpunten: geen kaarten mogelijk, wel geschikt om bedekking en biomassa te bepalen. Systematisch evt geschikt voor kaarten, afhankelijk van dichtheid grid. Uit oogpunt van statistiek zou bij elke bemonstering een nieuwe set random monsterpunten moeten worden gegenereerd; praktisch gesproken is echter een vast grid beter uitvoerbaar.

Bij de rastermethode zou in plaats van het gehele raster op te nemen, een steekproef uit de rastercellen genomen kunnen worden (bijv. gelegen op transecten) om de meetinspanning te verlagen. De betrouwbaarheid van de resultaten blijkt bij een kleiner aantal cellen dat wordt opgenomen snel af te nemen (Tabel 3.9).

Voor het zeegrasareaal dienen in een vast grid alle cellen onderzocht te worden, en kan op grond van het deel van de cellen waar zeegras voorkomt een uitspraak worden gedaan.

Tabel 3.9 Gemiddelde bedekking en standaardafwijking van begroeide cellen (data Groninger Kwelders 2009).

Groningen	Alle rastercellen (1775)	1000 cellen (10x random sample)	500 cellen (10x random sample)	100 cellen (10x random sample)
Gem. \pm 1 s.d.	3,05	3,04 \pm 0,20	3,13 \pm 0,34	2,82 \pm 0,70

4. Vergelijking vlakkenmethode en rastermethode

4.1. Opzet vergelijking

In dit hoofdstuk wordt de vergelijkbaarheid van de twee monitoringsmethoden (Vlakkenmethode en Rastermethode) getoetst. Ten behoeve hiervan zijn de beschikbare vlakkenkarteringen vergrid naar een 20x20 m raster, door van iedere rastercel de gemiddelde bedekking te berekenen. De gebruikte vergriddingsmethode (Blockmean, Nodata=0) is verder uitgewerkt in bijlage 1.

Door vergelijking van de resultaten van de pilots in 2009-2011 waarin gelijktijdige vlakken- en rasterkarteringen werden uitgevoerd, kon de vraag worden behandeld of bedekkingen en arealen bepaald met de vlakkenmethode evenredig met en omzetbaar zijn in bedekkingen en arealen bepaald met de rastermethode.

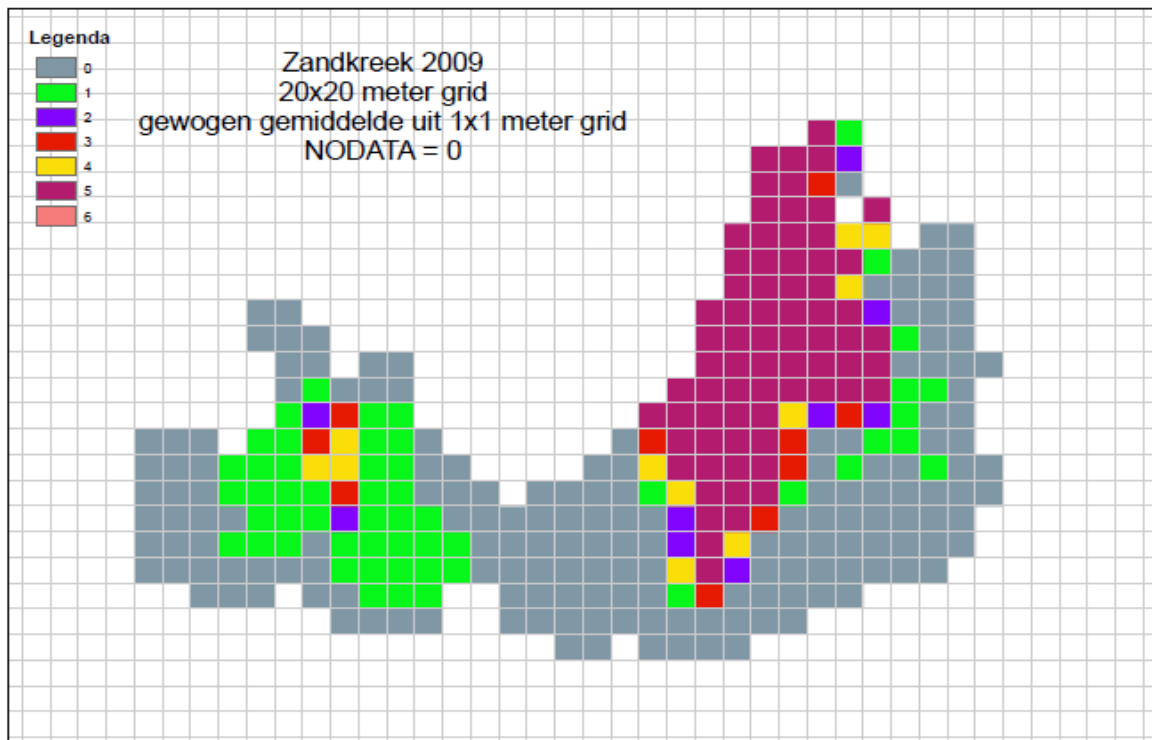
Aanvullend is gekeken of het verschillend aantal bedekkingsklassen dat is gebruikt bij de twee karteringsmethoden van invloed is op het resultaat.

4.2 Pilot vergelijking rastermethode – vlakkenmethode

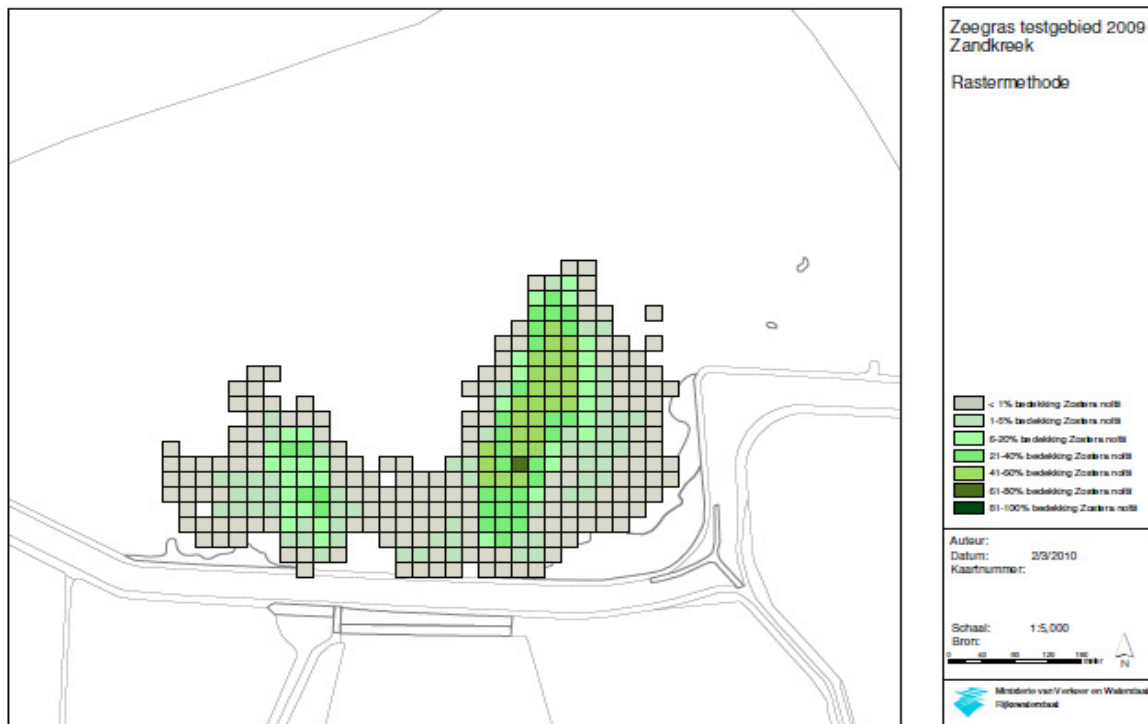
In 2007, 2009 en 2010 is een pilot uitgevoerd met de rastermethode, waarbij een rechtstreekse vergelijking met de tegelijkertijd uitgevoerde vlakkenmethode beoogd werd. Het aantal gegevenspunten in de vergelijking tussen de in 2007 (Groninger Kwelders) en 2009 (Groninger Kwelders, Zandkreek en Voolhok) uitgevoerde pilot-rasterkartering met de kartering met de vlakkenmethode is tamelijk beperkt gebleven. Er kan daarom hier slechts een indicatie worden gegeven. In 2007 is de pilot alleen uitgevoerd op de Groninger Kwelders; de gekarteerde gebieden zijn echter niet hetzelfde afgebakend. In 2009 zijn de gebieden Groninger Kwelders, Voolhok en Zandkreek opgenomen (N.B. de gegevens van Dombosch zijn niet zonder meer bruikbaar omdat voor de twee methoden niet hetzelfde gebied is opgenomen). In 2010 zijn de gebieden Zandkreek en Kats opgenomen.

Figuur 4.1 laat de gelijktijdige karteringen zien die in 2009 en 2010 zijn uitgevoerd. Bij de opname met de vlakkenmethode zijn de losse pollen die buiten het gesloten areaal groeien niet in het kaartbeeld verwerkt. In de rasterkartering zijn 27 bedekkingsklassen gebruikt, maar in de figuren zijn deze vertaald in de 7 klassen die in de vlakkenmethode worden gehanteerd. Het valt op dat, hoewel de gebieden met zee gras en de gebieden met lagere en hogere bedekking in grote lijnen hetzelfde zijn, er ook opmerkelijke verschillen te zien zijn. Zo ligt in de Zandkreek het vlak met hoge bedekking in de westelijke punt niet op dezelfde plaats. Ook is vooral in het oostelijke deel te zien dat de variatie in bedekkingen sterk verschilt: bij de vlakkenmethode wordt een groot gebied met homogeen hoge bedekking ingeschat, terwijl bij de rastermethode veel meer verloop in bedekkingen te zien is. In de Dortsman is het westelijke deel bij de vlakkenmethode niet opgenomen en is het verschil in de bedekkingen hoger dan 1% in het oostelijke deel opvallend aanwezig. Het is niet erg duidelijk waar dit aan te wijten is. Vermoedelijk zijn verschillen in de schatting van bedekking door verschillende waarnemers de oorzaak. Op de locatie Voolhok lijken de twee methoden wel goed vergelijkbaar, maar de bedekkingen zijn hier overal zeer laag. In de Groninger kwelders hebben in de rasterkartering grote delen een lage bedekking die in de vlakkenmethode als hoge bedekking zijn aangegeven. Hier moet bij de uitvoering hetzij in de vlakkenmethode hetzij in de rasterpilot een onverklaarbaar groot verschil in interpretatie van bedekkingen zijn opgetreden. De buitenbegrenzing van het begroeide gebied lijkt bij beide methoden in sommige kweldervakken beter overeen te komen dan in andere, maar over het algemeen geeft de rastermethode een groter oppervlakte aan met zeer lage begroeiing,

Figuur 4.1 Pilot-rasterkaarten Vlakkenmethode (vergrid naar 20x20 m cellen) en Rastermethode toegepast in de gebieden Zandkreek 2009 en 2010, Kats 2010, Voolhok 2009 en Groninger kwelders 2009. (voor de legenda vlakkenmethode zie tabel 3.2, pag.22)

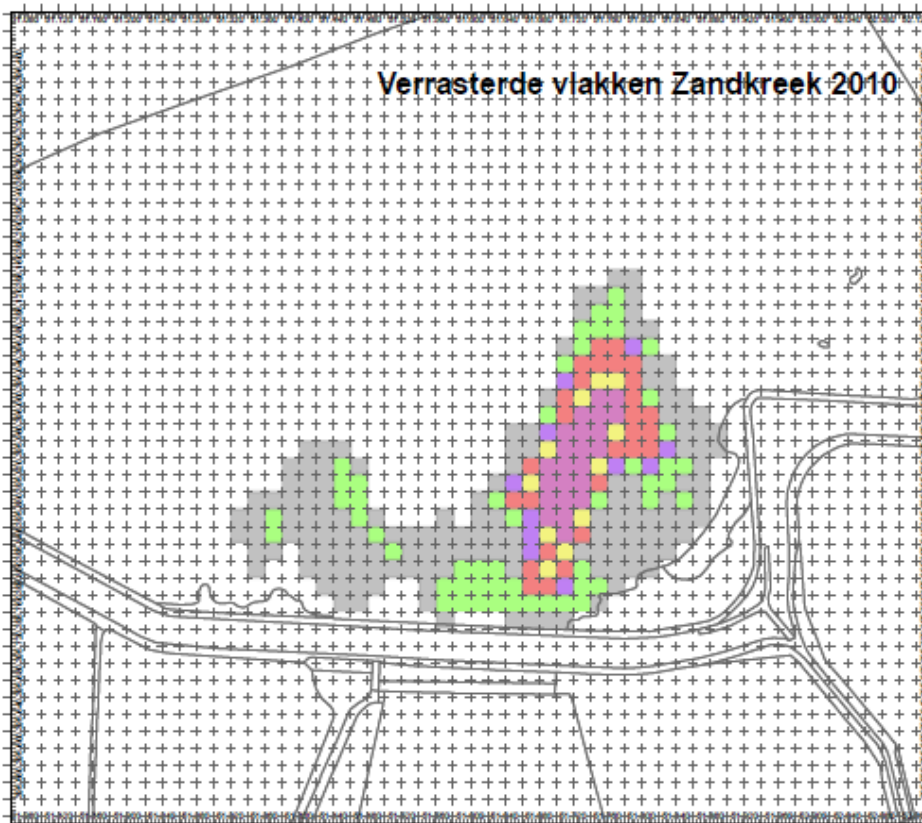


Zandkreek 2009 – Vlakkenmethode

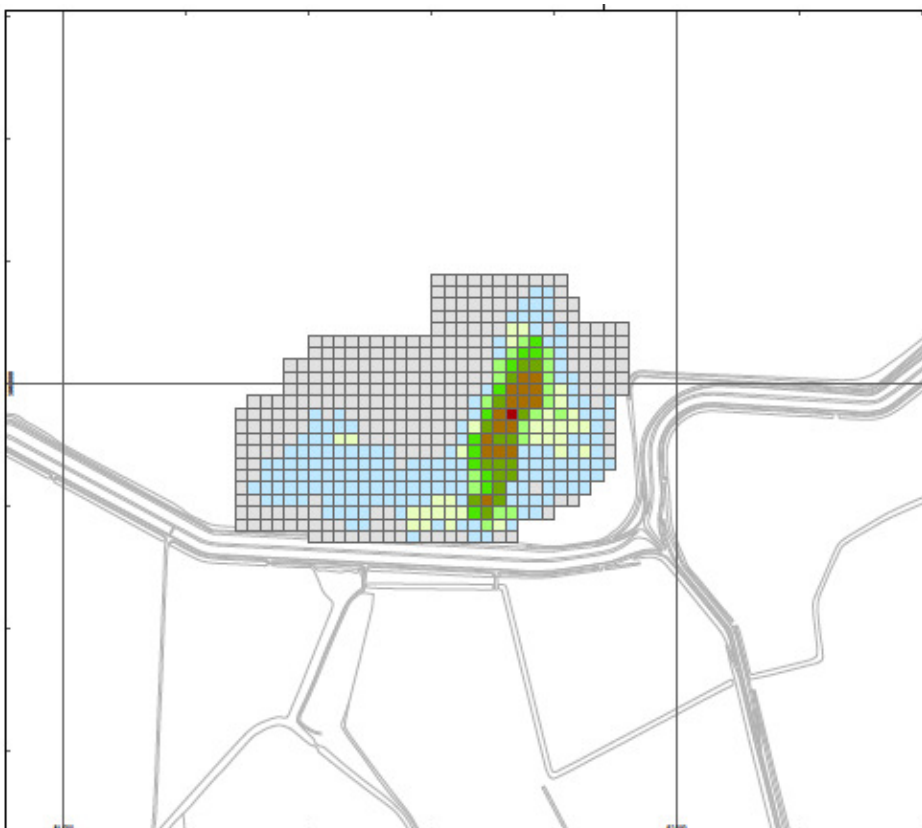


Zandkreek 2009 – Rastermethode

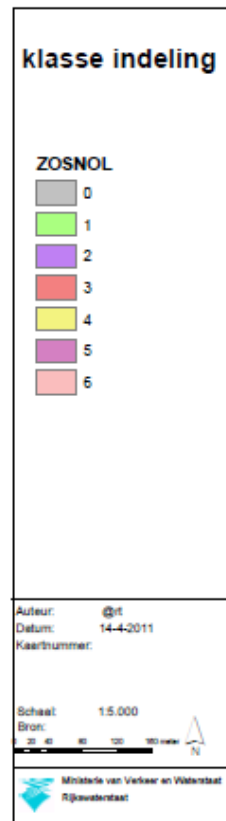
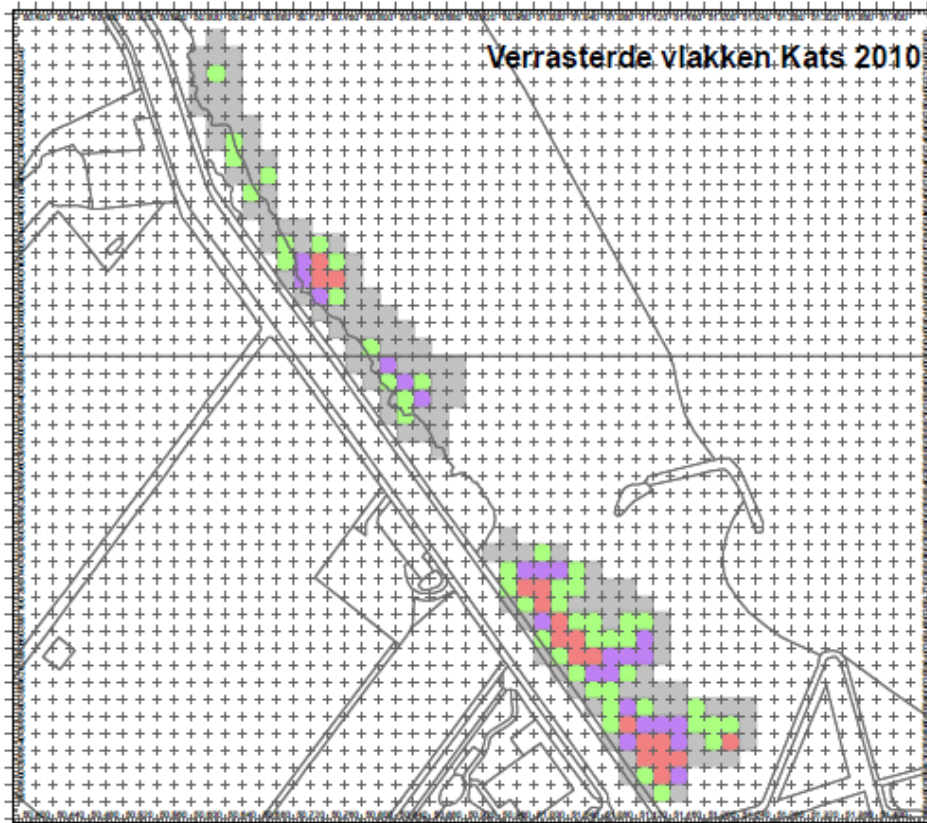
Zandkreek 2010 – Vlakkenmethode



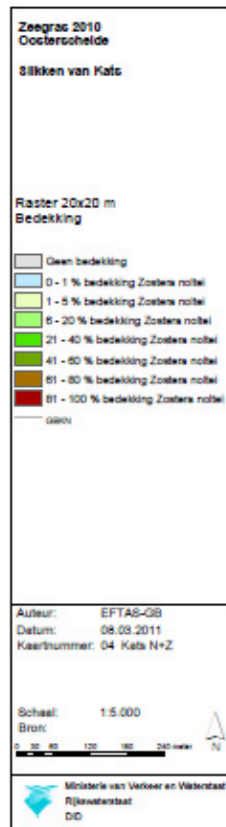
Zandkreek 2010 – Rastermethode



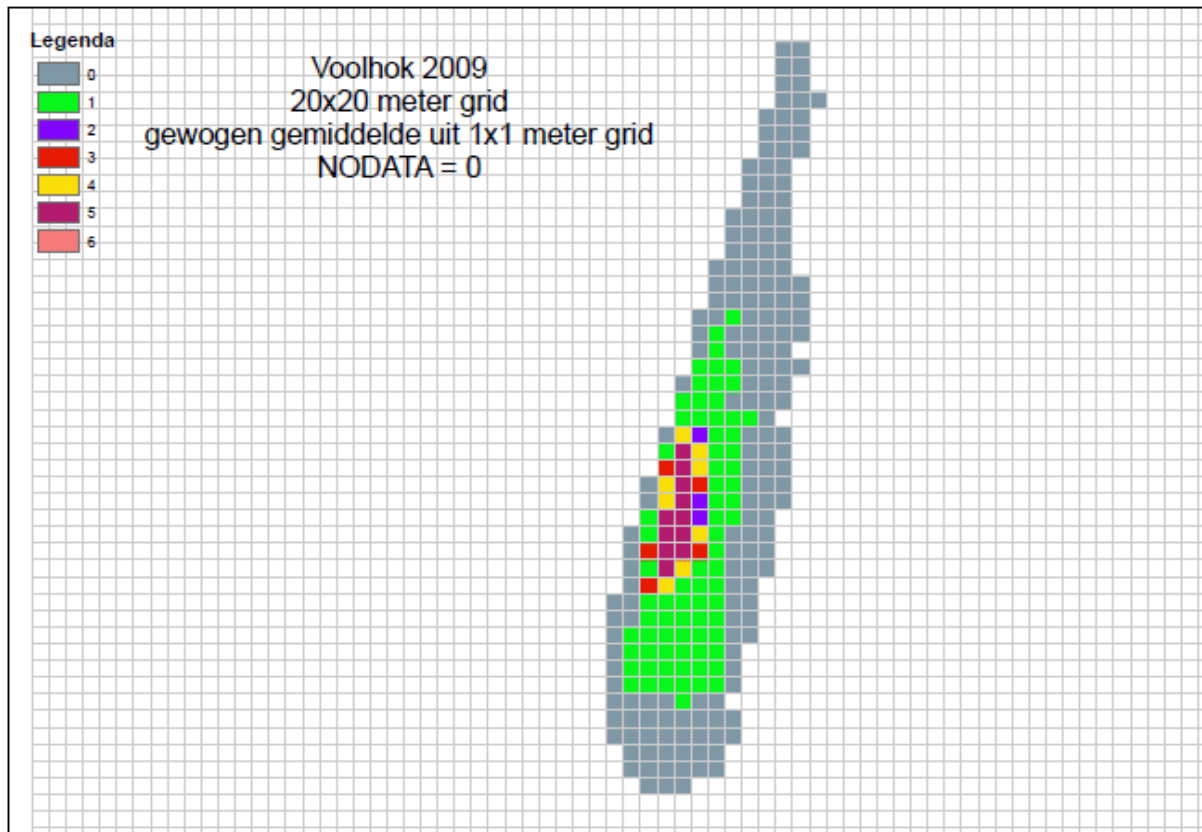
Kats 2010 – Vlakkenmethode



Kats 2010 – Rastermethode



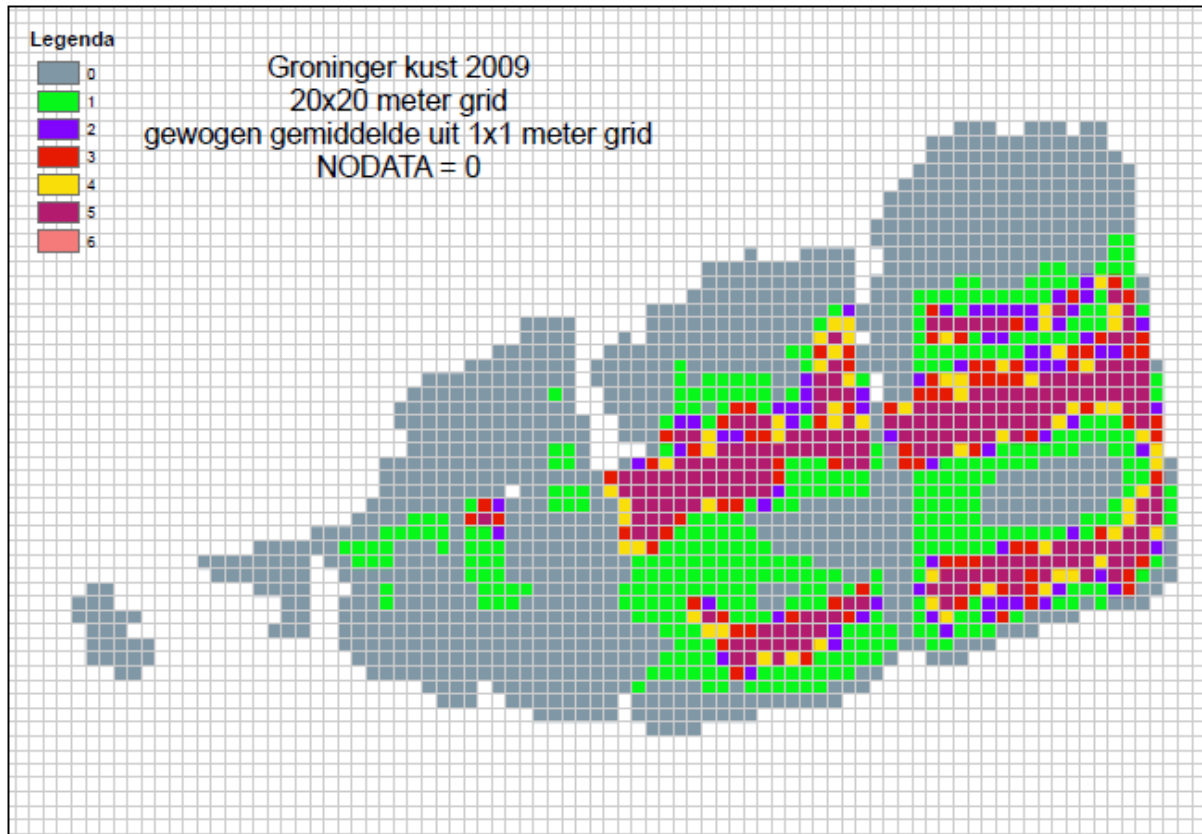
Voolhok 2009 - Vlakkenmethode



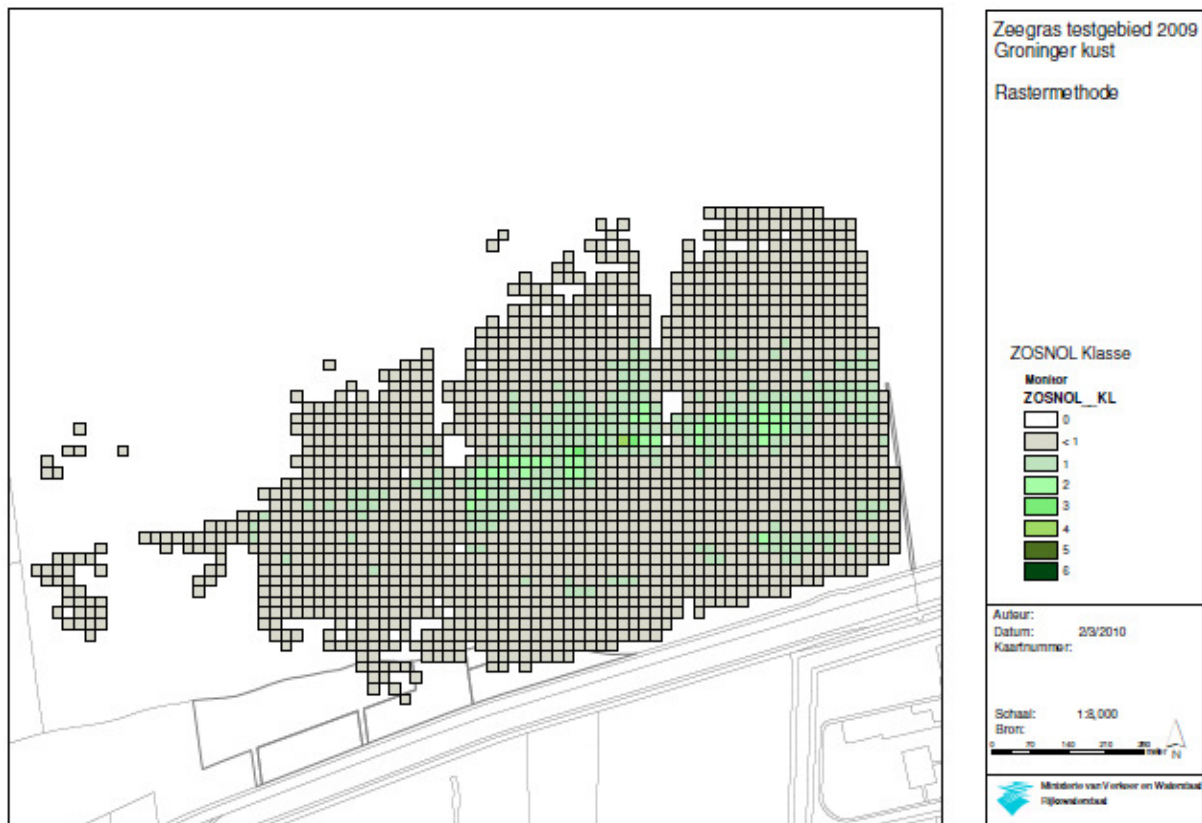
Voolhok 2009 - Rastermethode



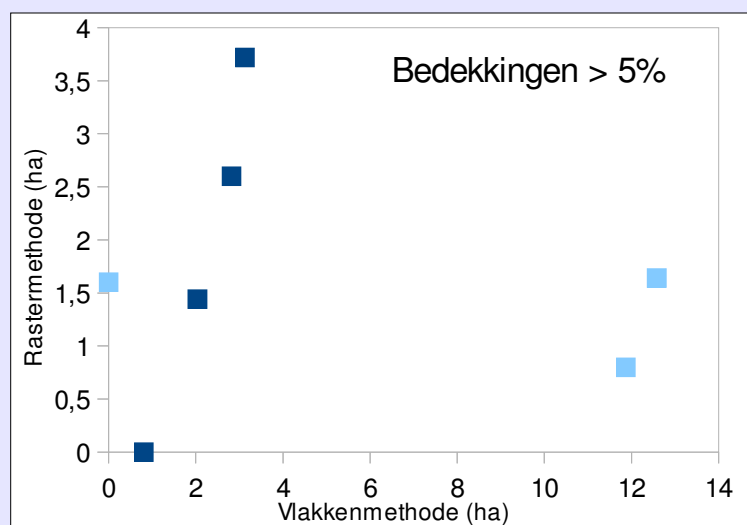
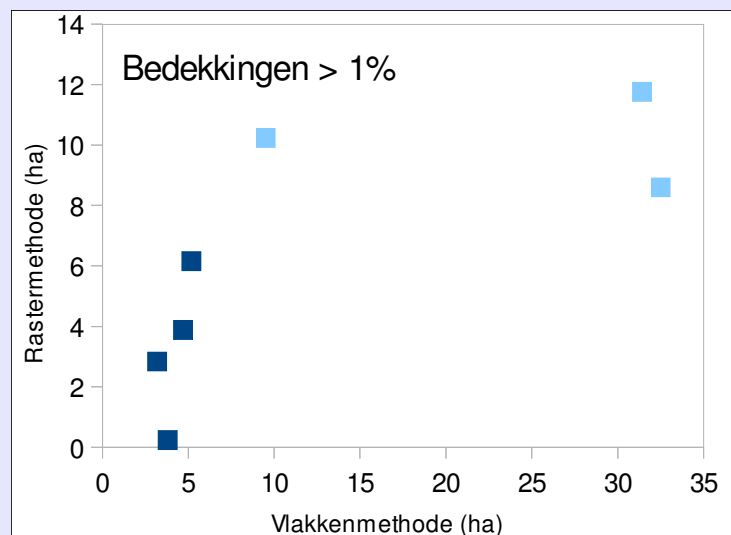
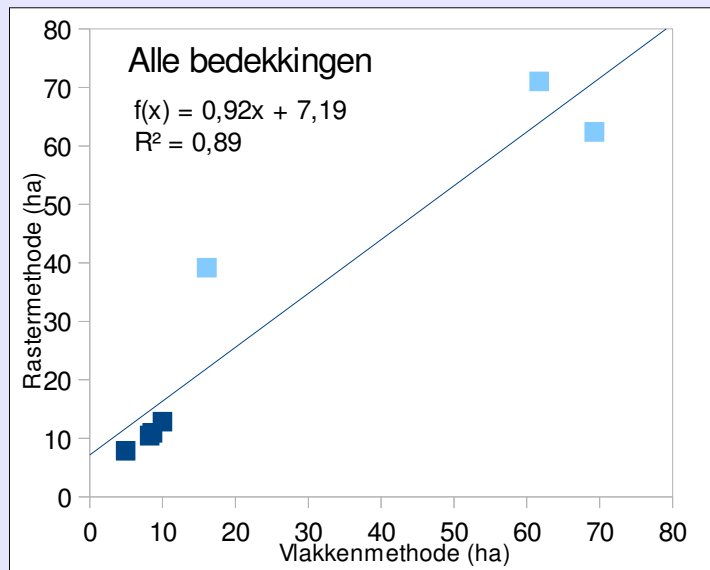
Groninger Kwelders 2009 - Vlakkenmethode



Groninger Kwelders 2009 – Rastermethode



Figuur 4.2. Relatie tussen totale areaal in de vlakkenmethode en in de pilot-rastermethode (2009 en 2010). De lichtgekleurde punten geven de deelgebieden Dortsman resp. Groninger Kwelders aan (zie tekst). Bij het totale areaal van alle bedekkingen (bovenste diagram) is er een significante correlatie tussen vlakkenmethode en rastermethode (regressielijn aangegeven).



Figuur 4.3. Effect van losse pollen op het areaal in de vlakkenmethode (boven) in vergelijking met het areaal volgens de rastermethode (uit Boddeke et al 2008)



Voor een kwantitatief beeld van de uit de pilots verkregen resultaten wordt verwezen naar Figuur 4.2. Met uitzondering van de Groninger Kwelders, lijkt er een redelijk sterke correlatie te zijn tussen de arealen bepaald met de vlakkenmethode en met de rastermethode. Hierbij moet opgemerkt worden dat de voor de locatie Dortsman 2009 aangenomen is dat slechts circa de helft van het gebied dat in de rasterpilot is opgenomen, ook in de vlakkenmethode meegenomen is. Dit is gecorrigeerd door 50% te nemen van de waarden die de rastermethode oplevert. De Groninger Kwelders 2008 en 2009 geven een sterk afwijkend beeld; een deel van de verklaring moet gezocht worden in het ontbreken van de losse pol-metingen in de vlakkenmethode, waardoor een groot gebied met de laagste bedekking gemist wordt (ter indicatie zie Figuur 4.3: Groninger Kwelders 2007).

Op grond van deze beperkte vergelijking (figuur 4.2) kan geconcludeerd worden dat de correlatie tussen vlakkenmethode en rastermethode voldoende groot is om de reeksen te kunnen laten aansluiten. Voor de verschillen die desondanks gevonden zijn kunnen de volgende oorzaken worden genoemd:

- Onvoldoende relevante gegevens beschikbaar (Vlakkenmethode Dortsman is een schatting; gegevens Groninger kwelders zijn niet vergelijkbaar);
- Systematische verschillen in schatting van hogere bedekkingen (met name van belang voor Groninger kwelders);
- Verspreiding van losse pollen is niet meegenomen bij de areaalbepaling in de vlakkenmethode, maar rastercellen met losse pollen worden wel meegerekend bij de rastermethode.

4.3. Bedekkingsklassen

a. indeling bedekkingsklassen

In de kartering volgens de vlakkenmethode worden zeegrasbedekkingen gekarteerd in 7 bedekkingsklassen (zie tabel 3.2). In de pilot rasterkartering is gebruik gemaakt van een 27-delige schaal van bedekkingsklassen, waardoor een veel nauwkeuriger bedekkingsschatting van zeegrasvelden mogelijk is. Zelfs als de nauwkeurigheid van de bepaling van de individuele klassen in het veld lager is dan bij het gebruik van 7 klassen, geeft een fijnere schaal met meer klassen een nauwkeuriger overall-schatting van de bedekking in een zeegrasveld. Bij het doorzetten van een tijdreeks moet bedacht worden dat de klassenindeling, en vooral het aantal bedekkingsklassen, invloed heeft op het resultaat. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat de verdeling van bedekkingswaarden binnen een klasse vooral bij de zeer lage en zeer hoge bedekkingsklassen asymmetrisch is. In tabel 4.1. is te zien dat het effect op het netto areaal groot kan zijn (tot 20% verschil). De verschillen ontstaan vooral door de verfijning van schaaldelen in de hogere bedekkingsklassen; het onderscheid in verschillende schaaldelen met bedekking onder de 1% is niet van belang.

Tabel 4.1. Netto areaal van de gebieden in de pilot-kartering 2009, berekend met resp. 7 bedekkingsklassen en met 27 bedekkingsklassen.

Netto arealen (ha) Pilot 2009	Klasse-indeling Vlakkenmethode (7 klassen)	Klasse-indeling Rastermethode (27 klassen)
Zandkreek	33,26 ha	39,06 ha
Voolhok	0,66 ha	0,85 ha
Groninger Kwelders	12,67 ha	14,32 ha
Dortsman*	17,31 ha	17,20 ha

*) Het gekarteerde gebied in de Dortsman is bij de vlakkenmethode kleiner dan bij de rastermethode.

b. bedekking in gridcellen

Voor het vergelijken van de bedekkingen in individuele gridcellen zijn pilot-gegevens van de rasterkarteringen resp. vergriddede vlakkenkarteringen van de Groninger Kwelders 2009, Voolhok 2009, Zandkreek 2009 en 2010 en Kats 2010 gebruikt. Door per cel de bedekkingsklasse (7-delige schaal) vast te stellen in beide karteringen, kan een rechtstreekse vergelijking worden gemaakt. In Tabel 4.2 zijn de resultaten weergegeven met behulp van diagrammen waarvoor van iedere gridcel is bepaald welke bedekkingsklasse volgens de (vergriddede) vlakkenmethode aanwezig was en welke volgens de rastermethode. De vergelijkbaarheid is groot als het aantal cellen waarin de twee methoden dezelfde klasse aangeven groot is (in de diagrammen aangegeven op grijze ondergrond). Ook is aangegeven hoeveel cellen er waren van iedere bedekkingsklasse, en wat de gemiddelde bedekking van deze cellen is (berekend op basis van het klasse-midden per bedekkingsklasse).

Ter toelichting hoe de diagrammen gelezen kunnen worden een voorbeeld uit het diagram Zandkreek 2009: van de 168 gridcellen die in de rasterkartering een bedekking hadden tussen 0 en 1%, vielen er 123 in de vlakkenbedekking in dezelfde bedekkingsklasse, 13 in de klasse 1-5%, 1 in de klassen 6-20% en 21-40% en 11 in de klasse 61-80%. De 168 cellen die in de rasterkartering in de laagste klasse vallen hebben in de rasterkartering een "gemiddelde" bedekking van 0,5% (= het klassemidden), terwijl deze cellen opgenomen met de vlakkenmethode een "gemiddelde" bedekking hebben van 5,5%.

In tabel 4.3 worden de bruto-arealen vergeleken die zijn afgeleid op basis van de aantallen gridcellen in vlakkenmethode resp. rastermethode. Het areaal dat alle bedekkingen betreft, inclusief de laagste bedekkingsklasse, is in de onderzochte gebieden nagenoeg gelijk (verschil maximaal 3%). Als echter wordt gekeken naar de arealen met hogere bedekkingen, dan liggen de verschillen in de Oosterschelde in de orde grootte 10-20%. Van de gridcellen heeft weliswaar maar 45-60% dezelfde bedekkingsklasse bij de twee methoden, maar 83-97% wijkt hooguit 1 klasse af (Tabel 4.4). In de meeste gevallen is de bedekkingsklasse bij de vlakkenmethode hoger dan bij de rastermethode. Dit stemt overeen met de hogere gemiddelde bedekking van gridcellen (Tabel 4.2).

In de Waddenzee is in de karteringen van de Groninger Kwelders en Voolhok uit 2009 het verschil extreem groot: de rasterkartering levert maar een zeer klein aantal cellen op met een bedekking van >1%, resp. >5%, terwijl de vlakkenkartering een vele malen groter areaal oplevert. Dit extreme verschil kan eigenlijk alleen maar verklaard worden door een verschil in bedekkingsschatting bij de veldopname volgens de twee methoden.

Tabel 4.2. Vergelijkingsmatrix vlakkenkartering – rasterkartering per deelgebied. De aantallen gridcellen met de bedekkingsklasse in resp. de vergriddede vlakkenkartering en de rasterkartering zijn aangegeven. In de grijze vakken staat het aantal gridcellen waarvan de bedekkingsklasse in beide karteringen hetzelfde is.

Zandkreek 2009	Vlakkenkartering								
Rasterkartering	onbegr.	< 1%	1-5%	6-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	Aantal cellen / gem.bed.
onbegroeid		19							- / -
< 1%	19	123	13	1	1		11		168 / 5.5
1-5%		21	26	4		3	3		57 / 8.8
6-20%			11	1	8	3	10		33 / 34.7
21-40%			4	3	1	4	20		32 / 52.9
41-60%						1	26		27 / 69.8
61-80%							1		1 / 70.5
81-100%									- / -
Aantal cellen /	- / -	163/0.8	54/6.5	9/13.0	10/13.5	11/20.0	71/30.1	0 / -	

gem.bedekking									
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Zandkreek 2010									
Vlakkenkartering									
Rasterkartering	onbegr.	< 1%	1-5%	6-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	Aantal cellen / gem.bed.
onbegroeid		23	1						- / -
< 1%	16	119	27	2					164 / 1,0
1-5%		2	22	3	5				32 / 8,1
6-20%			2	5	11	1			19 / 24,1
21-40%				1	8	3			12 / 34,0
41-60%					4	5	8		17 / 55,2
61-80%						2	14		16 / 68,0
81-100%							1		1 / 70,5
Aantal cellen / gem.bedekking	- / -	144/0,5	52/2,0	11/9,6	28/21,6	11/45,3	23/64,4	- / -	
Kats 2010									
Vlakkenkartering									
Rasterkartering	onbegr.	< 1%	1-5%	6-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	Aantal cellen / gem.bed.
onbegroeid		26							- / -
< 1%	22	79	21	4					126 / 1,2
1-5%		8	19	7	1				35 / 5,2
6-20%			4	10	5				20 / 14,8
21-40%			1	2	12				15 / 26,3
41-60%					1				1 / 30,5
61-80%									- / -
81-100%									- / -
Aantal cellen / gem.bedekking	- / -	114 / 0,7	45 / 3,3	23 / 9,3	19 / 25,5	- / -	- / -		
Groninger Kust 2009									
Vlakkenkartering									
Rasterkartering	onbegr.	< 1%	1-5%	6-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	Aantal cellen / gem.bed.
onbegroeid		115							- / -
< 1%	99	852	347	56	47	28	49		1478 / 5,7
1-5%		11	33	18	41	32	122		257 / 45,9
6-20%					1	4	33		38 / 67,3
21-40%							1		1 / 70,5
41-60%									- / -
61-80%									- / -
81-100%									- / -
Aantal cellen / gem.bedekking	- / -	978/0,5	380/0,7	74/1,1	89/1,8	64/2,5	205/4,1	- / -	

Voolhok 2009	Vlakkenkartering								
Rasterkartering	onbegr.	< 1%	1-5%	6-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	Aantal cellen / gem.bed.
onbegroeid		27							- / -
< 1%	23	148	73	2	5	6	9		266 / 5,3
1-5%			1	1		2	2		6 / 43,0
6-20%									- / -
21-40%									- / -
41-60%									- / -
61-80%									- / -
81-100%									- / -
Aantal cellen / gem.bedekking	- / -	175/0,4	74/0,5	3/1,3	5/0,5	8/1,1	11/1,0	- / -	

Tabel 4.3. Samenvatting per deelgebied van de aantallen begroeide gridcellen gevonden in de vlakken- resp. rasterkartering, en het verschil in %.

	Vlakkenkartering			Rasterkartering			Procentueel verschil tussen Vlakken- en Rastermethode		
	cellen begroeid	cellen > 1%	cellen > 5%	cellen begroeid	cellen > 1%	cellen > 5%	cellen begroeid	> 1%	> 5%
Zandkreek 2009	318	155	101	318	150	93	0%	+3%	+8%
Zandkreek 2010	269	125	73	261	97	65	+3%	+29%	+12%
Kats 2010	201	87	42	197	71	36	+2%	+23%	+17%
Gron.Kust 2009	1790	812	432	1774	296	39	+1%	+274%	+1108%
Voolhok 2009	276	101	27	272	6	0	+1%	--	--

Tabel 4.4. Overeenkomst in bedekkingsklasse in individuele cellen bij vergelijking van de vergride vlakkenkartering en de rasterkartering.

	Bedekking VK en RK gelijk	Bedekking VK en RK gelijk ± 1 klasse	Bedekking VK lager dan RK	Bedekking VK hoger dan RK
Zandkreek 2009	153 (45,4%)	281 (83,4%)	58 (17,2%)	126 (37,4%)
Zandkreek 2010	173 (60,7%)	276 (96,8%)	28 (9,8%)	84 (29,5%)
Kats 2010	120 (53,8%)	216 (96,9%)	39 (17,5%)	64 (28,7%)
Gron.Kust 2009	885 (46,9%)	1476 (78,1%)	110 (5,8%)	894 (47,3%)
Voolhok 2009	149 (49,8%)	273 (91,3%)	23 (7,7%)	127 (42,5%)

4.4. Aansluiting bij de monitoringsdoelstellingen

De vlakkenmethode en de rastermethode leveren op een aantal punten vergelijkbare informatie op, maar er zijn belangrijke verschillen waardoor de ene niet zomaar kan worden omgezet in de andere. Essentiële parameters zoals bruto en netto areaal, soortensamenstelling en biomassa kunnen met beide methoden worden gemeten.

Aan de volgende doelstellingen dient voor het meetnet te worden voldaan:

1 – Het meetnet voor monitoring moet de veranderingen in de verspreiding van zeegras in de tijd kunnen vastleggen, met name van het areaal Zeegrasvelden met > 5% bedekking. Voor de bestaande zeegrasgebieden wordt hieraan in beide methoden voldaan. Nieuwe koloniaties van potentiële groeigebieden worden echter niet systematisch gevolgd en dienen naderhand te worden toegevoegd.

2 – Met de meetnetgegevens moeten de bedekking en biomassa van de Zeegras-velden kunnen worden vastgesteld. Beide methoden leveren hiervoor gegevens op, die echter niet op elkaar aansluiten. Door vergridding van de vlakkenkarteringen sluiten deze wel aan op de rasterkarteringen, maar er blijft sprake van een trendbreuk in de gegevensreeks. Het lijkt erop dat deze trendbreuk bij het overgaan van de vlakkenkartering op de rasterkartering met name in de Oosterschelde redelijk beperkt zal zijn (zie 4.2); voor de Waddenzee zijn de verschillen echter groot.

Ook met het verfijnen van de indeling in bedekkingsklassen dient rekening te worden gehouden. Om te kunnen corrigeren voor de trendbreuk is een langere reeks van vergelijkingsgegevens noodzakelijk. Het lijkt raadzaam om vooralsnog voor de berekening van trends in netto areaal en biomassa uit te gaan van de bestaande klassenindeling (van 7 bedekkingsklassen).

N.B. Er is met betrekking tot de biomassa besloten om deze te berekenen op basis van de nieuwe indeling in bedekkingsklassen (12 klassen).

3 – Monitoring moet veranderingen kunnen vastleggen in de soortensamenstelling en abundantie van *Zostera noltii*, *Z. marina* en *Ruppia maritima* binnen Zeegrasgebieden. Beide methoden voldoen hieraan.

4 – Gegevens moeten kunnen bijdragen aan kennisopbouw: voldoende detailniveau is nodig om inzicht te krijgen in lokale Zeegrasdynamiek en om relaties met milieuveranderingen te kunnen leggen. Kaarten met de hoge ruimtelijke resolutie zoals de vlakkenmethode in principe oplevert (hoewel de nauwkeurigheid hiervan lang niet altijd voldoende is), zijn niet te verkrijgen met de rasterkartering. Door de grootte van de rastercellen is het ruimtelijk beeld eerder een blokkenpatroon, waardoor kleinschalige verschuivingen van grenzen van de plaatsen met dichte begroeiing niet gemakkelijk te onderscheiden zijn. Dit is van belang voor het in detail kunnen volgen van met name veranderingen in kleine en/of smalle bandvormige zeegrasvelden. Daarentegen biedt de rastermethode nieuwe mogelijkheden zoals kleinschalige koppeling met 2D water/slibmodellen.

5. Nieuwe opzet MWTL Zeegrasmeetnet

5.1 Conclusies vergelijking vlakkenmethode en rastermethode

Op grond van een afweging van voor- en nadelen van de vlakkenmethode en de rastermethode is gekozen voor het landelijke Zeegrasmeetnet de rastermethode als uniforme standaard te gebruiken. Bij deze afweging hebben verschillende criteria een rol gespeeld, zoals:

- Nauwkeurigheid van de gegevens met betrekking tot de gewenste parameters;
- Betrouwbaarheid van de toestand- en trendbepaling op grond van de gegevens;
- Aansluiting bij de bestaande gegevensreeks van bijna 30 jaar;
- Kosten van uitvoering en verwerking;
- Objectiviteit en reproduceerbaarheid;
- Praktische uitvoerbaarheid en hindernissen.

In Tabel 5.2 wordt een scoretabel gegeven voor de diverse aspecten; in de vergelijking is, naast de vlakkenmethode en de rastermethode, de random-punten methode mee geëvalueerd.

Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid

De werkwijze van elk van de methoden brengt bepaalde onzekerheden met zich mee. Hierdoor is de nauwkeurigheid van de resultaten verschillend, met als gevolg dat de betrouwbaarheid van de kwantitatieve parameters (areaal, biomassa e.d.) verschilt. Mogelijk leidt dat ook tot per methode verschillende uitspraken over trends. Voor de bepaling van het netto areaal en de biomassa levert de rastermethode een grotere nauwkeurigheid op dan de vlakkenmethode, omdat bij de rastermethode in feite een veel groter aantal individuele metingen wordt verricht terwijl de vlakkenmethode veel grotere vlakken met een homogene bedekking oplevert, met een kleiner aantal bedekkingsklassen.

De rastermethode kan geen exacte ruimtelijke patronen van de zeegrasvegetatie weergeven, maar levert een “blokkenpatroon” op. Overigens is de nauwkeurigheid van de grenslijnen bij de vlakkenmethode alleen bij de hogere bedekkingsklassen duidelijk groter. Weergave van exacte ruimtelijke grenzen is niet van belang voor de vereiste toestands- en trendbeoordeling, maar biedt in sommige gevallen minder mogelijkheden voor nader onderzoek naar de oorzaken van waargenomen ontwikkelingen.

Continuïteit gegevensreeks

De vereiste zeegras-parameters (bruto- en netto areaal, biomassa) worden in de methoden op verschillende manieren bepaald (Tabel 5.1). Zoals in hoofdstuk 4 al naar voren kwam moeten de gegevens vergelijkbaar gemaakt worden om de gegevensreeks door te kunnen laten lopen. De voorhanden vergelijkingsgegevens zijn beperkt maar geven wel reden om aan te nemen dat de trendbreuk in de reeksen beperkt zal zijn.

Bij het “aan elkaar knopen” van de trendreeksen blijkt voor de bruto arealen een goede doorloop op te treden; desondanks zal in presentaties van trendreeksen altijd de overgang van de ene methode naar de andere zichtbaar moeten worden aangegeven. Voor de netto arealen en biomassa's blijkt dat de vlakkenkartering een hogere waarde oplevert dan de rasterkartering, omdat de vlakken met een hoge bedekking worden overschat. De netto arealen die bepaald worden met de rastermethode vallen daardoor 10-20% lager uit dan in de vlakkenmethode (Tabel 4.1).

Kosten en uitvoerbaarheid

Uit de afweging op een aantal relevante aspecten (tabel 5.2) komt naar voren dat de rastermethode op een aantal punten voordelen biedt ten opzichte van de vlakkenmethode. De voordelen liggen vooral in de grotere nauwkeurigheid van de bedekkingsschatting en objectiviteit door het uitschakelen van waarnemersafhankelijke interpretatieslagen. Daarnaast is de afhankelijkheid van luchtfoto's minder. Wat het veldwerk betreft lijkt de rastermethode een vergelijkbare, mogelijk zelfs een geringere, inspanning te vergen. Een mogelijk nadeel is echter dat uitvoering van de rastermethode betredingsschade aan de resterende zeegrasvelden zou kunnen veroorzaken.

Wat betreft de geschatte kosten van het Zeegras-meetnet wordt een vergelijking gemaakt in Tabel 5.3. De "afgeslankte vlakkenmethode" betreft het 1x per 3 jaar nemen van luchtfoto's in alle gebieden en het niet of zeer globaal karteren van de zone met laagste bedekking. Verondersteld is dat de veldwerkinspanning voor alle opties gelijk is. Er is uitgegaan van door de DID geschatte kostenposten voor de vlakkenmethode.

Objectiviteit en reproduceerbaarheid

Voor de vlakkenmethode worden tijdens het veldwerk en de luchtfotokartering interpretatieslagen gemaakt die bij verschillende uitvoerders tot verschillende resultaten leiden in begrenzing van vegetatievlakken. Dit is vooral evident in de karteringen van de Groninger kwelders, waar in de vlakkenkartering delen met verspreid groeiende pollen soms als losse pollen worden gekarteerd en soms als vlakken met de laagste bedekkingsklasse. Algemeen kan worden vastgesteld dat in de vlakkenmethode de begrenzing van gebieden met bedekking <1% (klasse 0) zeer onbetrouwbaar is.

Binnen de vegetatievlakken zelf worden bedekkingsvariaties niet gekarteerd en de buitengrenzen van de vlakken worden in het veld op het oog geschat, waardoor aanzienlijke onzekerheden in de areaalschattingen ontstaan (vooral bij de lagere bedekkingen).

Bij beide methoden komen waarnemersverschillen voor in de schatting van de bedekking. Systematische schattingsfouten zullen vooral bij de rastermethode sterk kunnen doorwerken in het resultaat; zulke fouten kunnen verkleind worden door afstemming tussen- en training van veldmedewerkers.

Een nadeel van het ontbreken van luchtfoto's is wel dat eventuele checks achteraf, bijvoorbeeld van onverwachte gridpatronen, niet mogelijk zijn. Ook zijn luchtfoto's de enige blijvend tastbare vastlegging van de toestand en in die zin een validatie-tool. Het nadeel wordt (gedeeltelijk) opgeheven door bij elke 6-jarige cyclus tenminste éénmaal luchtfoto's van de betreffende gebieden te nemen.

Ook bij de vlakkenmethode zou de afhankelijkheid van luchtfoto's verkleind kunnen worden door een lagere frequentie aan te houden: in tussenliggende jaren kan de kartering worden uitgevoerd door in het veld de oude grenzen te controleren.

Ten behoeve van de validatie van het veldwerk (bij alle methoden) kan het van belang zijn op regelmatige plaatsen in-situ foto's te nemen waarmee achteraf soorten en bedekkingen kunnen worden gecontroleerd.

Tabel 5.1 Bepaling van parameters op basis van de vlakkenmethode en de rastermethode.

	Vlakkenmethode	Rastermethode
Bruto areaal	Totaal oppervlakte polygonen met bedekking > x% (of 1x1m grid)	Totaal gridcellen met bedekking >x% (bovengrens)
Netto areaal	Oppervlakte polygonen x klassegemiddelde bedekking (7 klassen)	$\Sigma(\text{Oppervlakte} \times \text{klassegemiddelde bedekking})$ (27 klassen)*
Biomassa	$\Sigma(\text{oppervlakte} \times \text{biomassawaarde})$	$\Sigma(\text{oppervlakte} \times \text{biomassawaarde})$
Soortensamenstelling	Aanwezigheid of aandeel soorten (ha/ha)	Aanwezigheid of aandeel soorten (ha/ha)

* Afhankelijk van de gekozen klassenindeling. In de huidige opzet 12 klassen.

Tabel 5.2 De vlakkenmethode, rastermethode en random-puntenmethode vergeleken door scores voor verschillende aspecten. – negatieve beoordeling, + positieve beoordeling.

	Vlakkenmethode	Rastermethode	Random punten methode
Onafhankelijkheid van luchtfotokartering	- (1/1 – ½)	+ (1/6)	+ (1/6)
Veldwerk			
- Inspanning/kosten	--	+/-	++
- Kennisniveau	+/-	+	+
- Impact	+/-	--	-
- Objectiviteit	-	++	+
Nauwkeurigheid:			
- Areaal	+	++	+
- Bedekking	+/-	++	+
- Locatie	++	+	+/-
- Soortensamenstelling	++	++	+/-
- Vegetatiegrenzen	++	+	--
Betrouwbaarheid/trend	+	++	+/-
Aansluiting bij bestaande gegevensreeks	+	-	--
Validatie	+/-	-	--
Uitvoeringskosten	-	+	++

Tabel 5.3 Kostenschattting opties Zeegrasmeeetnet.

Kosten per jaar (euro)	Vlakkenmethode	Afgeslankte vlakkenmethode	Rastermethode
Vorbereiding	15.000	10.000	5.000
Luchtfoto's	17.500	6.000	3.000
Veldwerk	50.000	45.000	50.000
Verwerking	10.000	5.000	1.000
Totaal	92.500	60.500	56.000

5.2. Methode vanaf 2011

Vanaf 2011 wordt in het zeegrasmeeetnet gewerkt met één standaardmethode. Op grond van de in dit rapport uitgewerkte afwegingen is de rastermethode het meest geschikt om aan de doelstellingen van het meetnet te voldoen.

De rastermethode zal vanaf 2011 worden toegepast in alle karteergebieden. Dit betreft de zeegrasgebieden in de Waddenzee, Eems/Dollard, Oosterschelde en Westerschelde. Aanvullend gebruik van luchtfoto's (oriëntatie, controle en validatie van dichtbegroeide plekken) wordt aanbevolen.

De methode van rasterkartering zoals globaal besproken in hoofdstuk 3.3 is in detail vastgelegd in de RWSV en de opdrachtspecificatie, die jaarlijks worden bijgewerkt. Een aanpassing ten opzichte van de in de pilot 2009-2010 toegepaste werkwijze is dat het aantal bedekkingsklassen dat in het veld wordt onderscheiden is vastgesteld op 12 (0-1%, 1-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%, 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90%, 90-100%). Op deze wijze kan voldoende nauwkeurigheid worden bereikt en worden voldaan aan de informatiebehoefte, terwijl er een overzichtelijke indeling van de bedekkingsklassen blijft bestaan.

Referenties

Boddeke, P.H.N., Japink, M. & Reitsma, J.M. (2008). Rapportage Pilotproef Rastermethode zeegraskartering 2007. Notitie Bureau Waardenburg.

De Jong, D.J. (2007). KaderRichtlijn Water, bepaling referentiesituatie en P/REF-P/GET en opstellen maatlat voor angiospermen en macrowieren in de zoute en brakke watertypen K1, K2, K3, O2 en M32 in Nederland. Versie 6/2007. Bijgewerkte versie van werkdocument RIKZ-ZDO-2006.800.x.

De Jong, D.J., Van Katwijk, M.M. & Brinkman, A.G. (2005). Kanskaart Zeegras Waddenzee. Potentiële groeimogelijkheden voor zeegras in de Waddenzee. Rapport RIKZ/2005.013.

Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerssen, G., Marencic, H. & Wiersinga, W., Eds. (2005). Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, CESS, Wilhelmshaven Germany.

Groeneweg, A., Bergwerff, J & Buiks, J. (2008) Evaluatie Rastermethode Zeegraskartering 2008. Praktijkttoets van de methode. Interne notitie RWS-DID afd. DSPW Eco cluster.

Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst (2001). Standaardvoorschrift Macrofytobenthoskartering in de Waddenzee en Oosterschelde. Rapport MD-GAE 2001.24.

Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P. & Gaeckle, J.L. (2006). SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat. Worldwide edition. University of New Hampshire Publ. 75 pp.

TMAP Expert Group Seagrass Monitoring (2008). TMAP Monitoring Handbook. Tidal Areas – Seagrass. <http://www.waddensea-secretariat.org/TMAP/Handbook/guideline9.html>.

Tolman, M.E. (2009). Pilot rastermethode Zeegrassen. EGG consult / Pranger & Tolman, Rapport 868 EGG-pt.

Bijlage 1 Vergridding van vlakkenkarteringen

De vlakkenkarteringen 1995-2009 zijn omgezet in grids met rastercellen van resp. 1x1m en 20x20m. Om dit te kunnen doen moest worden vastgesteld welke vergriddingsmethode gebruikt moet worden. Daartoe zijn vier verschillende methoden naast elkaar toegepast op de serie vlakkenkarteringen die in het verleden zijn uitgevoerd. De volgende vergriddingen werden uitgeprobeerd:

A 1x1m grids, zonder verdere uitsplitsing van methodiek

B 20x20m grids functie MAJORITY: de bedekkingswaarde van de grootste eenheid binnen een cel wordt gerekend

C 20x20m grids functie BLOCKMEAN: de bedekkingswaarden die binnen een cel voorkomen worden gemiddeld

D 20x20m grids functie BLOCKMEAN: de bedekkingswaarde die binnen een cel voorkomen worden gemiddeld, waarbij de onbegroeide delen zijn meegerekend als 0.

Figuur 1 laat voor het voorbeeld van de vlakkenkartering Zandkreek (2009) zien dat de vier vergriddingsmethoden tot zeer verschillende resultaten leiden. De arealen van de 1x1m grids komen uiteraard zeer sterk overeen met de polygoonoppervlaktes van dezelfde karteringen.

In deze analyse is gekozen om de methode BLOCKMEAN (onbegroeid = 0) te gebruiken om de vlakkenkaarten te vergridden naar een 20x20 m raster. Een simpel grafisch voorbeeld geeft aan, dat deze methode een exacte overeenkomst geeft voor de netto zeegrasarealen bepaald met verschillende grid-groottes en de netto arealen op basis van vlakkenkartering (figuur 2). De overblijvende ruis kan worden toegeschreven aan de omzetting van bedekkingsklasse in klassegemiddelde bedekking en terug

De correlaties tussen de arealen verkregen uit de 1x1 m grids en die uit de 20x20 m grids van alle beschikbare karteringen tussen 1995 en 2009 zijn zeer hoog (figuur 3). Het systematische verschil in bruto arealen is het gevolg van het feit dat rastercellen langs de randen van een zeegrasveld met hun volledige oppervlakte (= 400 m²) meetellen bij het areaal. De grotere oppervlakte blijkt in de beschikbare karteringen in feite alleen op te treden bij het bruto areaal waarin ook de laagste bedekkingsklasse is meegeteld.

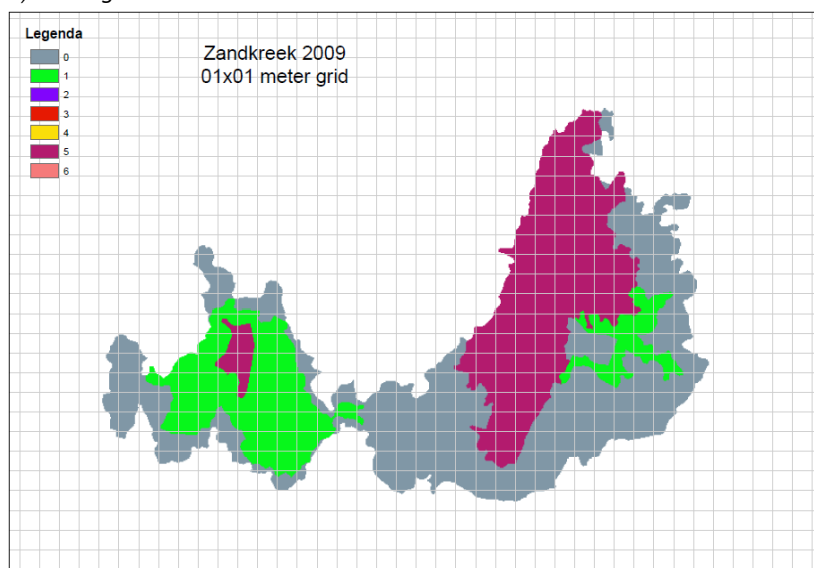
Geconcludeerd kan worden dat de vlakkenkarteringen vergrid kunnen worden tot 'pseudo'-rasterkarteringen zonder dat informatie over arealen en bedekkingen verloren gaat.

Figuur 1 Vlakkenkartering en vergridding van de vlakkenkaart Zandkreek 2009 volgens 4 methoden (vgl. Tabel 1). a) Vlakkenkaart; b) 1x1m grids; c) 20x20m grids functie MAJORITY; d) 20x20m grids functie BLOCKMEAN; e) 20x20m grids BLOCKMEAN (onbegroeid=0)

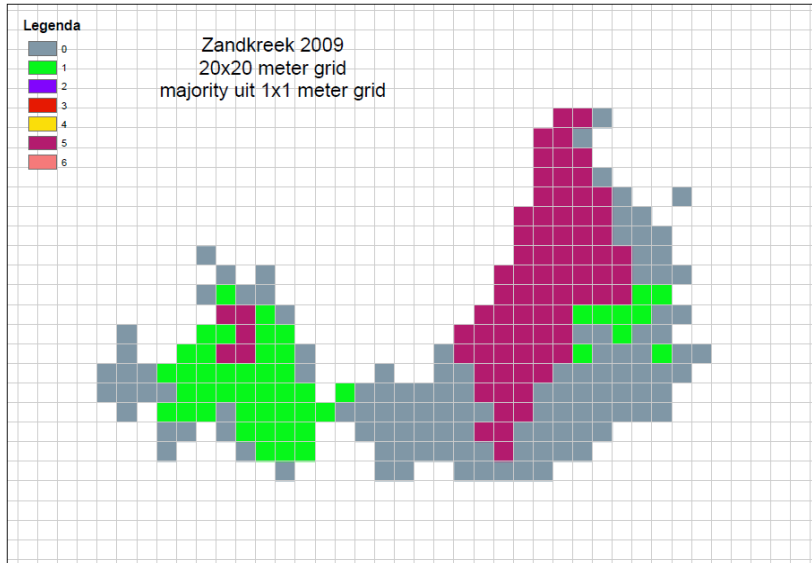
a) Vlakkenkaart



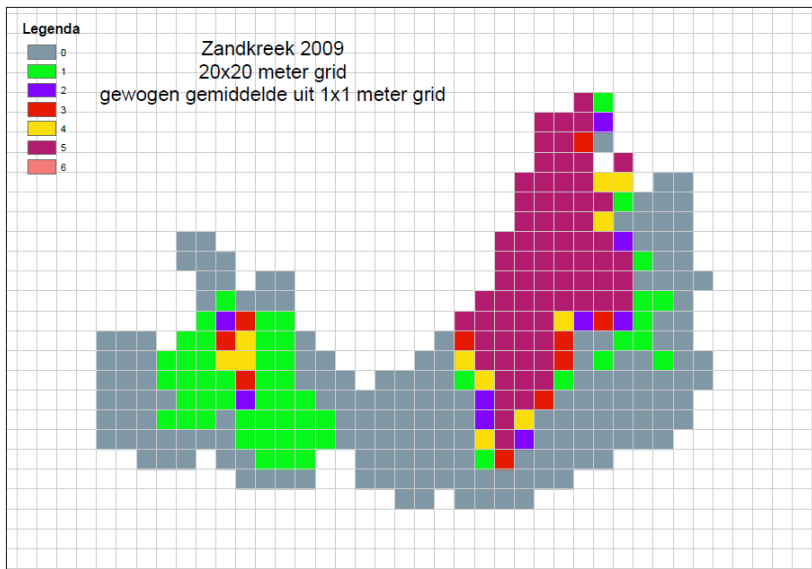
b) 1x1m grids



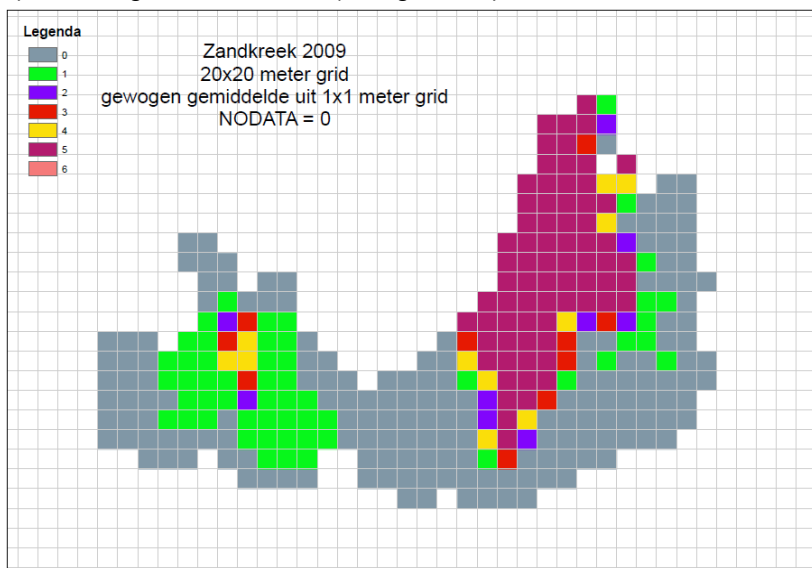
c) 20x20m grids functie MAJORITY



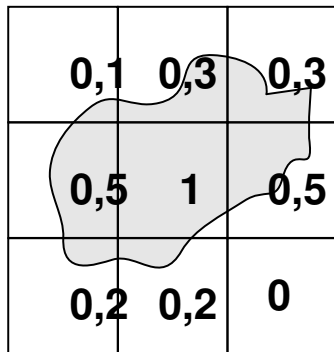
d) 20x20m grids functie BLOCKMEAN



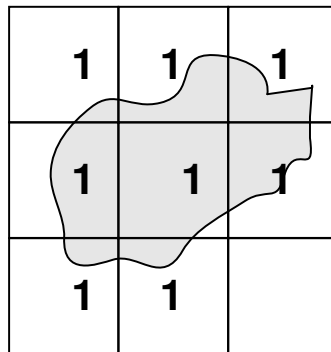
e) 20x20m grids BLOCKMEAN (onbegroeid=0)



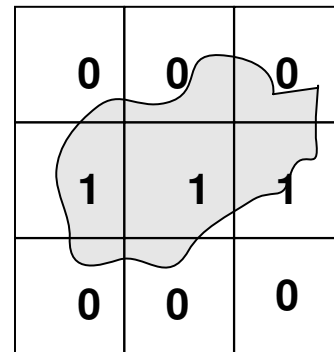
Figuur 2. Vergelijking resultaten netto areaal vergriddingsmethoden waarbij de bedekkingsscores van een zeegrasveldje met bedekking 1 (grijs), in 3x3 rastercellen wordt bepaald.



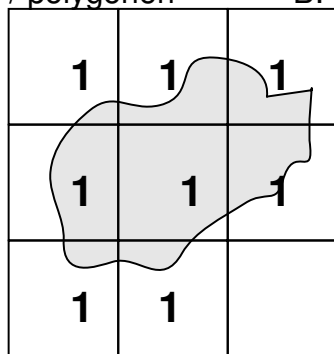
A: 1x1 m / polygonen



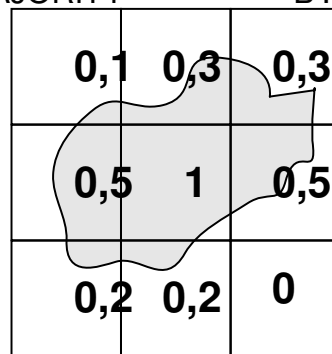
B: MAJORITY



B': MAJORITY (NODATA=0)

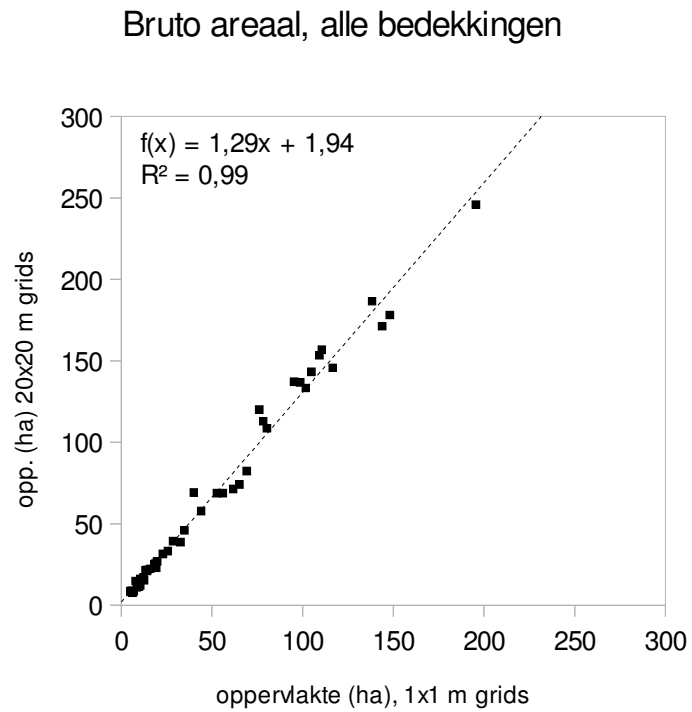


C: BLOCKMEAN

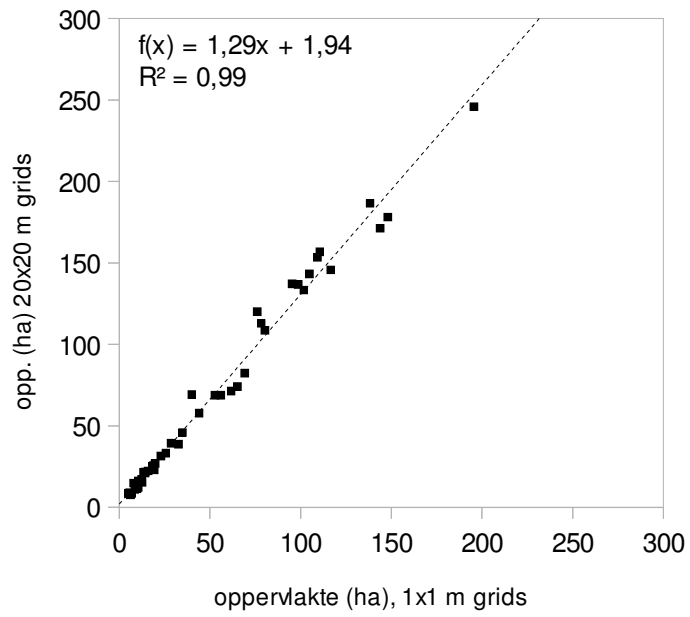


D: BLOCKMEAN (NODATA=0)

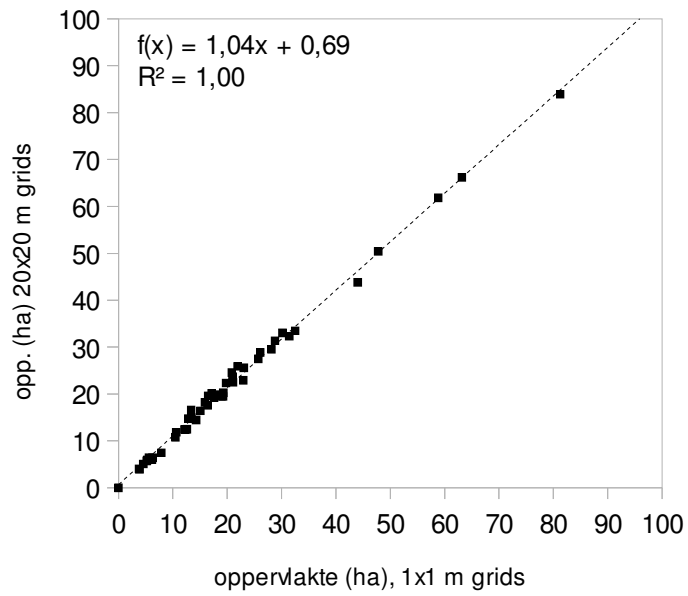
Figuur 3. Vergelijking van de arealen verkregen op basis van de 1x1 m vergridding, en die op basis van de 20x20 m vergridding. Hierbij is zowel naar het bruto-areaal (oppervlakte gebied waar zeegras groeit, ongeacht bedekking), en netto-areaal (oppervlakte x bedekking) gekeken.



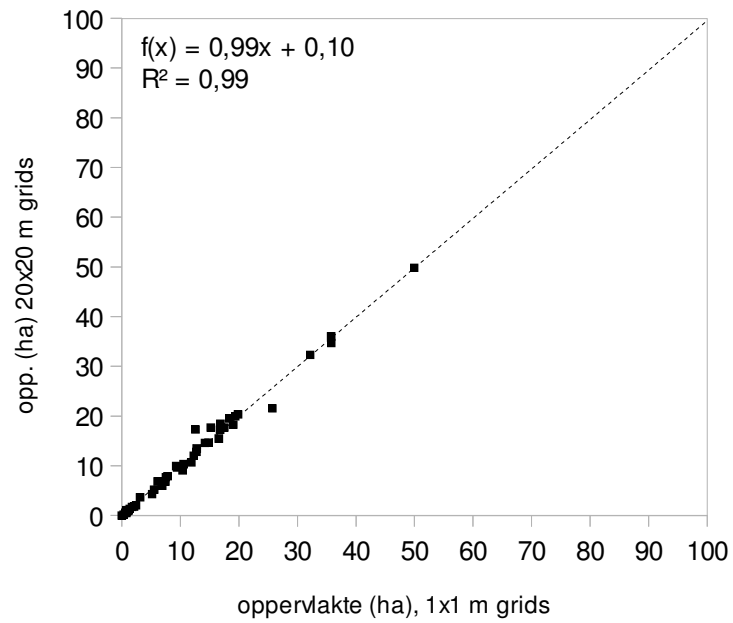
Bruto areaal, alle bedekkingen



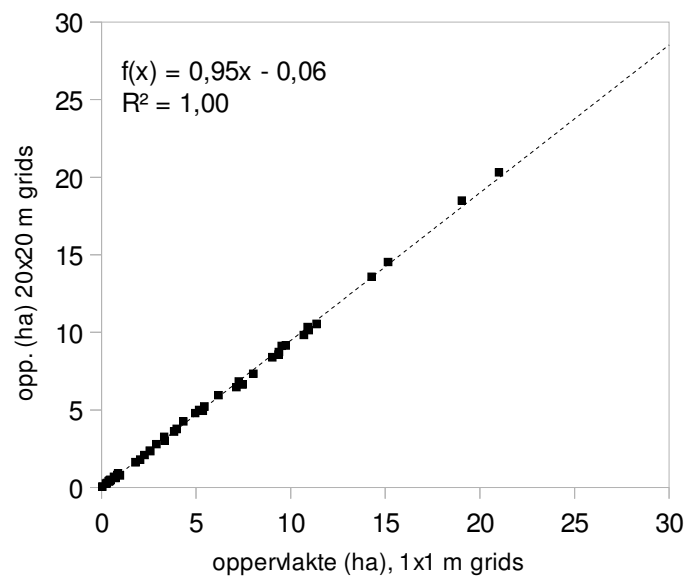
Bruto areaal, bedekkingen > 1%



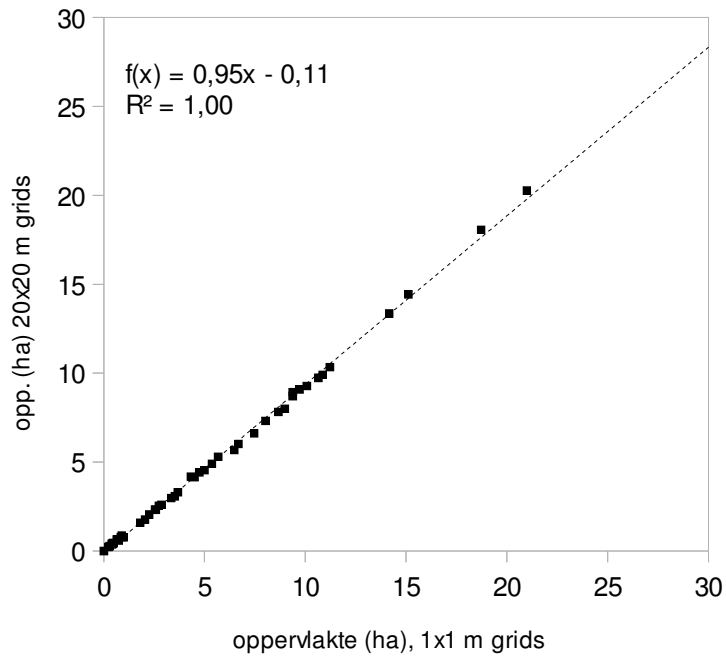
Bruto areaal, bedekkingen > 5%



Netto areaal, alle bedekkingen



Netto areaal, bedekkingen > 1%



Netto areaal, bedekkingen > 5%

