



Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek

Interimrapport (I)
Onderzoek Milieu-effecten Σ -plan
(OMES)

Mathieu Starink, Jaco F. W. A. v. d. Nat, Peter M. J. Herman,
Jack B. M. Middelburg, Karline E. R. Soetaert
en Thomas E. Cappenberg

Interimrapport (I)

Onderzoek Milieu-effecten Σ -plan

(OMES)

Mathieu Starink, Jaco F. W. A. v. d. Nat, Peter M. J. Herman,
Jack B. M. Middelburg, Karline E. R. Soetaert
en Thomas E. Cappenberg

Inleiding

Om de bergingscapaciteit van de Schelde te vergroten is, in het kader van het Sigmaplan, besloten om het schorrenareaal langs de rivier te vergroten en te beplanten met helofyten. Gezien de aard van de geplande ingrepen is het wenselijk om de oecologische gevolgen hiervan nader te onderzoeken. Zoals beschreven in het aanvangsrapport (Starink et. al. 1995) zullen in het kader van het OMES-project de effecten van het vergroten van het schorregebied langs de Schelde met behulp van een wiskundig oecologisch model worden onderzocht. Hiervoor zal het reeds bestaande ecosysteemmodel MOSES (Model of the Scheldt estuary, Soetaert & Herman, 1993) ruimtelijk worden uitgebreid tot de gehele getijde-zone van de Schelde. Tevens zal een submodel ontwikkeld worden dat de milieu-oecologisch relevante bacteriële processen, die zich op de schorren langs de Schelde afspelen zal beschrijven. Het is hierbij van belang dat naast de sturende variabelen ook de interacties tussen de verschillende bacteriële processen en de invloed van helofyten op deze processen in het submodel betrokken zullen worden. Met behulp van aanvullend experimenteel onderzoek zullen de belangrijkste sturende variabelen van deze processen en interacties onderzocht worden. De experimenten zullen zowel in het veld als in het laboratorium plaatsvinden. Uiteindelijk zal het submodel geïmplementeerd worden in het ruimtelijk (tot Gent) uitgebreide ecosysteemmodel MOSES.

In dit interimrapport zal de opzet van het schorren-submodel beschreven worden. Ook zullen de uitgevoerde experimenten en de geplande experimenten beschreven worden die opgezet zijn om de denitrificatie op de schorren langs de Schelde te bestuderen. Tevens zal in dit rapport ingegaan worden op experimenten welke uitgevoerd zullen worden in het pelagiaal van de rivier die betrekking hebben op nitrificatie en denitrificatie door bacteriële populaties. Tot slot zal worden aangegeven welke kennislacunes nog aanwezig zijn en welke aspecten nog nader aandacht verdienen om een verantwoord ecosysteemmodel voor de getijde-zone van de Schelde te kunnen ontwikkelen.

Uitbreiding MOSES

In het kader van het OMES-project zal het ecosysteemmodel MOSES ruimtelijk worden uitgebreid tot de gehele getijde-zone van de rivier. Tevens zullen oecologisch relevante processen welke zich in de z.g. potpolders afspelen geïntegreerd worden in het model. Voor het uitvoeren van sensitivity analyses, calibratie-, en validatiesessies is het noodzakelijk dat er

voor ieder compartiment van het model een bruikbare data-set beschikbaar is waarin alle relevante biologische en chemische parameters zijn opgenomen.

Stand van zaken

Tot aan Gent is de gehele rivier in compartimenten verdeeld en de monsterpunten in ieder compartiment zijn vastgelegd. Tevens zijn er locaties aangewezen waar de "grenscondities" van het model bepaald worden. Een lijst met te meten parameters is opgesteld alsmede de wijze waarop (bij voorkeur) deze parameters bepaald dienen te worden.

Het schorren-submodel

In het te ontwikkelen schorren-submodel zullen bacteriële processen in de bodem beschreven worden. Speciale aandacht zal besteed worden aan het modelleren van de interacties tussen de verschillende bacteriële processen en helofyten. Om deze interacties goed te beschrijven zal de groei van helofyten op de schorren eveneens gemodelleerd worden. Dit helofyten groeimodel zal met name gebaseerd zijn op het model SUCREED (Mayus, 1990) dat een modificatie is van het model SUCROS (Penning de Vries en Van Laar, 1982). De groeifase en/of de fotosynthetische activiteit van de helofyten, welke in het model zijn geïncorporeerd, zullen belangrijke sturende variabelen zijn voor de aard en de activiteit van de microbiologische processen die plaatsvinden in de rhizosfeer van de helofyten die langs de Schelde groeien.

In het model is de totale groeisnelheid afhankelijk van de dagelijkse instraling, luchttemperatuur en plantkarakteristieken zoals o.a. de Leaf Area Index. De groeisnelheden van de organen van de plant (bladeren, stengels, bloemen en ondergrondse organen) worden met behulp van verdelingsratios berekend uit de totale groeisnelheid. De opname van nutriënten en de afgifte van zuurstof door de wortels zullen eveneens gemodelleerd worden. De grootte van de zuurstof flux van de wortel naar de rhizosfeer zal een belangrijke sturende parameter zijn voor de activiteit van ammonium- en methaanoxideerders in de rhizosfeer.

De modulaire opbouw van het helofyten-groeimodel maakt het mogelijk om verschillende submodellen aan de hoofdmodule te koppelen. Deze opbouw maakt het mogelijk om b.v. evapotranspiratie-, dimensionerings- en zoutstresmodules aan het groeimodel te koppelen. De noodzaak om deze modules te integreren in het te ontwikkelen model zal afhangen van de veldwaarnemingen (ruimtelijke en temporele biomassa ontwikkeling en waterpeil gegevens).

Stand van zaken

In samenwerking met Maurice Hoffmann wordt een monitoring programma uitgevoerd om een indruk te krijgen van de boven- en ondergrondse biomassa ontwikkeling van riet gedurende een seizoen. Daarnaast wordt de Leaf Area Index van een aantal planten, alsmede de C:N:P ratio van ondergrondse en bovengrondse plantendelen bepaald. De genoemde metingen vinden plaats op een aantal PQ's langs de Schelde. Bij het bepalen van de ondergrondse biomassa wordt onderscheid gemaakt tussen rhizomen en wortels waarbij het drooggewicht per 5 cm diepte bepaald wordt tot op een diepte van ca. 80 cm. De verkregen data zullen gebruikt worden om het helofyten groeimodel te kalibreren. De verticale verdeling van de wortelbiomassa zal gebruikt worden om de grootte van de rhizosfeer te kunnen schatten. De ondergrondse biomassa bepalingen zijn in februari 1996 van start gegaan en

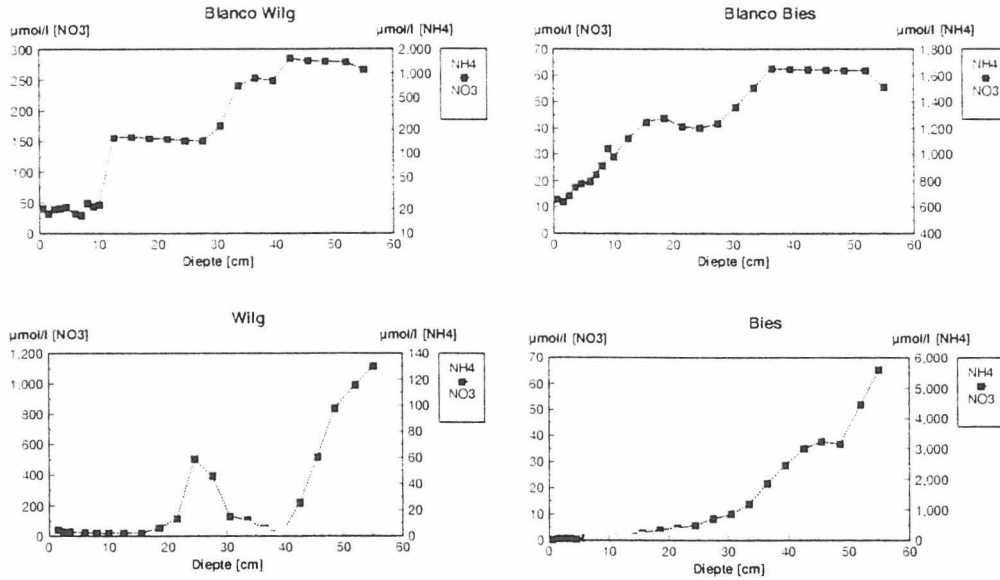
vinden om de twee maanden plaats. In een deel van de sedimentkernen is de biomassa reeds bepaald, de C:N:P ratio bepalingen dienen nog uitgevoerd te worden.

Er is contact gelegd met een groep modellers (Theoretische Productie Ecologie, Wageningen) met wie mogelijk samengewerkt kan worden bij het modelleren van het gastransport door de plant. Overleg aangaande dit onderwerp vindt in juli plaats.

Peepers

Een belangrijk kenmerk van helofyten is dat deze planten zuurstof naar de wortels "transporteren" zodat aërobe verbranding van koolstof in de wortelcellen mogelijk is. Een deel van het "getransporteerde" zuurstof lekt echter weg en komt in de rhizosfeer terecht waar het verschillende microbiële processen kan beïnvloeden. Door poriewater in begroeide en onbegroeide sedimenten te analyseren kan een indruk verkregen worden van hoe helofyten microbiologische processen beïnvloeden. Voor dit doel zijn op het schor te Appels peepers geplaatst in een biespol en in een wilgenstruuel. Tevens zijn twee peepers (fungerende als blanco) in het onbegroeide slik geplaatst; één op gelijke hoogte met de "bies peeper" en één op gelijke hoogte met de "wilgenstruweel peeper".

Nutriënten



Methaan

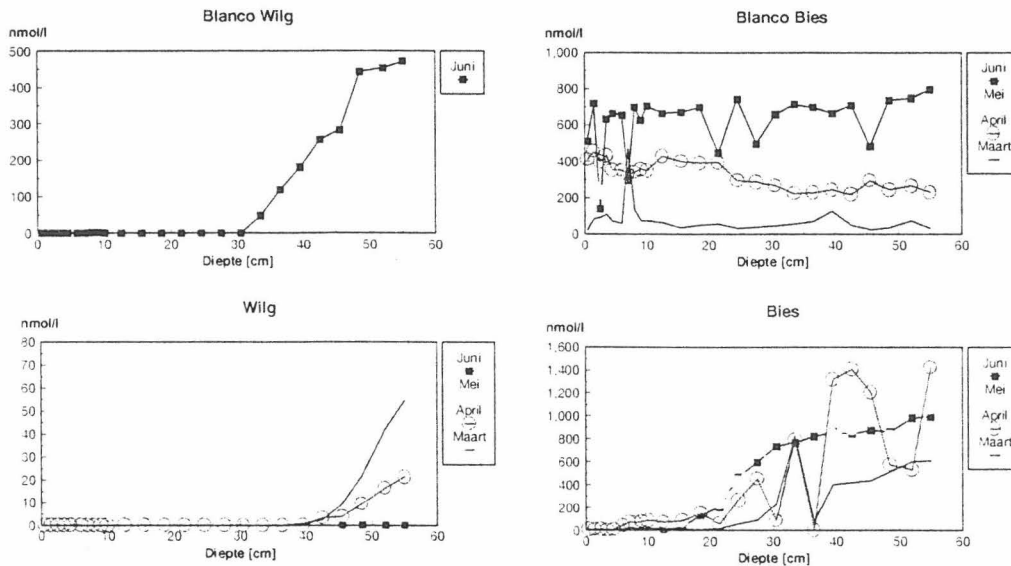


Fig. 1. Voorlopige resultaten poriewateranalyses (te Appels)

Stand van zaken

De peepers worden al van af maart 1996 bemonsterd en zullen nog t/m maart 1997 maandelijks bemonsterd worden. Tot dusver geven de resultaten aan dat wilgen mogelijk grote hoeveelheden zuurstof de bodem inbrengen (Fig.1). Naar aanleiding van dit resultaat is besloten om naast riet en bies ook wilgen nader in het onderzoek te betrekken.

Denitrificatie

In Nederland en (met name) in het buitenland is veel onderzoek verricht aan stikstofverwijdering in natuurlijke en aangelegde moerassen. Echter, onder welke omstandigheden helofyten de gekoppelde nitrificatie en denitrificatie in de rhizosfeer beïnvloeden en mogelijk stimuleren is niet geheel duidelijk. Gezien de doelstelling van het OMES-project is er voor gekozen om laboratorium experimenten te verrichten waarbij inzicht verkregen zal worden in bacteriële processen welke zich in de rhizosfeer afspelen en betrekking hebben op nitrificatie en denitrificatie. Tevens zal getracht worden de belangrijkste sturende variabelen van deze processen te indiceren en nader te bestuderen. Zoals aangegeven in het aanvangsrapport (Starink et. al., 1995) zullen deze studies uitgevoerd worden met behulp van "artificial pore water upwelling systems" (APWU-systems).

Stand van zaken

De APWU-systemen zijn speciaal voor het project geconstrueerd en reeds enige maanden geleden beplant met riet (*Phragmites australis*) en bies (*Scirpus* sp.). De reeds eerder beschreven experimenten zullen worden uitgevoerd wanneer er zich voldoende biomassa in de APWU-systemen heeft gevormd, naar verwachting rond juli/augustus 1996. In het kader van deze experimenten is in samenwerking met Monique de Bie een protocol samengesteld en getest om gelabeld ammonium ($^{15}\text{NH}_4$) en gelabeld ($^{15}\text{NO}_3^-$) nitraat te kunnen bepalen. Het geteste protocol is gebaseerd op de diffusie kamer methode (Blackburn, 1993) en geeft ^{15}N recoveries van > 95% (Fig.2).

Naar aanleiding van de peeper resultaten is besloten om de upwelling systemen ook te beplanten met wilgenschuiten. Hiervoor zijn reeds voorzieningen getroffen.

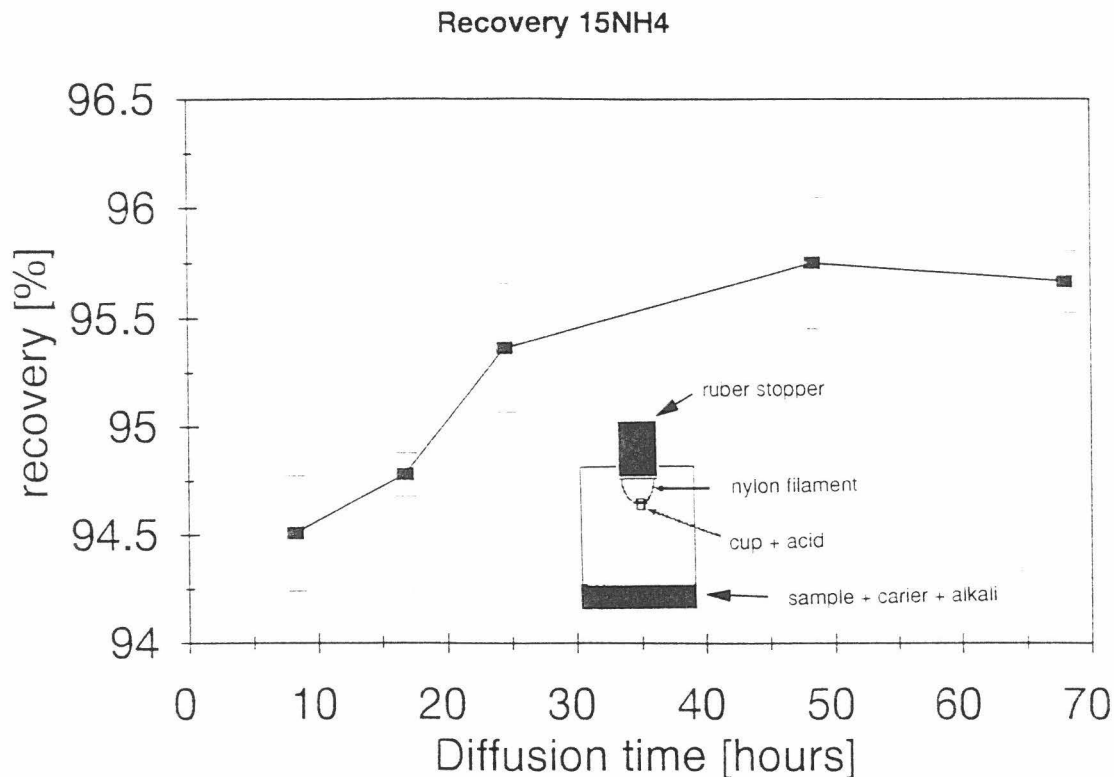


Fig. 2. Recovery van gelabeld ^{15}N na diffusie

Zuurstof afgifte door helofyten

Om de processen in de rhizosfeer zo goed mogelijk te kunnen modelleren is het van groot belang om voor verschillende helofyten een indruk te krijgen onder welke omstandigheden zuurstofflows optreden. Om de zuurstofeffusie onder verschillende condities te kwantificeren is een twee-compartimenten systeem ontwikkeld dat gekoppeld is aan een computersysteem. De lage redoxpotentiaal in het systeem, die vergelijkbaar is met die van sedimenten, wordt verkregen door het toevoegen van een Ti^{3+} -citraatcomplex. Zuurstof dat weglekt uit de wortels wordt gereduceerd door de in de pot aanwezige Ti^{3+} ionen. Middels een meet- en regelopstelling wordt het geoxideerde Ti^{3+} -citraatcomplex aangevuld. De hoeveelheid toegevoegd Ti^{3+} per tijdseenheid is een maat voor de zuurstofflux naar de rhizosfeer. In deze opstelling zal voor riet, bies en voor bewortelde wilgenschuiten het effect van lichtintensiteit, wind en vochtigheid op het zuurstoftransport naar de rhizosfeer onderzocht worden. Naast deze a-biotische variabelen zullen ook biotische variabelen (zoals boven en ondergrondse biomassa, blad oppervlak en ontwikkelingsstadium) in de experimenten betrokken worden. De resultaten van deze experimenten zullen tevens gebruikt worden om de experimenten in het APWU-systeem te optimaliseren.

Phragmites australis

Zuurstof afgifte

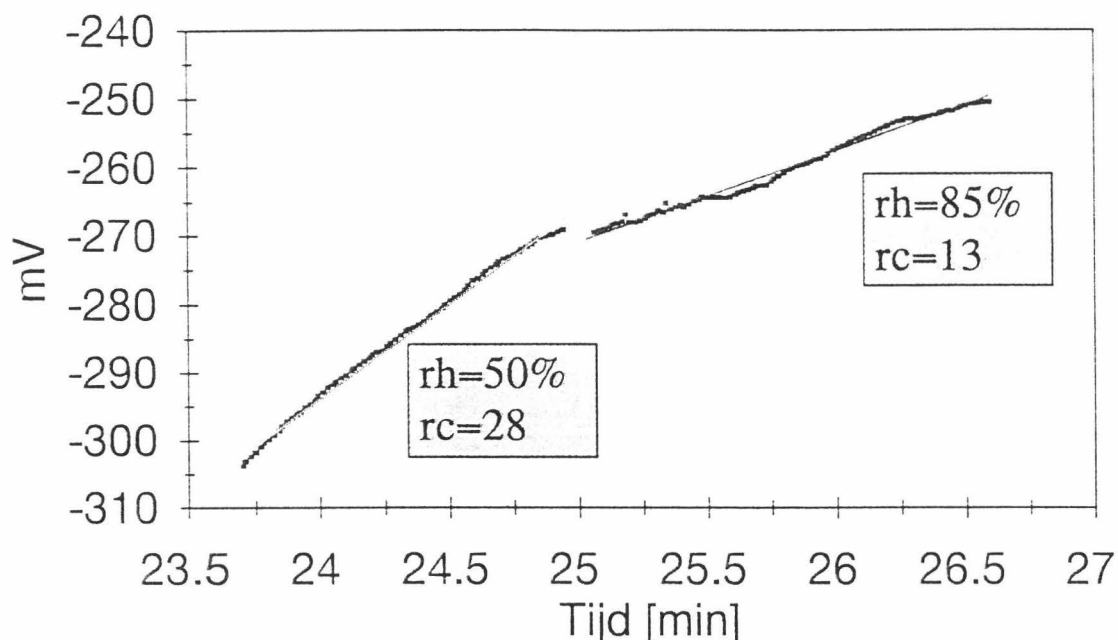


Fig. 3. Zuurstofafgifte experiment. rh = relatieve vochtigheid, rc = richtingscoëfficiënt.

Stand van zaken

Het twee-compartimenten systeem is geconstrueerd en via een Biocontroller aan een computer gekoppeld. Met deze opstelling kunnen verschillende parameters (redox, temperatuur, pH, %O₂ en het aantal ml toegevoegd Ti³⁺) gevolgd en eventueel bijgestuurd worden. De afgelopen maanden is de experimentele opzet geoptimaliseerd en is een protocol opgesteld om zuurstoffluxen te kunnen kwantificeren onder sterk gereduceerde omstandigheden zoals deze zich ook in het sediment van het schor voordoen.

Tijdens inleidende experimenten is vastgesteld dat zowel de lichtintensiteit als de luchtvochtigheid (Fig. 3) het zuurstof transport in de plant beïnvloeden. Momenteel wordt de zuurstofafgifte naar de rhizosfeer van riet gekwantificeerd bij verschillende lichtintensiteiten en luchtvochtigheden. De experimenten zullen worden voortgezet met bies en wilgenschuiten.

Kwantificering van denitrificatie in het veld.

In nauwe samenwerking met Steffan van Damme zal getracht worden om denitrificatie in het veld te meten. Met behulp van de acetyleen inhibitie techniek zullen op het schor van Appels schattingen van de denitrificatie verricht worden in een bies veld, in een met wilgen beworteld stuk sediment en een onbeworteld sediment. Deze metingen zullen zodanig worden uitgevoerd dat ook de invloed van het getij bestudeerd kan worden. De veldmetingen (te

Appels) zullen voorafgegaan worden door laboratoriumexperimenten in de op het CEMO aanwezige getijdenbakken. Het primaire doel van deze experimenten is om de bruikbaarheid van de acetyleen inhibitie techniek nader te testen en te optimaliseren.

Stand van zaken

De getijdenbakken zijn in gereedheid gebracht. In de met bies aangeplante bakken is een kunstmatig getij aangelegd (12 uur hoog / 12 uur laag). De apparatuur waarmee de N_2O emissie gekwantificeerd zal worden is voorzien van een "acetyleen-filter" welke tevens is gekalibreerd. Deze aangepaste apparatuur maakt het mogelijk om tegelijk met de N_2O emissiemetingen ook de acetyleenflux naar het sediment te kwantificeren. Tevens zijn "zippers" in de getijbak geplaatst waardoor het mogelijk is om tijdens de incubatie de poriewater samenstelling te kunnen volgen. Dit laatste is vooral van belang om een indruk te krijgen van de grootte van de nitraatpool in het sediment. De emissie experimenten zullen 15 juli van start gaan. Na het laboratorium werk zullen de veldexperimenten van start gaan waarbij tevens de methaanemissie gekwantificeerd zal worden.

Stikstofcyclus in de waterkolom

In het kader van een promotieonderzoek verricht Monique de Bie onderzoek naar de stikstofcyclus in het estuarium van de Westerschelde. Naar het zich laat aanzien zullen de resultaten van dit onderzoek richting kunnen geven aan de manier waarop de stikstofcyclus in het pelagiaal van de rivier gemodelleerd kan worden. Wanneer het voorbereidend werk verricht is zouden er denitrificatie experimenten verricht kunnen worden met gelabeld ^{15}N tijdens een nog te plannen (routine)vaartocht.

$^{13}CO_2$ -pot experimenten

Helofyten fixeren CO_2 dat voor verschillende processen in de plant gebruikt wordt. Zo wordt een deel van de primaire productie, zowel boven als ondergronds, gerespireerd en een deel wordt vastgelegd in ondergrondse en bovengrondse biomassa. Echter, belangrijke hoeveelheid van het naar de wortels getransporteerde koolstof lekt weg naar de rhizosfeer. Voor het model is het belangrijk dat deze processen gekwantificeerd worden voor verschillende waarden van de belangrijkste sturende variabelen. Experimenten met $^{13}CO_2$ waren gepland om het transport van koolstof naar en van de wortels en het "weglekkende" koolstof te kwantificeren (zie experimenten helofyten beschreven in het aanvangsrapport Starink et. al. 1995).

Stand van zaken

Er zijn aangaande dit onderwerp geen vorderingen gemaakt. Mogelijk kan dit onderwerp in een later stadium uitgevoerd worden. Echter, gezien de beschikbare hoeveelheid tijd lijkt het wenselijk om dit onderwerp uit te laten voeren door een promotiekandidaat. Met In nauwe samenwerking met Maurice Hoffmann zal een concept voorstel geschreven zal worden.

Schelde database

Al enige jaren wordt er door het CEMO een aantal fysische en chemische parameters bepaald op verschillende stations in de Westerschelde. Het ligt in de bedoeling om deze data tezamen met data verzameld door andere onderzoeksinstituten (zie b.v. van Damme et al., 19..) te gebruiken om veranderingen in de oecologie van de rivier de Schelde te traceren en te evalueren met het te ontwikkelen model. Voor dit doel zal een database opgezet worden zodat de data relatief makkelijk beschikbaar zullen zijn. In principe kan deze database ook gebruikt worden om de chemisch en fysische parameters op te slaan die verzameld worden tijdens de routine vaartochten van 1995 en 1996 door het Instituut van Natuurbehoud te Brussel.

Stand van zaken

Besloten is om de kern van het bestaande database systeem LIMS van het CEMO te gebruiken voor de opslag van de chemische en fysische parameters van de Westerschelde. Er is een begin gemaakt met het verzamelen van de CEMO data vanaf 1980. De reeds verzamelde data zijn op uniforme wijze in spreadsheets ingebracht zodanig dat deze overgebracht kunnen worden naar de database.

Aandachtspunten

Voorzover ik kan overzien zijn er binnen het OMES-project een aantal zaken die nog enige aandacht behoeven.

- 1) Het zou nuttig zijn om alle data welke binnen het OMES-project verzameld worden op te nemen in een database welke voor alle participanten beschikbaar is.
- 2) Het zou wenselijk zijn peilbuizen te plaatsen op de PQ's waar bovengrondse en ondergrondse biomassa bemonsterd wordt. Op Appels zouden twee peilbuizen geplaatst dienen te worden, één tussen de blanco peeper en de bies peeper en één tussen de blanco peeper en de wilgen peeper.
- 3) Worden de BOD metingen met en zonder allylsulfide uitgevoerd?
- 4) Worden de Si metingen uitgevoerd?
- 5) Transport dood rietmateriaal.
- 6) Zijn er meteorologische gegevens beschikbaar (instraling, temperatuur etc.)
- 7) N depositie (regen)
- 8) Oppervlakte en diepte van de riviercompartimenten.
- 9) Oppervlakte schorren en (potentiële)potpolders (per compartiment)
- 10) In verband met het peeper en N₂-emissie onderzoek te Appels zou het nuttig zijn om hydrologische onderzoek te verrichten op deze locatie. In welke mate is het grondwaterpeil getij afhankelijk en zijn er significante laterale stromingen in de bodem?

Literatuur

- Blackburn, T. H. 1993. Turnover of $^{15}\text{NH}_4^+$ Tracer in sediment. In: P. F. Kemp, Sherr, B. F., Sherr, E. B., and Cole, J. J. (eds.). Handbook of methods in aquatic microbial ecology.
- Mayus, M. M. (1990). Sucreed, growth model of reed. Department of theoretical production-ecology agricultural university Wageningen.
- Penning de Vries, F. W. T. and van Laar, H. H. 1982. Simulation of crop growth and plant production. Simulation Monograph, Pudoc, Wageningen
- Soetaert, K., and P. M. J. Herman. 1993. Model of the Scheldt Estuary Ecosystem model development under SENECA. Ecolmod report EM-3 / JEEP report.
- Starink, M., J. F. W. A. v. d. Nat, P. M. J. Herman, J. B. M. Middelburg, K. E. R. Soetaert en T. E. Cappenberg. 1995. Aanvangsrapport onderzoek milieu-effecten Σ -plan (OMES).