

Aan
Projectgroep Zeebekken

Contactpersoon	Doorkiesnummer
Gillis Wattel	0118 - 672309
Datum	Bijlage(n)
10 maart 2000	-
Nummer	Product
RIKZ/AB-2000.808x	-
Onderwerp	
Waterkwaliteit en -kwantiteit Veerse Meer en de daarop afwaterende gebieden (Monitoring 1999)	

1. Inleiding

Het Veerse Meer is een brak water meer waarop veel polderwater wordt uitgeslagen. Een gevolg daarvan is dat het meer zwaar wordt belast met eutrofiërende stoffen zoals stikstof en fosfaat. Om de waterkwaliteit van het meer te verbeteren is besloten om in de Zandkreeksdam een doorlaatmiddel aan te leggen met een gemiddelde capaciteit van 40 m³ per seconde. Via dit doorlaatmiddel kan het Veerse Meer worden verversd met schoon Oosterscheldewater, waardoor naar verwachting de waterkwaliteit aanzienlijk zal verbeteren. Besloten is om voor de bouw van het doorlaatmiddel de huidige toestand nog eenmaal goed vast te leggen. Dit is gedaan door in het jaar 1999 het Veerse Meer en de omliggende polders uitgebreid te bemonsteren.

In dit werkdocument zullen de resultaten van deze monitoring worden besproken; tevens zal worden aangegeven hoe de meet- en analyseresultaten zijn verwerkt en hoe deze zijn opgeslagen.

2. Waterkwaliteit

Algemene waterkwaliteit Polderwater

Het Waterschap Zeeuwse Eilanden is primair verantwoordelijk voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in hun beheersgebied. In het Veerse Meergebied houden zij de vinger aan de pols door, roulerend om de drie jaar, een drietal op het Veerse Meer uitslaande polders bij de gemalen maandelijks te bemonsteren. Dit is voldoende om een algemene indruk te krijgen. Op verzoek van RIKZ zijn in 1999 door het Waterschap bij uitzondering alle op het Veerse Meer uitslaande polders bij de gemalen maandelijks bemonsterd en de genomen watermonsters geanalyseerd. Omdat het Waterschap bepaalde analyses niet zelf kon verrichten zijn de watermonsters in duplo genomen om de ontbrekende analyses door RIKZ te laten verrichten. Bij RIKZ is het analyseren van de watermonsters sterk geautomatiseerd waardoor de analyse voor een groot aantal parameters automatisch gelijktijdig wordt uitgevoerd. Daardoor is een aantal analyses zowel door het Waterschap als door RIKZ

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200
Telefax 0118 651046

verricht. Alle analyseresultaten zijn, gerangschikt naar lozingspunt, opgeslagen in de file **Waterkwaliteit.xls** op het tabblad **Polders**. Omdat het wel interessant is om de resultaten van de beide laboratoria met elkaar te vergelijken zijn voor elke parameter waarvoor dubbele resultaten waren deze naast elkaar gezet, waardoor ook een stukje meerwaarde is gecreëerd (zie ook bijlage 1). Wellicht is dit nog een leuk onderwerp voor een studentenonderzoek?

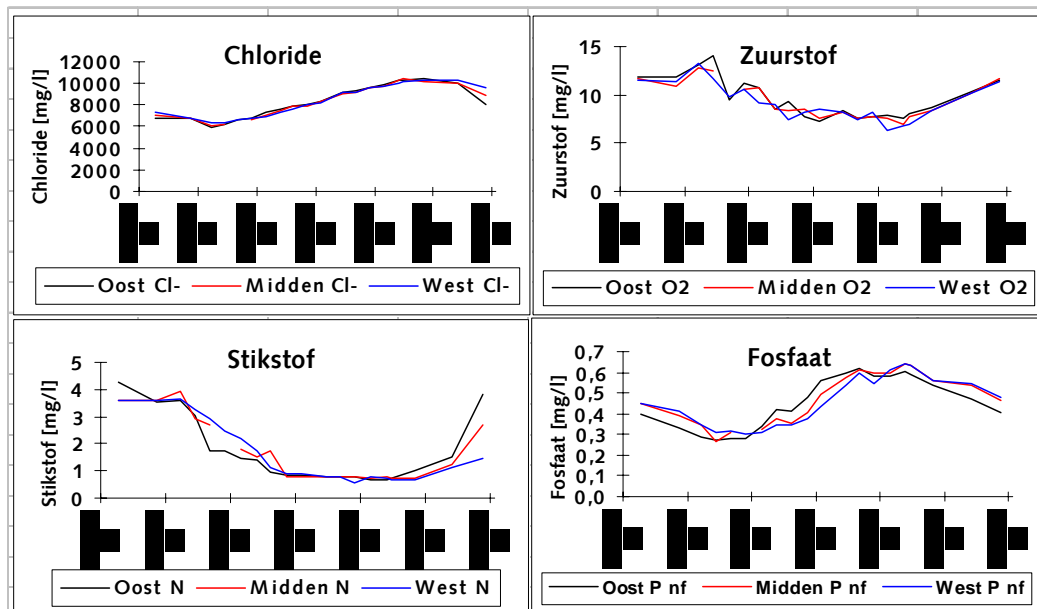
Algemene Waterkwaliteit Veerse Meer (volgens het MWTL programma)

In het Veerse Meer werd vanaf het begin van de zeventiger jaren de waterkwaliteit op drie punten in het kader van het reguliere monitoringsprogramma MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestands des Lands) bepaald. Sinds 1996 wordt de waterkwaliteit nog maar op één punt midden in het meer (Soelekerkepolder) bepaald. Tijdens de zomermaanden wordt ook nog een aantal waterkwaliteitsparameters gemeten in de buurt van de Zandkreeksluis op het punt Wolphaartsdijk. Deze bemonstering heeft ten doel om te zien of wordt voldaan aan de normen voor zwemwaterkwaliteit.

Om nog eenmaal de huidige toestand goed vast te leggen zijn in 1999 de beide voormalige meetpunten, Vrouwenpolder en Wolphaartsdijk als projectmetingen volledig bemonsterd, naast het MWTL meetpunt Soelekerkepolder. Omdat dit projectmetingen zijn worden de gegevens van deze bemonstering, ondanks dat deze locaties vroeger reguliere meetpunten waren, niet in het landelijke opslagsysteem (DONAR) opgenomen, maar het is wel mogelijk dit als projectgegevens in een decentrale DONAR op te slaan.

Op alle drie de punten is in verband met de gelaagdheid van het Veerse Meer op drie niveaus bemonsterd. Aan de oppervlakte (1 m. onder de waterspiegel), op de halve diepte en 1 m. boven de bodem. Al deze gegevens zijn opgeslagen in de file **Waterkwaliteit.xls** op de tabbladen **VM opp**, **VM halve diepte**, **VM bodem+1**, **VM metaal** en **VM micro's** (zie ook de bijlagen 2 t/m 6).

Van de belangrijkste parameters is het verloop in de tijd van de concentraties aan de oppervlakte in onderstaande figuur weergegeven.



Gewasbeschermingsmiddelen

Ook is een aantal bemonsteringen uitgevoerd om een indruk te krijgen van de concentraties van gewasbeschermingsmiddelen, zowel in het polderwater als in het Veerse Meer zelf. Aangezien de monsternamen voor dit aparte onderzoek niet gelijktijdig met die van het

MWTL-programma is geschied en omdat de analyses door een gespecialiseerd laboratorium worden verricht, zal hierover apart worden gerapporteerd.

3. Waterkwantiteit

Het Veerse Meer is een afgesloten bekken met een eigen peilregime en kent een zogenaamd zomer- en winterpeil. Tijdens de zomermaanden, april t/m half oktober, wordt het peil op een niveau van NAP gehouden. Tijdens de wintermaanden (oktober t/m maart) wordt er naar gestreefd om het meer ten behoeve van de afwaterende gebieden op een laag niveau, NAP - 0,70 m., te houden, wat echter tijdens natte perioden en/of verhoogde buitenwaterstanden niet altijd is te realiseren.

Het peil in het Veerse Meer wordt geregeld door via de gecombineerde schut- en uitwateringssluuis in de Zandkreekdijk naar behoefte water af te spuien naar de Oosterschelde of vanuit de Oosterschelde water in te laten. Omdat het streefpeil van NAP -0,70 m. tijdens natte perioden niet behaald werd, zijn de rinketten in de binnenebdeuren in de tachtiger jaren vergroot van 19,68 m² naar 34,44 m². Daarmee is de peilhandhaving wel verbeterd, maar nog steeds niet ideaal. Al met al kan het Veerse Meer worden vergeleken met een bak met een aantal in- en uitgaande stromen die elkaar in evenwicht dienen te houden. Al deze stromen zijn geïnventariseerd en zullen in het navolgende nader worden belicht.

3.1 Inkomende debieten

Polderwater

Rondom het Veerse Meer zijn acht polders gelegen die hun overtollige water via een gemaal op het meer lozen. Dit zijn op Walcheren de gemalen Kleverskerke en Oostwatering; op Noord Beveland de gemalen Jacoba, Willem en Adriaan en op Zuid Beveland de gemalen Oosterland, Wilhelmina en de Piet. Daarnaast zijn er nog enkele gebieden die via kleine automatische pompjes of rechtstreeks onder vrij verval op het meer lozen.

Het Waterschap Zeeuwse Eilanden is eigenaar van al deze gemalen en van elk gemaal worden de draaiuren nauwkeurig geregistreerd. Door het Waterschap worden de uitgeslagen hoeveelheden per lozingspunt per maand berekend, door het aantal draaiuren per maand te vermenigvuldigen met de gemiddelde capaciteit van het gemaal.

De berekende polderwaterdebieten zijn opgeslagen in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (zie ook bijlage 7).

De debieten van de automatische pompjes en de vrij lozende gebieden zijn daarbij vermeld in de kolom Kleine polders en deze zijn berekend als een relatie met andere, qua gebruik en grondsoort vergelijkbare, polders met de formule $(1,869 * \text{Jacoba} + 0,0748 * \text{de Piet})$, deze verhouding is in het verleden empirisch vastgesteld.

Neerslag

De rechtstreekse neerslag op het meer is berekend door het aantal mm neerslag per maand te vermenigvuldigen met het zogenaamde natte oppervlak in ha.

Het natte oppervlak is bepaald als een relatie van het waterpeil van het meer ten opzichte van NAP. Bij NAP is het natte oppervlak 2060 ha en bij NAP - 0,70 m. is dit 1780 ha. Met behulp van de maandgemiddelde waterstand van het meer, is het natte oppervlak via rechtlijnige interpolatie tussen deze twee waarden bepaald.

Aangezien de hoeveelheden neerslag, zeker in de zomermaanden, plaatselijk grote verschillen kunnen vertonen, is het aantal mm neerslag per maand berekend met de Tiessennet-methode.

In concreto houdt dit in dat gebruik is gemaakt van alle beschikbare officiële waarnemingsstations rondom het Veerse Meer, die alle een bepaalde wegingsfactor hebben meegekregen. De daarbij gebruikte verhouding is Vrouwenpolder 23%, Wilhelminadorp 2%,

Wolphaartsdijk 62% en Kortgene 13%. De berekende debieten zijn vermeld in de kolom **Neerslag** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Afstroming oeverlanden

Het totale Veerse Meergebied binnen de voormalige zeedijken bestaat grofweg voor de ene helft uit water en voor de andere helft uit land. Bij een meerpeil van NAP is de oppervlakte water 2060 ha en de oppervlakte oevers 1890 ha. Bij een meerpeil van NAP -0,70 m. is dit resp. 1780 ha en 2170 ha. Op enkele uitzonderingen na wateren deze oevers rechtstreeks af op het meer (een paar stukken landbouwgebied worden bemalen). De debieten van deze afstroming zijn berekend met de formule: $(n - f * E_o) > 0 * O_o$, waarin:

- n = neerslag per maand op open water berekend als bij de neerslag
- f = gewasverdampingsfactor, aangenomen is 0,6 (is arbitrair)
- E_o = referentieverdamping (KNMI station Vlissingen)
- O_o = oeveroppervlak (afhankelijk van het meerpeil)

De berekende debieten zijn vermeld in de kolom **Afstroming** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Schutwater

Tijdens het schutten van schepen via de scheepvaartsluizen van Veere en de schut- en uitwateringssluizen in de Zandkreekdijk moet er een waterstandsverschil worden overbrugd. Afhankelijk van het feit of de buitenwaterstand hoger of lager is dan die van het meer geeft dit een belasting of een onttrekking op het meer.

Om deze debieten te berekenen is gebruik gemaakt van de registratie van de scheepvaartbewegingen, door Rijkswaterstaat (Zandkreeksluis) en de Provinciale Waterstaat (Veere).

Sluis Veere

De debieten van de sluis bij Veere zijn berekend door per maand het aantal schutcycli per schutkolk de waterschijf per sluisolk met elkaar te vermenigvuldigen. De waterschijf is het waterstandsverschil tussen het Veerse Meer en het Kanaal door Walcheren, vermenigvuldigd met het oppervlak van de sluisolk. Daarbij is het kanaalpeil NAP + 0,90 m. aangehouden en voor het Veerse Meer de maandgemiddelde waterstand. De oppervlakten van de schutkolken zijn 3806m² en 800m² voor resp. de grote en de kleine sluisolk.

De berekende debieten zijn vermeld in de kolom **Sluis Veere** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Zandkreeksluis

Ook de debieten van de Zandkreeksluis zijn berekend door per maand het aantal schutcycli te vermenigvuldigen met de waterschijf van de schutkolk.

Voor het Veerse Meerpeil is ook hier de maandgemiddelde waterstand aangehouden en voor de buitenwaterstand (Oosterschelde) is een speciale benadering toegepast. Daar is namelijk rekening gehouden met zogenaamde hoog- en laagwaterschuttingen. Bij waterstanden op de Oosterschelde hoger dan de waterstand van het Veerse Meer vormen de schuttingen nl. een belasting en bij lagere waterstanden op de Oosterschelde een onttrekking.

Uitgaande van een Veerse Meerpeil van NAP is 49% van de schuttingen een belasting en 51% daarvan een onttrekking voor het Veerse Meer. Bij NAP -0,70 m. is dit resp. 67% en 33%. Voor de tussenliggende Veerse Meerpeilen is er rechtlijnig geïnterpoleerd. De schuttschijf is dan bij een meerpeil van NAP voor inkomende schuttingen 1,00 m. en voor uitgaande schuttingen 0,90 m. Bij NAP -0,70 m. is dit resp. 1,30 m. en 0,55 m. Ook hier is voor de tussenliggende meerpeilen rechtlijnig geïnterpoleerd. Voor het natte oppervlak van de schutkolk is 3180 m² aangehouden. De op deze wijze berekende debieten per maand zijn opgeslagen in de kolommen **Zandkreek schutin** en **Zandkreek schutuit** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Uitwisseling

Als gevolg van de dichtheidsverschillen tussen het Veerse Meer- en het Oosterschelde-water, worden er tijdens het schutten grote hoeveelheden water uitgewisseld tijdens het in- of uitvaren van de te schutten schepen. Dit proces is afhankelijk van een aantal factoren zoals de dichtheidsverschillen, de schutduur, het aantal te schutten schepen enz. De formule om de debieten te berekenen is arbitrair, maar omdat het niet alleen om waterhoeveelheden gaat, maar ook om de stoffen die daarin zijn opgelost, zijn ook deze debieten berekend. De toegepaste formule voor de berekening is: $n * 0,9 * 0,6 * 17400$ waarin:

- n = aantal schutcycli per maand
- 0,9 = relatieve kolkinhoud minus de waterverplaatsing van de daarin aanwezige schepen
- 0,6 = uitwisselingscoëfficiënt gebaseerd op de dichtheidsverschillen tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde (Cl-10000 mg/l: Cl-15000 mg/l is wel arbitrair, maar komt redelijk goed uit).
- 17400 = inhoud schutkolk bij gemiddelde waterstand

De debieten zijn per maand berekend en opgeslagen in de kolommen **Zandkreek uitwiss.in** en **Zandkreek uitwiss.uit** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Inlaat Zandkreekluis

Elk voorjaar (eind maart, begin april) wordt er een hoeveelheid water vanuit de Oosterschelde in het Veerse Meer ingelaten om het meer weer op het zomerpeil, NAP, te brengen. Dit inlaten wordt gedaan via de gecombineerde schut- en uitwateringssluis in de Zandkreekdam tijdens de perioden dat de waterstand op de Oosterschelde hoger is dan die van het Veerse Meer. Het water wordt ingelaten via de rinketten in de buitenvloeddeuren, waarbij de sluisolk als stortebed wordt gebruikt. De debieten zijn berekend met de formule $\mu A \sqrt{2gZ}$ waarin:

- μ = ruwheidsfactor 0,85 (arbitrair, maar komt in de praktijk redelijk uit)
- A = oppervlakte rinketten in de buitenvloeddeuren is 19,68 m²
- g = gravitatieversnelling
- Z = gemiddeld waterstandsverschil Veerse Meer - Oosterschelde tijdens inlaten

De berekende debieten, voor de maanden april en mei, zijn opgeslagen in de kolom **Zandkreek inlaat** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

3.2 Uitgaande debieten

Uit het voorgaande blijkt dat het Veerse Meer functioneert als opvangbak voor veel waterstromen. Wanneer er echter zoveel water op het Veerse Meer terecht komt kan het alleen goed gaan als er ook grote hoeveelheden worden afgelaten. Gelukkig is dit dan ook het geval, hoewel de uitgaande stromen minder in aantal zijn dan de inkomende. De uitgaande stromen worden in het navolgende nader toegelicht.

Verdamping

De verdamping is berekend door het natte oppervlak, gerelateerd aan het meerpeil zoals onder het kopje Afstroming oeverlanden, te vermenigvuldigen met de referentieverdamping van het KNMI station Vlissingen.

De berekende debieten per maand zijn opgeslagen in de kolom **Verdamping** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

Schutwater en uitwisseling

De berekening en de wijze van opslag is reeds vermeld onder het kopje Ingaande debieten.

Spuien Zandkreekluis

Al het overtollige water wordt via spuien tijdens de perioden dat de waterstand op de Oosterschelde lager is dan die van het Veerse Meer weggewerkt naar de Oosterschelde. Via

de rinketten van de binnenebdeuren met de sluiskolk als stortebed wordt al het overtollige water afgespuid.

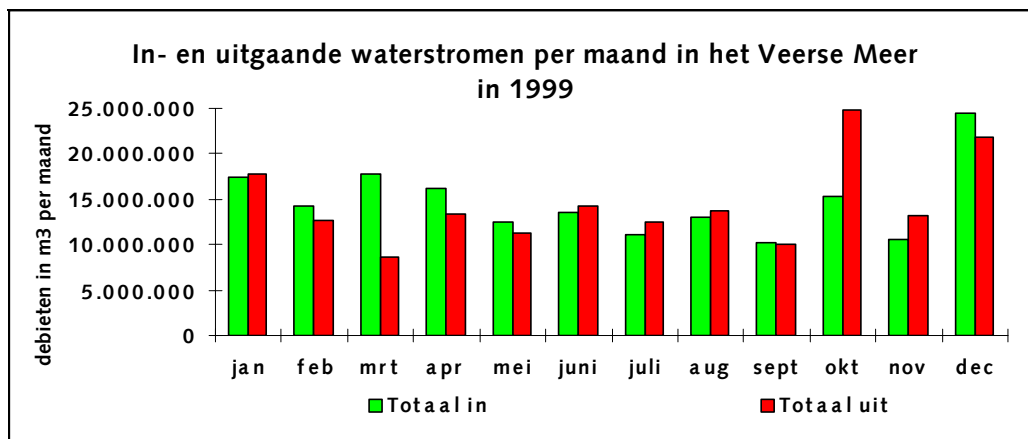
De hoeveelheden zijn per spuiperiode berekend en daarna per maand getotaliseerd met behulp van de formule $\mu A \sqrt{2gZ}$ waarin:

- μ = ruwheidsfactor is 0,67 (arbitrair, maar komt in de praktijk redelijk uit)
- A = oppervlakte rinketten in binnenebdeuren is 34,44 m²
- g = gravitatieversnelling
- Z = gemiddeld waterstandsverschil Veerse Meer - Oosterschelde tijdens spuien

De ruwheidsfactor is bij het spuien anders dan bij het inlaten, dit komt omdat in het verleden de rinketopeningen in de binnendeuren zijn vergroot en nu bijna 2 maal zo groot zijn dan die in de buitendeuren, waardoor de stroomsnelheid in de sluiskolk toeneemt, maar waardoor ook tegelijkertijd de weerstand in de sluiskolk toeneemt, met als gevolg dat daardoor het nuttig effect wat afneemt.

De op deze wijze berekende debieten per maand zijn opgeslagen in de kolom **Zandkreek spui** in de file **Debieten.xls** op het tabblad **Waterbalans** (bijlage 7).

De gesommeerde maantotalen van de in- en uitgaande debieten zijn in onderstaande grafiek uitgezet. Daarbij moet nog worden opgemerkt dat de verschillen worden veroorzaakt door de peilvariaties zoals zomer- en winterpeil en het niet altijd (kunnen) handhaven van het streefpeil van het meer. Het totaal van de uitgaande stromen is in 1999 174 milj. m³ en van de ingaande stromen is dit 176 milj. m³.



Wellicht is het interessant om, bij de overdracht van het beheer van het Veerse Meer aan de Provincie Zeeland, deze berekeningsmethoden en de bijbehorende formules mee te geven met de vraag ook deze methode te gebruiken, om de toekomstige resultaten te kunnen vergelijken met de resultaten uit het verleden.

4. Vrachtberekeningen

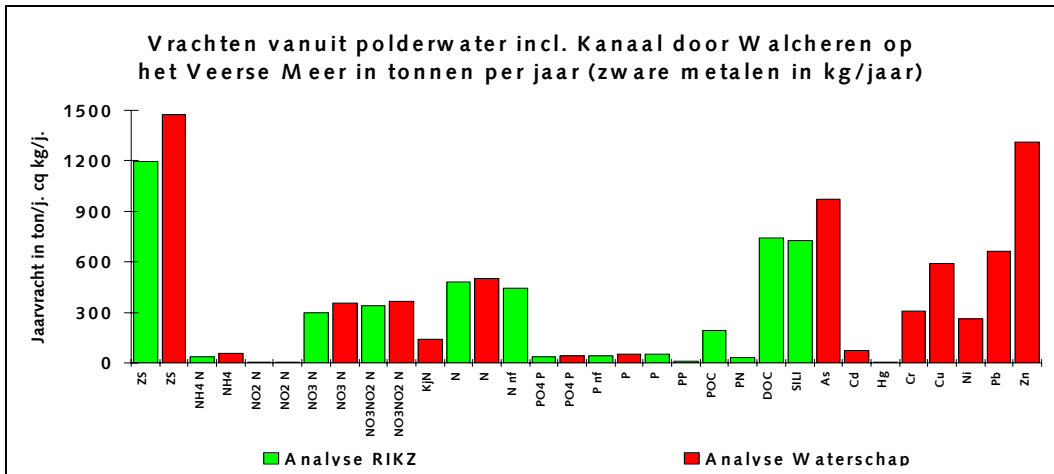
Van de grootste inkomende posten zijn de belastingen per stof berekend, uitgedrukt als vrachten in tonnen of (bij de zware metalen) in kg per maand.

Voor de grootste belastingpost, het polderwater, is dit gedaan door per polderlozing de maandelijks gemeten concentraties van de verschillende stoffen te vermenigvuldigen met de maandelijks bepaalde uitgeslagen debieten en deze vervolgens, ook weer maandelijks, te totaliseren. Wanneer geen concentratie beschikbaar was, wat enkele malen het geval was, is er tussen de wel bekende concentraties rechtlijnig geïnterpoleerd.

Dit is zowel gedaan voor de door het Waterschap geanalyseerde watermonsters als voor de door RIKZ geanalyseerde watermonsters. Tevens zijn de berekeningen exclusief en inclusief het Kanaal door Walcheren uitgevoerd.

De op deze wijze berekende vrachten per maand zijn opgeslagen in de file **VrachtPol.xls** op de tabbladen **Berekening vrachten** en **Vrachten per maand** (zie ook bijlage 8).

Ook is het resultaat van deze berekeningen, polders incl. Kanaal door Walcheren, in onderstaande grafiek gevisualiseerd.



5. Nutriëntenbalans

Met behulp van de in- en uitgaande debieten en de daarin aanwezige totaal stikstof- en opgeloste fosfaatconcentraties is getracht een globale nutriëntenbalans op te stellen.

Daarbij bleek dat de inkomende vrachten groter zijn dan de uitgaande vrachten.

Dit verschijnsel is ook al eerder geconstateerd in een studenten-onderzoek.

In 1998 zijn namelijk alle gegevens van het Veerse Meer in rij en gelid gezet als onderwerp van een afstudeeropdracht (werkdokument RIKZ/AB-98.842x) getiteld:

Monitoring van het Veerse Meer in historisch perspectief.

Daarbij kwam men ook tot de conclusie dat de inkomende vrachten groter waren dan de uitgaande.

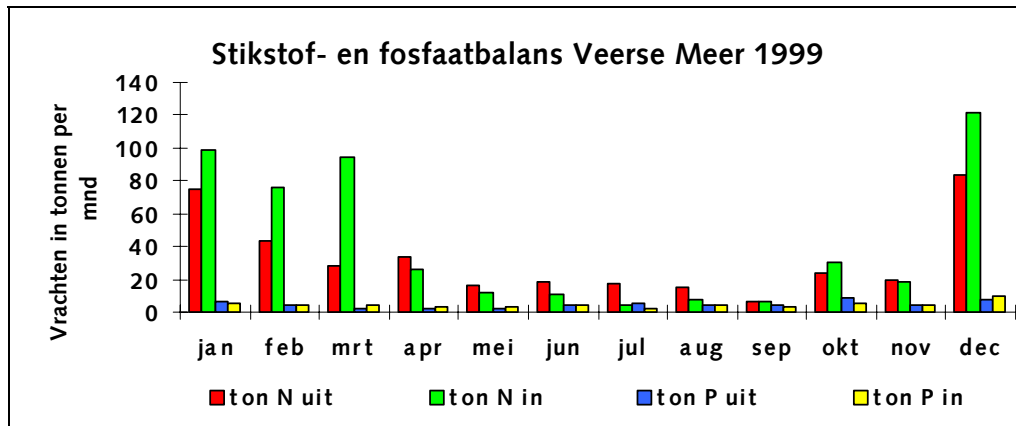
Een afdoende verklaring daarvoor is nog steeds niet gevonden, maar het vermoeden is dat daarvoor nog steeds dezelfde argumenten gelden als in het genoemde afstudeerverslag.

Voor stikstof geldt dat een deel naar de atmosfeer verdwijnt als gevolg van denitrificatie en dat een ander deel zich ophoopt in de aanwezige zeesla. Bij het afdalen (spuien) van overtollig water verdwijnt een deel van de aanwezige zeesla, met het daarin opgehoopte stikstof naar de Oosterschelde. Hoe groot deze twee posten zijn is moeilijk aan te geven, maar

aangenomen wordt dat deze twee posten tezamen de sluitpost vormen op de stikstofbalans. Voor fosfaat geldt dat een deel van de inkomende vracht accumuleert in de bodem en dat een deel op dezelfde manier als stikstof met de gespuide zeesla verdwijnt.

De berekening is opgenomen in de file **VrachtPol.xls** op het tabblad **Nut. Balans** (bijlage 9).

In onderstaande grafiek is de nutriëntenbalans in beeld gebracht.



6. Conclusie

In dit werkdocument is getracht om alle relevante informatie ten aanzien van de algemene waterkwaliteit en de waterkwantiteit van het Veerse Meer vast te leggen. Deze informatie kan in de nabije toekomst worden gebruikt bij de evaluatie van de effecten van het te bouwen doorlaatmiddel in de Zandkreekdam ten opzichte van de vroegere situatie.