

opdrachtgever:
Rijkswaterstaat
Dienst Binnenwateren/RIZA

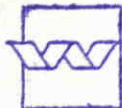
instrumentarium
beleidsanalyse waterhuishouding
PAWN

het stofstromenmodel SSM

- | | |
|--------------|--|
| 1 | geheim |
| 2 | niet ter inzage derden |
| 3 | niet ter inzage derden gedurende 10 jaar |
| 4 | openbaar |

documentatie deel IIIa

maart 1990



bibliotheek
postbus 177 - 2600 MH Delft

waterloopkundig laboratorium | WL

2e EXEMPLAAR

instrumentarium
beleidsanalyse waterhuishouding
PAWN

het stofstromenmodel SSM

S. Groot, A.C. de Ridder



waterloopkundig laboratorium | WL

INHOUD:

1. Inleiding.	1
1.1 Algemene inleiding.	1
1.2 Inleiding deel IIIa.	4
2. De schematisatie van het watersysteem.	5
3. De schematisatie van de waterkwaliteitsprocessen.	9
3.1 Zout (Chloride).	9
3.2 Eutrofiering (Zuurstof, Nutrienten, Algen en Detritus).	9
3.3 Gesuspendeerd slib (Zwevend stof).	11
3.4 Microverontreinigingen en metalen (HCB en Cadmium).	12
3.5 Radioactieve stoffen (Tritium).	14
3.6 Bacterien (E-coli).	14
3.7 Overige (Herkomst en Leeftijd van het water).	15
3.8 De beschouwde waterkwaliteitsvariabelen mbt eutrofiering.	16
3.9 De beschouwde waterkwaliteitsvariabelen mbt slib.	17
4. De gebruikte randvoorwaarden en beginvoorwaarden.	19
5. De uitgevoerde simulaties.	21
6. Het gebruik van de Stofstromen programmatuur op een PC.	23
6.1 Inleiding.	23
6.2 Berekening van de waterbeweging.	23
6.3 Bepaling van de randvoorwaarden.	23
6.4 Berekening van de waterkwaliteit.	25
6.5 Naverwerking van de berekeningsresultaten.	27
6.5.1 De grafische presentatiemethode.	27
6.5.2 Vergelijking van het resultaat met de CUWVO relatie.	27
6.5.3 De relatie met het zoute oppervlaktewater.	29
LITERATUUR.	31

Figuren:

1. Samenhang der modellen in de Beleidsanalyse Waterhuishouding.
2. Het SSM-netwerk voor de waterkwaliteitsanalyse.
3. De schematisatie van de PAWN-districten.
4. De koppelingen tussen de PAWN-districten en de SSM-segmenten voor de waterkwaliteitsanalyse.
5. Stroomschema: Voorbewerking t.b.v. DELWAQ / BLOOM.
6. Stroomschema: Draaien van DELWAQ / BLOOM.
7. Stroomschema: Naverwerking van de resultaten.

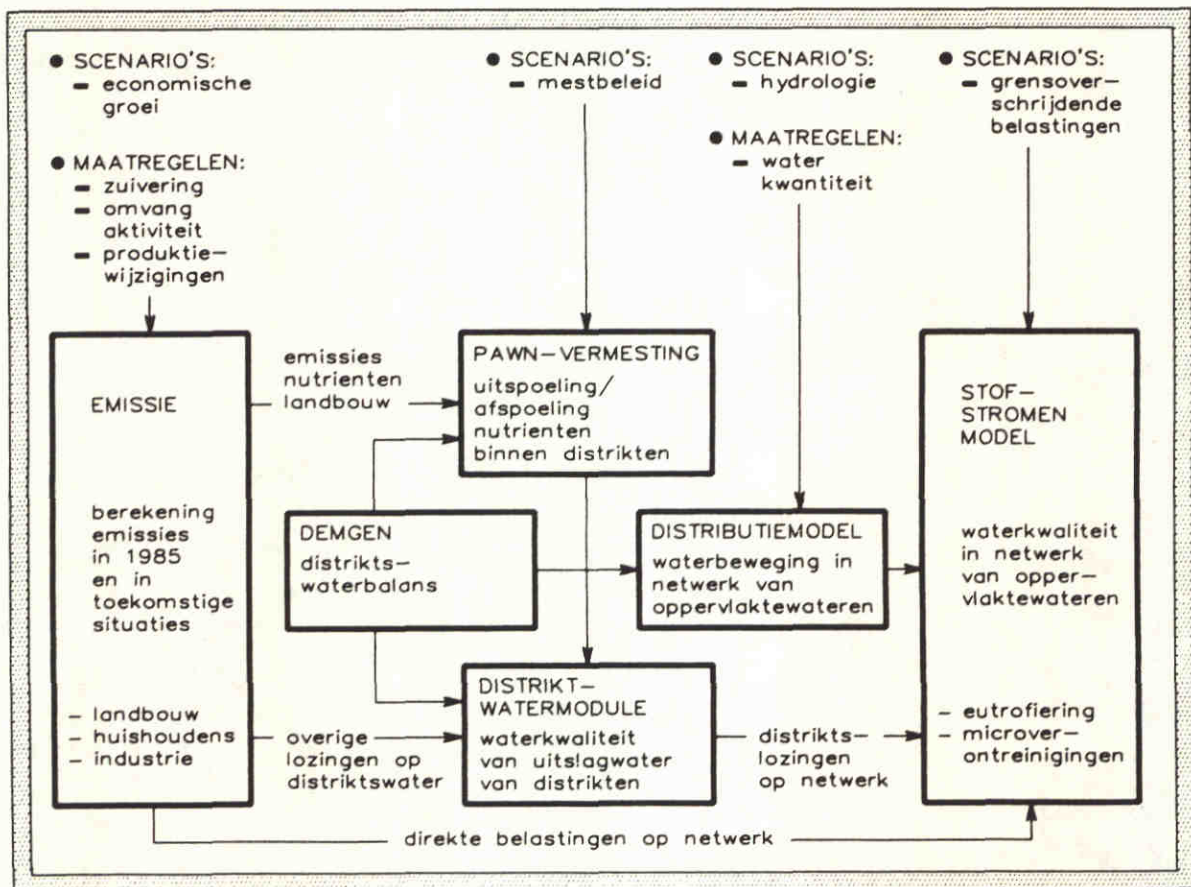
Tabellen:

1. Naamgeving van de gespecificeerde 101 segmenten.
2. Begindieptes van de elementen in de schematisatie.
3. Beginvolumina van de elementen in de schematisatie.
4. Beginbreedtes van de elementen in de schematisatie.
5. Pointer tabel voor de koppeling 'Stofstromen' en 'DM'.

1. INLEIDING.

1.1 ALGEMENE INLEIDING.

Het waterhuishoudkundig beleid op nationaal niveau voor de periode 1990-1995 en op een wat globalere wijze voor de jaren daarna, is verwoord in de derde Nota waterhuishouding. Ter voorbereiding en ter onderbouwing van de in de derde Nota waterhuishouding gedane keuzes uit diverse beleidsalternatieven voor het te voeren waterkwantiteits- en waterkwaliteitsbeleid is door Rijkswaterstaat in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium de Beleidsanalyse Waterhuishouding uitgevoerd. Daarin is gebruik gemaakt van diverse rekenprogramma's en mathematische modellen. De samenhang van de diverse onderdelen is zichtbaar gemaakt in figuur 1.



Figuur 1. Samenhang der modellen in de Beleidsanalyse Waterhuishouding.

Alvorens gebruik gemaakt kan worden van de beschikbare modellen is kennis nodig van de maatregelen die in de betreffende situatie getroffen zijn (emissie beperkende maatregelen door zuivering, reductie van de omvang van de activiteiten of door structurele veranderingen bij de bron, of maatregelen die de waterkwantiteit betreffen). Ook moet bekend zijn welke scenario-aannamen in de betreffende situatie gehanteerd moeten worden (onder andere ten aanzien van economische groei, maar ook hydrologie, het mestbeleid, de belastingen die via grensoverschrijdende rivieren Nederland binnenkomen en dergelijke). Beide categorieën gegevens dienen als invoer voor de programma's en modellen:

- de EMISSIE-programmatuur waarmee, uitgaande van het betreffende scenario en de betreffende beleidsmaatregelen, de emissies van landbouw, huishoudens en industrie op zowel het districts- als het nationale netwerk niveau worden berekend. Daarbij wordt gebruik gemaakt van gegevens uit andere studies en modellen, zoals PAWN-vermesting, DEMGEN, DIWAMO en DM.
- de modelstudie naar uit- en afspoeling van nutriënten binnen districten, uitgevoerd door het Staring Centrum (SC) te Wageningen binnen het project PAWN-vermesting. Via de eerdergenoemde programmatuur worden door het Waterloopkundig Laboratorium invoergegevens voor de af- en uitspoelingsmodellen geleverd.
- de gekoppelde versie van de modellen DM en DEMGEN, waarmee de waterbalans van de districten en de waterbeweging in het nationale netwerk van oppervlaktewateren wordt berekend.
- de Districtswatermodule DIWAMO, waarin de waterkwaliteitsprocessen worden beschouwd die zich in het districtswater afspelen, waardoor de kwaliteit van het uitgeslagen water van de districten naar het nationale netwerk kan worden berekend.
- het Stofstromenmodel SSM, dat de waterkwaliteit in het nationale netwerk van oppervlaktewateren binnen Nederland berekent. De resultaten van deze berekeningen zijn gebruikt als invoer voor modellen die de waterkwaliteit van de zoute en brakke Nederlandse wateren beschrijven.
- niet in het schema opgenomen, maar niet minder belangrijk, is de programmatuur voor de grafische presentatie en voor de nabewerking van de berekeningsresultaten.

Diverse onderdelen in deze studie zijn ontwikkeld en toegepast door het Waterloopkundig Laboratorium. Rijkswaterstaat heeft de wens te kennen gegeven de programma's en modellen in de versie die bij de derde en laatste analyseronde is gebruikt, geleverd

te krijgen. Voor de verzekering van de continuïteit van de bruikbaarheid van de programmatuur is derhalve een beknopte programmadocumentatie opgesteld en is daarnaast een beperkte gebruikershandleiding vervaardigd.

Besloten is daarbij tot het uitbrengen van een afzonderlijk rapport per onderdeel. Waar mogelijk is de indeling van de rapporten gelijk.

De volgende rapporten zijn in de serie opgenomen:

- deel Ia Het emissiebestand 1985.
- deel Ib De emissiescenario's.
- deel Ic De belastingberekeningsprogrammatuur EMISSIE.
- deel II De Districtswatermodule DIWAMO.
- deel IIIa Het Stofstromenmodel SSM.
- deel IIIb De waterkwaliteitsprocesformuleringen.
- deel IV De naverwerking en presentatiemethoden.

De documentatie van het Distributiemodel (DM) is niet in deze serie opgenomen.

1.2 INLEIDING DEEL IIIA.

Voor de simulatie van de huidige of toekomstige waterkwaliteits toestand in het Nederlandse oppervlaktewater is informatie nodig over de waterbeweging in het netwerk, de belastingen op het netwerk en de waterkwaliteitsprocessen in het netwerk.

In dit onderdeel van de totale documentatie over het ten behoeve van de derde Nota waterhuishouding (NW3) ontwikkelde en toegepaste modelinstrumentarium worden de gebruikte waterkwaliteitsmodellen besproken. Daarbij komt tevens aan de orde op welke wijze(n) deze modellen zijn gekoppeld aan de overige modelinstrumenten.

In hoofdstuk 2 worden allereerst de gebruikte schematisaties van het nationale watersysteem beschreven voor wat betreft de waterbeweging, de waterkwaliteit en de belastingen specificatie.

In hoofdstuk 3 wordt vervolgens ingegaan op de beschouwde waterkwaliteits variabelen en parameters die in de waterkwaliteits modellen zijn beschreven. Voor een gedetailleerde (mathematische) beschrijving van de procesformuleringen wordt verwezen naar deel IIIb uit deze documentatiereeks (Lit. 1).

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de bij de waterkwaliteits simulaties gebruikte randvoorwaarden en beginvoorwaarden. Dit betreft onder andere de meteorologische randvoorwaarden en de kwaliteit van de onderwaterbodem in de huidige situatie en in de beschouwde alternatieven.

Hoofdstuk 5 beschrijft de inhoud van de in de derde berekeningsronde beschouwde beleidsalternatieven. Daarin worden waar nodig kanttekeningen bij de berekeningsresultaten geplaatst en worden een aantal aandachtspunten voor toekomstige berekeningen met het SSM besproken.

Het afsluitende hoofdstuk 6 beschrijft de inhoud en het gebruik van de ontwikkelde programmatuur op een Personal Computer (PC).

2. DE SCHEMATISATIE VAN HET WATERSYSTEEM.

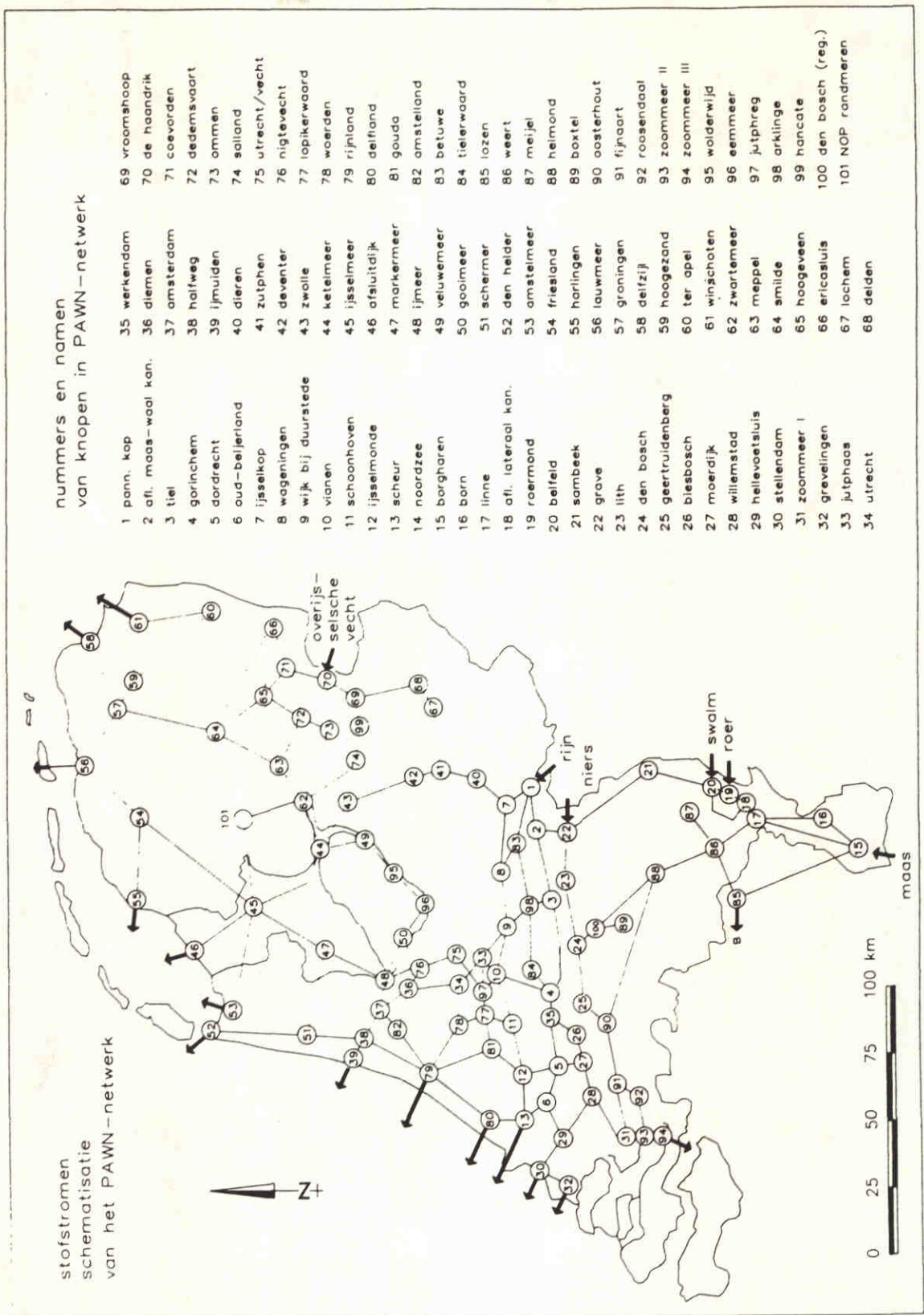
Het watersysteem van Nederland is ten behoeve van de analyse met het Stofstromen model (het SSM) onderverdeeld in totaal 101 segmenten. Deze indeling omvat niet alleen de huidige indeling in rivieren en kanalen, maar tevens de (in de beleidsalternatieven) toekomstige waterwegen, zoals het eventuele randmeer bij de Noordoostpolder. In figuur 2 is het netwerk zoals dat is gebruikt voor de analyse van de waterkwaliteit weergegeven.

Voor de waterkwaliteitsberekeningen is het niet alleen van belang aan te geven op welke wijze het watersysteem is geschematiseerd, maar moet tevens de relatie met de schematisatie die gebruikt is voor de waterbeweging en de relatie met de schematisatie die gebruikt is voor de inventarisatie van de belastingen.

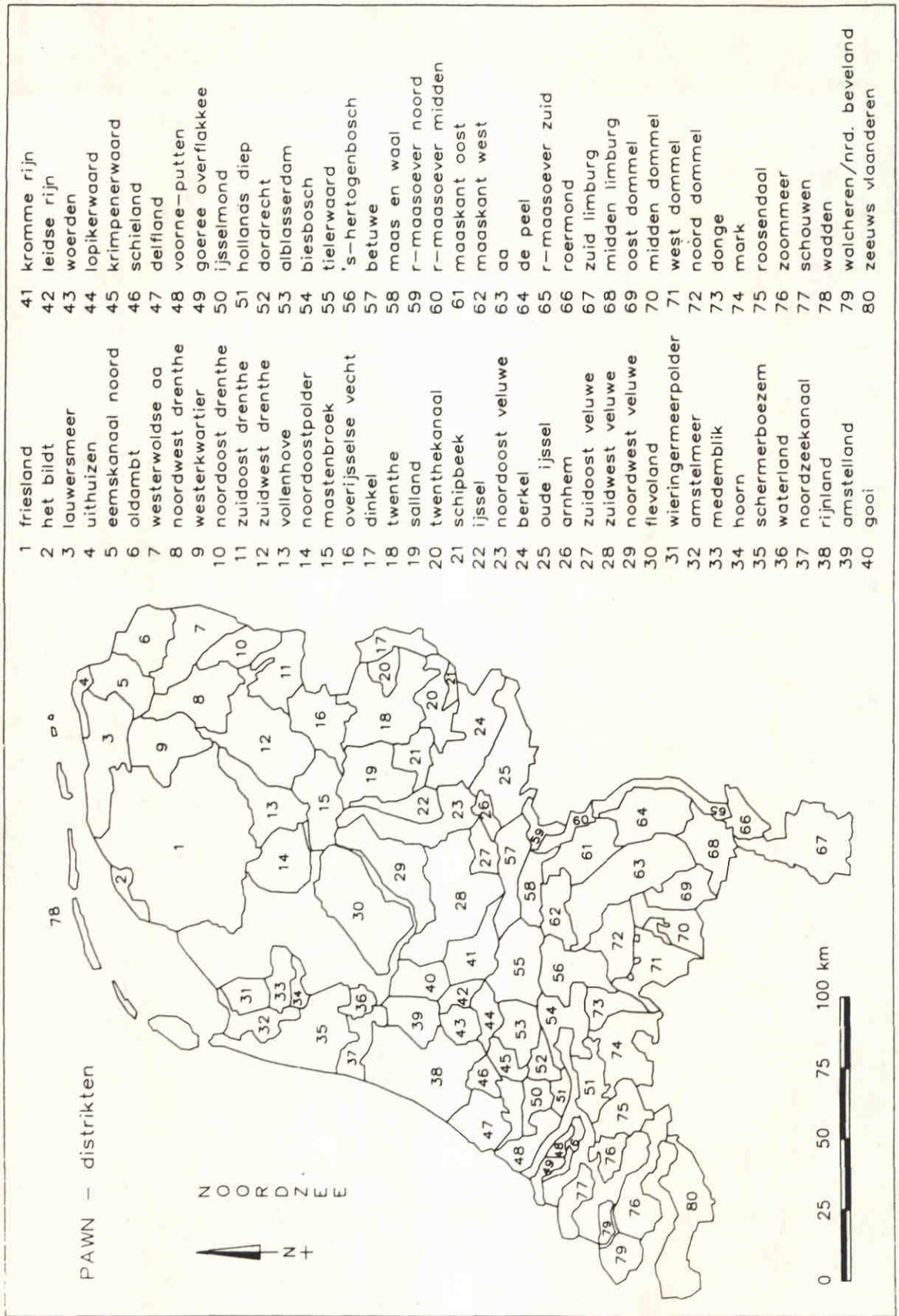
De SSM schematisatie van het nationale watersysteem is nagenoeg indentiek aan de schematisatie voor de waterbeweging. De schematisatie voor de waterbeweging maakt gebruik van zogenaamde takken (waterwegen, ook wel LINKS genaamd) en knopen (splittingspunten van waterwegen of zelfstandige watersystemen, ook wel NODES genaamd). Aan zowel de takken als aan de knopen kan een (water-) volume worden toegekend. Bij de SSM schematisatie is bijna uitsluitend gebruik gemaakt van de ten behoeve van de waterbeweging gekozen knopen. Het eventuele waterniveau van takken is (naar verhouding) toegerekend aan de twee aangrenzende knopen. In een enkel geval is een extra knooppunt aan de SSM schematisatie toegevoegd omdat dit voor de beschrijving van de waterkwaliteit nodig bleek (zoals de splitsing van de vroegere IJsselmeer knoop in twee nieuwe knopen).

De belasting van het nationale watersysteem vindt op twee wijzen plaats: via directe lozingen op het nationale systeem en via uitslagwater vanuit de zogenaamde districten. Om de belastingen vanuit de districten te kwantificeren is middels het Districts-watermodel (DIWAMO) een balansberekening voor ieder district opgezet, waarbij rekening wordt gehouden met de in het district geproduceerde belasting (landbouw, industrie, huishoudens etc.) en met de waterkwaliteitsprocessen die zich binnen het district afspelen. De totale "geproduceerde" belasting wordt berekend met het model EMISSIE.

In figuur 3 is de indeling in districten weergegeven (Lit. 17), terwijl figuur 4 de waterkwaliteits schematisatie tesamen met de indeling in districten is weergegeven, inclusief de koppeling ertussen. Tabel 1 geeft een korte aanduiding van de in de schematisatie opgenomen segmenten, terwijl tabel 2, 3 en 4 een aantal eigenschappen (de beginvoorwaarde voor de diepte, de beginvoorwaarde voor het volume van de segmenten respectievelijk de karakteristieke breedte) is opgenomen.

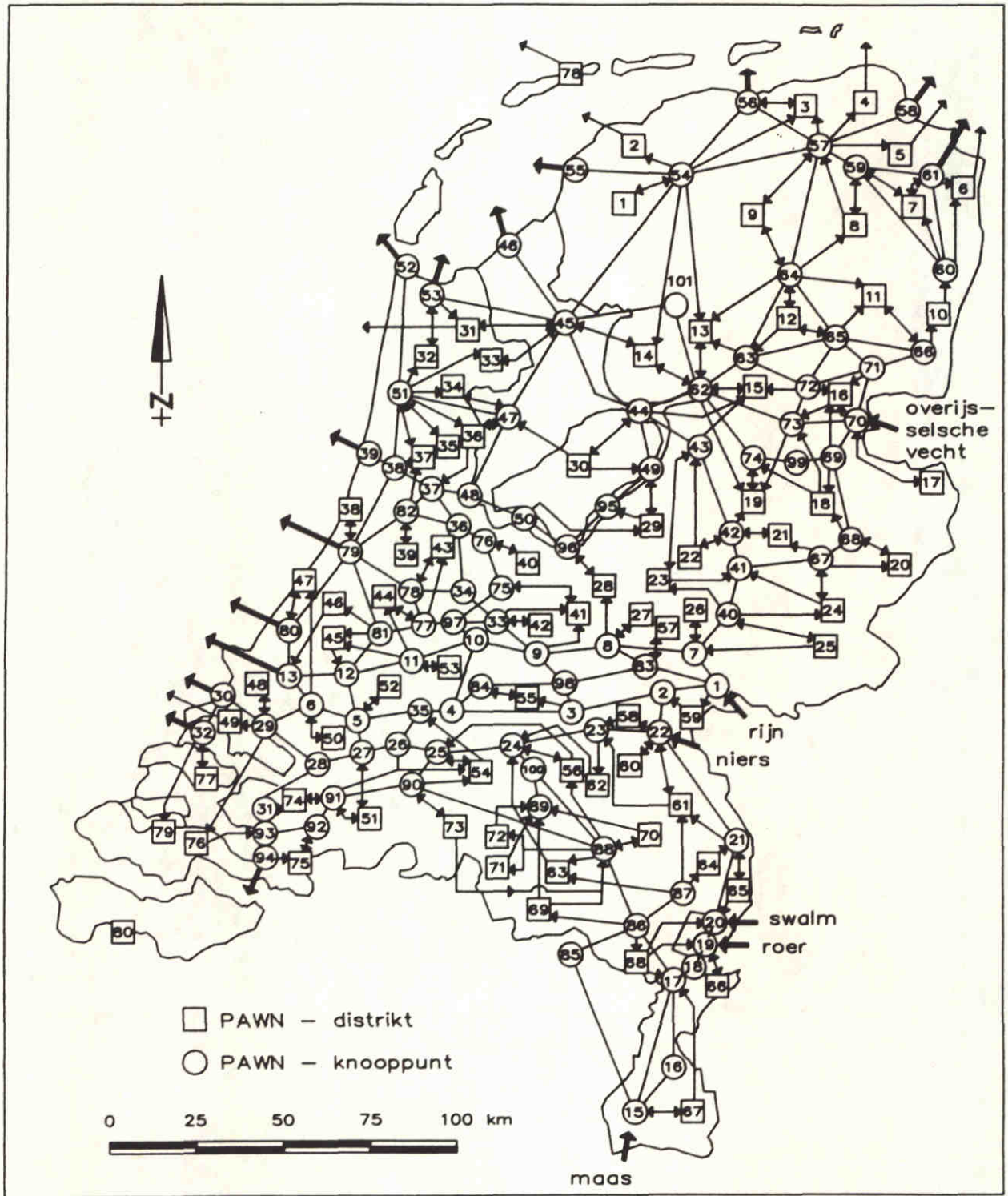


Figuur 2. Het SSM-netwerk voor de waterkwaliteitsanalyse.



Figuur 3. De schematisatie van de PAWN-districten.

KOPPELING PAWN-DISTRIKTEN AAN PAWN-NETWERK



Figuur 4. De koppelingen tussen de PAWN-districten en de SSM-segmenten voor de waterkwaliteitsanalyse.

3. DE SCHEMATISATIE VAN DE WATERKWALITEITSPROCESSEN.

De belangrijkste onderdelen van het waterkwaliteitsmodel die in het SSM worden beschreven zijn:

- Zout (chloride),
- Eutrofiëring (zuurstof, nutriënten en algen),
- Gesuspendeerd slib (zwevend stof),
- Microverontreinigingen en metalen (HCB en Cadmium),
- Radioactieve stoffen (Tritium),
- Bacteriën (E-coli),
- Overige (leeftijd en herkomst van het water).

Een aantal van deze onderdelen hebben een sterke relatie tot elkaar middels afbraak-, productie- en sterfteprocessen. De modellering heeft niet alleen betrekking op de waterfase; ook de nutriënten in het organisch materiaal op de bodem worden bij de beschouwingen betrokken.

Als basis voor de mathematische beschrijving van de met bovenstaande waterkwaliteitsvariabelen samenhangende processen is het waterkwaliteitsmodel DELWAQ gekozen, waarbij ten behoeve van de beschrijving van een aantal met eutrofiëring samenhangende processen gebruik wordt gemaakt van een koppeling met het fytoplanktonmodel BLOOM-II. De in het SSM opgenomen procesbeschrijvingen zijn gebaseerd op de in 1988 beschikbare proceskennis en is dynamisch van opzet.

3.1 ZOUT (CHLORIDE).

Alhoewel het Distributiemodel (waterbeweging) in staat is om een beschrijving van het chloridegehalte te geven, is in het waterkwaliteitsmodel DELWAQ ten behoeve van het project Stofstromen toch opnieuw de mogelijkheid opgenomen om het chloridegehalte te simuleren. Omdat het chloride als een conservatieve stof mag worden opgevat is een beschrijving van de met het chloride samenhangende processen uiteraard eenvoudig.

3.2 EUTROFIERING (ZUURSTOF, NUTRIËNTEN, ALGEN EN DETRITUS).

De met eutrofiëring samenhangende processen zijn veelomvattend en complex van aard. Niet alleen de productie en sterfte van algen dient hierbij te worden gemodelleerd, maar ook de met deze productie en sterfte samenhangende beschikbaarheid aan nutriënten (voedingsstoffen) en de hoeveelheid (bodem-) detritus

(dood organisch materiaal). De modelmatige beschrijving van deze processen is geënt op de beschrijving die in het kader van de PAWN-studie is ontwikkeld en welke voor een belangrijk deel is getoetst op de situatie in de Friese boezem (Lit. 3,4,5). Belangrijke onderdelen van de beschrijving van de met eutrofiering samenhangende processen zijn:

- de zuurstofhuishouding,
- de stikstofhuishouding,
- de fosfaathuishouding en
- de algenbeschrijving (met detritus en bodemdetritus).

Bij de zuurstofhuishouding wordt nagegaan welke beïnvloeding van de BOD en O₂ concentratie optreedt door:

- reaeratie vanuit de atmosfeer
- netto bezinking van algen en detritus
- afbraak van organisch materiaal in de waterfase
- mineralisatie van organisch materiaal op de bodem
- respiratie en fotosynthese
- zuurstofbehoefte ten behoeve van het nitrificatie-proces

Bij de stikstofhuishouding wordt nagegaan welke beïnvloeding van NH₄-N, NO₃-N (inclusief NO₂-N) en organisch stikstof (tesamen het totaal stikstof) optreedt door:

- mineralisatie van organisch stikstof
- nitrificatie en denitrificatie (zuurstof-afhankelijk)
- nutriëntenbehoefte bij de (netto) productie van algen
- vrijkomen nutriënten bij autolyse
- netto bezinking van algen en detritus
- mineralisatie van bodemmateriaal
- nalevering van nutriënten uit de bodem (autonoom proces)

Organisch stikstof bestaat daarbij uit een detritus- en een algendeel. De verdeling tussen beide delen wordt bepaald door de verhouding tussen mineralisatie snelheden en sterfte.

Bij de fosfaathuishouding wordt nagegaan welke beïnvloeding van het totaalfosfaat en de daarin te onderscheiden fracties aan orthofosfaat, organisch fosfaat en het (resterende) particulier fosfaat optreedt door:

- netto algenproductie (geen relatie met de zuurgraad of pH)
- netto bezinking van algen en detritus
- netto bezinking van particulier fosfaat
- mineralisatie van organisch fosfaat
- vrijkomen nutriënten bij autolyse
- mineralisatie van bodemmateriaal
- nalevering van nutriënten uit de bodem (autonoom proces)

Organisch fosfaat bestaat daarbij uit een detritus en een algendeel. De verdeling tussen beide delen wordt bepaald door de verhouding tussen mineralisatie snelheden en sterfte. Het

particulair fosfaat vertegenwoordigt het in het water aanwezige anorganisch gebonden fosfaat dat door sedimentatie naar de bodem verdwijnt. Het particulier fosfaat bestaat in werkelijkheid uit drie verschillende fracties, namelijk het ijzer(III)fosfaat, het calciumcarbonaatfosfaat en het zeer vast aan anorganisch particulier materiaal gebonden fosfaat.

Bij de algendynamiek wordt nagegaan welke beïnvloeding van de biomassa optreedt door:

- primaire productie (afhankelijk van de watertemperatuur, het aanwezige licht en de beschikbare nutriënten)
- sterfte
- graas door zooplankton
- netto bezinking

De netto algenproductie is een functie van de temperatuur, nutriënten en het lichtklimaat onder het wateroppervlak. Het lichtklimaat wordt bepaald door de lichtintensiteit aan het oppervlak en de extinctie in het water. De extinctie is naast de achtergrondextinctie weer afhankelijk van de aanwezige algen en detritus.

In het waterkwaliteitsmodel DELWAQ is middels koppeling met het fytoplanktonmodel BLOOM-II (Lit. 6) de mogelijkheid ingebouwd om een drietal karakteristieke algensoorten te beschouwen (diatomeeën, groen- en blauwalgen) door opgave van soortspecifieke coëfficiënten voor productie en sterfte. Gegevens omtrent de extinctie en de aanwezige algensoorten zijn essentieel voor een correcte inregeling van de netto algenproductie. Met name informatie omtrent het lichtklimaat (extinctie) ontbreekt vaak bij de beschrijving van een specifieke situatie. In het model is geen relatie gelegd tussen algenproductie en de omvang van adsorptie, desorptie, precipitatie, consolidatie of calciëtvorming middels de zuurgraad (pH), het zuurstofgehalte of het calciumgehalte in de waterfase.

De invloed van de bodem is vrij slecht bekend. Mede daarom is in het model voor alle beschouwde nutriënten momenteel een zeer elementaire formulering voor de bodem-water interactie in de kinetiek beschrijving opgenomen. Mede omdat de bodem-water interactie als een autonoom proces is opgevat, dienen de resultaten van berekeningen waarbij de bodem een belangrijke rol speelt met de nodige voorzichtigheid te worden behandeld.

3.3 GESUSPENDEERD SLIB (ZWEVEND STOF).

Met name vanwege de relatie tussen het gesuspendeerde slib en de te modelleren microverontreinigingen en metalen is een beschrijving van het gesuspendeerde slib in het kader van Stof-

stromen gewenst. Omdat het in de eerste fase van dit onderzoek gaat om oriënterende berekeningen wordt vooralsnog uitgegaan van een vereenvoudigde procesbeschrijving. De met gesuspenseerd slib samenhangende processen worden samengevat in:

- sedimentatie en
- resuspensie.

In de eerste opzet van de procesbeschrijving wordt het op de waterbodem aanwezige slib bijgehouden: de resuspensie is constant verondersteld, terwijl de sedimentatie evenredig met de concentratie in het oppervlaktewater is gemodelleerd. De resuspensie stagneert als de op de waterbodem aanwezige hoeveelheid slib is ge-erodeerd. De gebruikte beschrijving is gebaseerd op die van Partheniades en Krone (Lit. 7,8).

Modellering van het gesuspenseerde slib is geen doel op zich, maar wordt slechts ondernomen ten behoeve van een adequate beschrijving van de aan slib gerelateerde waterkwaliteits variabelen zoals de microverontreinigingen, zware metalen en dergelijke.

3.4 MICROVERONTREINIGINGEN EN METALEN (HCB EN CADMIUM).

HEXACHLOORBENZEEN (HCB)

Hexachloorbenzeen is een chemische verbinding die voornamelijk wordt gebruikt als fungicide en die daarnaast als verontreiniging in andere chemische producten voorkomt. In het oppervlaktewater zijn voor HCB de volgende processen van belang:

- adsorptie en desorptie aan gesuspenseerd slib, opgelost organisch materiaal en algen,
- chemische en biologische afbraak,
- uitwisseling met de atmosfeer.

Ten aanzien van deze processen kunnen op grond van wat uit de literatuur bekend is de volgende conclusies worden getrokken.

Adsorptie-desorptie

HCB is in het algemeen sterk hydrofoob, zodat een zeer groot deel geadsorbeerd is en slechts een klein deel opgelost. Voor wat het adsorbens betreft kan men zich beperken tot het organische deel daarvan, omdat het anorganische deel naar verhouding slechts zeer weinig bijdraagt aan de adsorptiecapaciteit.

In modelstudies wordt over het algemeen uitgegaan van instantane reversibele adsorptie en desorptie. De verdeling (partitie) in een opgeloste en een geadsorbeerde fractie wordt daarbij geba-

seerd op een partitie coefficient die de verhouding tussen de opgeloste en de geadsorbeerde concentratie aangeeft.

Voor de modellering dient de rol van het opgelost organisch materiaal (DOC) te worden nagegaan. DOC bindt HCB, zij het minder efficiënt dan (het organische deel van) slib en algen, en verhoogt daarmee ogenschijnlijk de opgeloste fractie. Deze fractie HCB neemt enerzijds niet deel aan sedimentatie met slib en anderzijds niet aan vervluchtiging. Uit metingen blijkt dat DOC een aanzienlijk deel van het totaal aanwezige organisch koolstof kan vormen. Ook als het effectief maar voor bijvoorbeeld een kwart aan de adsorptie bijdraagt, blijkt dat niet te mogen worden verwaarloosd.

Als bij de modellering DOC buiten beschouwing wordt gelaten, zal de hoeveelheid HCB die door sedimentatie uit het systeem verdwijnt dus worden overschat, hetgeen het gebruik van een aangepaste partitie coefficienten noodzakelijk maakt. De grootte van deze aangepaste partitie coefficienten kan onder andere via simulatie met mathematische modellen zoals IMPAQT (Lit. 9,10) worden bepaald. Anderzijds wordt de opgeloste fractie te hoog berekend, zodat ook de processnelheid voor bijvoorbeeld vervluchtiging enigszins dient te worden verminderd. De voor Stofstromen gebruikte beschrijving is nauw gerelateerd aan die voor het gesuspendeerde slib.

Chemische en biologische afbraak

In de literatuur wordt geen melding gemaakt van significante afbraaksnelheden voor HCB. Bovendien wordt deze verliesterm verwaarloosbaar geacht in vergelijking met vervluchtiging en derhalve buiten beschouwing gelaten.

Vervluchtiging

Met behulp van de zogenaamde dubbele film theorie kan voor dit proces op eenvoudige wijze een eerste orde processnelheid worden berekend. Daarvoor zijn benodigd de diepte van het systeem, de 'Henry's Law' constante, de temperatuur van lucht en water en de diffusiesnelheid van HCB in lucht en water. De betreffende procesformulering is ontleend aan het in TOW-IW kader ontwikkelde model IMPAQT (Lit. 9,10).

Voor HCB wordt in Stofstromen evenals in IMPAQT gewerkt met de temperatuursafhankelijkheid volgens Plasman (Lit. 11,12), die per stijging van 10 graden Celsius een verdubbeling van de constante tot gevolg heeft. Voor een meer met een diepte van 4 meter leidt dit bij een windsnelheid van 5.5 m/s en een temperatuur van 10 graden Celsius tot een verliesterm van ongeveer 0.2 per dag voor de opgeloste fractie HCB. Hierbij is de concentratie HCB in de atmosfeer verwaarloosbaar verondersteld.

CADMIUM (Cd)

Het belangrijkste proces dat met Cadmium samenhangt is sorptie aan gesuspendeerd slib. Deze binding van een zwaar metaal aan gesuspendeerd slib wordt meestal beschreven met behulp van een partitie coefficient, welke afhankelijk is van de macrochemische samenstelling van een systeem. Voor Cadmium is de partitie coefficient met name afhankelijk van de pH, de vorming van organische complexen en de samenstelling van het gesuspendeerde slib.

Omdat het voor een beschouwing van het nationale en de regionale watersystemen (nog) niet mogelijk is voor elk segment deze grootheden te bepalen, is een schatting gemaakt voor de gemiddelde partitie coefficient voor een karakteristiek meer respectievelijk rivier in Nederland. Vervolgens is met het chemisch evenwichtsmodel CHARON (Lit. 13) de verdeling van Cadmium over de vaste fase en de waterfase bepaald. Daarbij is gebruik gemaakt van de systeemdefinitie die ook is gebruikt in het slibbergingsproject voor Amsterdam (Lit. 14).

3.5 RADIOACTIEVE STOFFEN (TRITIUM).

Van de in het Nederlandse oppervlaktewater voorkomende radioactieve stoffen is Tritium vanwege de vanuit de Belgische en Franse kerncentrales geloosde hoeveelheid water wel de meest bekende en beleidsrelevante. De beschrijving van Tritium in wiskundige vergelijkingen is betrekkelijk eenvoudig omdat Tritium zich chemisch gelijk gedraagt als water en zich niet aan slib hecht. De afname van Tritium tengevolge van het natuurlijke verval blijkt goed met behulp van een eerste orde afbraakproces te kunnen worden beschreven, waarbij de afbraaksnelheid direct kan worden gerelateerd aan de halfwaardetijd van Tritium (12 jaar).

3.6 BACTERIEN (E-COLI).

Uit literatuurgegevens (Lit. 15,16) blijkt dat de afbraak van E-coli bacterien wordt veroorzaakt door de verschillen tussen hun gebruikelijke leefomgeving en het oppervlaktewater. Deze afbraak is afhankelijk van:

- de hoeveelheid zonlicht (ultraviolet licht),
- het zoutgehalte en
- de watertemperatuur.

de afbraak vertoont tengevolge van de dag en nachtcyclus van het zonlicht een aanzienlijke variatie binnen 24 uur. Deze variatie wordt in de voor E-coli gekozen procesbeschrijving niet meegenomen: hierbij wordt een dag-gemiddelde waarde gebruikt.

Tengevolge van extinctie zal de afbraak van E-coli met name in de oppervlaktelaag plaatsvinden. In de procesbeschrijving is derhalve een factor met betrekking tot deze extinctie opgenomen. Voor de omstandigheden in het Nederlandse oppervlaktewater houdt de gekozen procesbeschrijving in dat de afbraaksnelheid kan variëren van ongeveer 0.5 (1/dag) in de winter tot 2.5 (1/dag) in de zomer.

3.7 OVERIGE (HERKOMST EN LEEFTIJD VAN HET WATER).

HERKOMST VAN HET WATER.

Het waterkwaliteitsmodel is zodanig ingericht dat het kan worden gebruikt voor de beschouwing van de herkomst van water uit een specifieke bron middels het percentage vreemd water. Dat is mogelijk door het beschouwen van een conservatieve stof (zoals zout) en op de randen van het beschouwde gebied de juiste randconcentraties te specificeren. Voorbeelden zijn het percentage Rijnwater of Maaswater in zowel het nationale als regionale netwerk.

Met behulp van deze (waterbewegings-) variabele is het nu mogelijk om na te gaan welke route water vanuit een bepaald gebied volgt en bovendien welk percentage van het water in een bepaald gebied afkomstig is van die bron, waarbij bovendien nog de variatie van dit percentage over de tijd kan worden achterhaald. Als bovendien nog informatie beschikbaar is over de leeftijd van het water dat afkomstig is uit die bron, is de kennis omtrent de waterbewegingsaspecten in het netwerk compleet.

LEEFTIJD VAN HET WATER.

Overeenkomstig de aanpak voor de bepaling van de herkomst van water is in het model de mogelijkheid opgenomen om de leeftijd van water in een bepaald gebied te bepalen dat afkomstig uit een specifieke bron. Onder leeftijd wordt hier verstaan de (loop)tijd die verstreken is tussen het moment waarop het water de gekozen bron heeft verlaten en de actuele tijd in het desbetreffende gebied. Via deze leeftijdsvariabele kan informatie worden verkregen over de spreiding in de verblijftijd voor het water afkomstig van een specifieke bron.

De waterkwaliteitsberekeningen zijn vanwege de complexiteit en de omvang van de (computer-) berekeningen ruwweg gesplitst in

een berekening van de met eutrofiering samenhangende stoffen en een berekening voor de aan slib gerelateerde stoffen. Onderstaand is een overzicht opgenomen van de bij de eutrofieringsberekening en de bij de slibberekening geanalyseerde waterkwaliteitsvariabelen. De beschouwde variabelen zijn onderverdeeld in 'Stoffen' en 'Parameters'. Parameters zijn grootheden welke zijn afgeleid van of gebaseerd zijn op berekeningsresultaten van de daadwerkelijk gesimuleerde 'Stoffen', of beschrijven de door de gebruiker opgelegde randvoorwaarden (zie hiervoor hoofdstuk 4).

3.8 DE BESCHOUWDE WATERKWALITEITSVARIABLEN MBT EUTROFIERING.

OPGELOSTE STOFFEN (onderhevig aan menging en dispersie):

Stofnr.	Omschrijving variabele	(eenheid)	
Stof 1	= Check op sluitende waterbalans	(W)	(-)
Stof 2	= Zuurstof	(O ₂)	(g/m ³)
Stof 3	= Organisch (+particulair) stikstof	(N)	(g/m ³)
Stof 4	= Ammonium stikstof	(N)	(g/m ³)
Stof 5	= Nitriet en nitraat stikstof	(N)	(g/m ³)
Stof 6	= Orthofosfaat	(P)	(g/m ³)
Stof 7	= Organisch fosfaat	(P)	(g/m ³)
Stof 8	= Particulair fosfaat	(P)	(g/m ³)
Stof 9	= Fractie Rijnwater	(%)	(-)
Stof 10-17	= Alg 1 tot 8: zie BLOOM2-manual	(C)	(g/m ³)
Stof 18	= Silicium	(Si)	(g/m ³)
Stof 19	= Chloride	(Cl)	(g/m ³)
Stof 20	= Calcium 2+	(Ca)	(g/m ³)
Stof 21	= Detritus-koolstofpool	(C)	(g/m ³)
Stof 22	= Detritus-stikstofpool	(N)	(g/m ³)
Stof 23	= Detritus- fosfaatpool	(P)	(g/m ³)
Stof 24	= Detritus-siliciumpool	(Si)	(g/m ³)
Stof 25	= BOD-5 (Koolstof BOD)	(O ₂)	(g/m ³)

OVERIGE VARIABLEN (niet onderhevig aan menging en dispersie):

Stof 26	= Bodemdetritus-koolstofpool	(C)	(g/m ²)
Stof 27	= Bodemdetritus-stikstofpool	(N)	(g/m ²)
Stof 28	= Bodemdetritus- fosfaatpool	(P)	(g/m ²)
Stof 29	= Bodemdetritus-siliciumpool	(Si)	(g/m ²)

PARAMETERS (afgeleide, opgelegde of berekende waarden):

Parameter 1	= Temperatuur	(DegC)	(graden)
Parameter 2	= Zuurstofverzadigingsgehalte	(O ₂)	(g/m ³)
Parameter 3	= Lichthoeveelheid		(J/cm ² .wk)
Parameter 4	= Relatief Calcium2+ gehalte		(-)

Parameter 5 = Totaal stikstof	(N)	(g/m ³)
Parameter 6 = Totaal fosfaat	(P)	(g/m ³)
Parameter 7 = Berekend chlorophyll gehalte (Chl-a)		(g/m ³)
Parameter 8 = Berekende biomassa-drooggewicht (D)		(g/m ³)
Parameter 9 = BOD-5 incl. algen en detritus (O2)		(g/m ³)
Parameter 10 = Totale extinctie	(Ext)	(1/m)

3.9 DE BESCHOUWDE WATERKWALITEITSVARIABLEN MBT SLIB.

OPGELOSTE STOFFEN (onderhevig aan menging en dispersie):

Stofnr.	Omschrijving variabele	(eenheid)	
Stof 1	= Check op sluitende waterbalans	(W)	(-)
Stof 2	= Fractie vreemd water / Rijn - 1	(%)	(-)
Stof 3	= Fractie vreemd water / Vecht-70	(%)	(-)
Stof 4	= Fractie vreemd water / Maas -15	(%)	(-)
Stof 5	= Fractie vreemd water / Roer -19	(%)	(-)
Stof 6	= Fractie vreemd water / Niers-22	(%)	(-)
Stof 7	= Fractie vreemd water / Swalm-20	(%)	(-)
Stof 8	= Fractie vreemd water / District	(%)	(-)
Stof 9	= Leeftijdsfunctie / Rijn - 1	(%)	(-)
Stof 10	= Leeftijdsfunctie / Vecht-70	(%)	(-)
Stof 11	= Leeftijdsfunctie / Maas -15	(%)	(-)
Stof 12	= Leeftijdsfunctie / Roer -19	(%)	(-)
Stof 13	= Leeftijdsfunctie / Niers-22	(%)	(-)
Stof 14	= Leeftijdsfunctie / Swalm-20	(%)	(-)
Stof 15	= Leeftijdsfunctie / District	(%)	(-)
Stof 16	= Chloride	(Cl)	(g/m ³)
Stof 17	= Zwevend stof - grove fractie	(ZS)	(g/m ³)
Stof 18	= Hexachloorbenzeen	(HCB)	(mg/m ³)
Stof 19	= Cadmium	(Cd)	(mg/m ³)
Stof 20	= Tritium	(3H)	(kBq/m ³)
Stof 21	= E-coli bacterien	(EC)	(MPN/mL)
Stof 22	= Zwevend stof - fijne fractie	(ZS)	(g/m ³)
Stof 23	= nog open	()	()
Stof 24	= nog open	()	()
Stof 25	= nog open	()	()
Stof 26	= Bodemslib - grove fractie	(ZS)	(g/m ²)
Stof 27	= Hexachloorbenzeen (bodempool)	(HCB)	(mg/m ²)
Stof 28	= Cadmium (bodempool)	(Cd)	(mg/m ²)
Stof 29	= Bodemslib - fijne fractie	(ZS)	(g/m ²)

PARAMETERS (afgeleide, opgelegde of berekende waarden):

Parameter 1 = Diepte van de segmenten	(H)	(meter)
Parameter 2 = Leeftijd water / Rijn - 1	(L)	(dagen)
Parameter 3 = Leeftijd water / Maas -15	(L)	(dagen)
Parameter 4 = Leeftijd water / District	(L)	(dagen)
Parameter 5 = Zwevend stof (fijn en grof)	(ZS)	(g/m ³)

Parameter 6 = Vrije opgeloste HCB	(HCB)	(mg/m ³)
Parameter 7 = Totaal opgelost HCB	(HCB)	(mg/m ³)
Parameter 8 = HCB gehalte in totaal slib	(HCB)	(ug/kg)
Parameter 9 = Totaal opgelost Cd	(Cd)	(mg/m ³)
Parameter 10 = Cd gehalte in totaal slib	(Cd)	(ug/kg)

De ten behoeve van de derde Nota waterhuishouding gebruikte beschrijving van de waterkwaliteitsprocessen is uitgebreid beschreven in deel IIIb van deze documentatiereeks (Lit. 1).

De procesformulering van sommige waterkwaliteitsvariabelen is nog niet geheel bekend of kan soms slechts schematisch worden weergegeven. Voorbeelden hiervan zijn het Calciumgehalte dat uiteindelijk als een conservatieve stof is beschouwd en de fosfaatnalevering van de bodem die in de SSM formuleringen als onafhankelijk van de zuurgraad (pH) zijn verondersteld. Tenslotte wordt bij de slibberekening opgemerkt dat vlak voor de toepassing van het SSM instrumentarium de, mede op interne analyses van RWS gebaseerde, eerste modelformuleringen voor slib en de daaraan gehechte verontreinigingen werden gepubliceerd, geanalyseerd en vervolgens in het SSM geïmplementeerd.

De eutrofieringsberekening en de slibberekening gaan uit van dezelfde schematisatie van het nationale watersysteem, dezelfde (met het Distributiemodel berekende) waterbeweging en dezelfde inventarisatie van de belastingen (zij het voor andere stoffen!).

De berekeningsresultaten van een belangrijk aantal van de bovengenoemde stoffen en parameters zijn met behulp van speciaal voor dit doel ontwikkelde naverwerkings programmatuur na iedere simulatie verwerkt tot direct bruikbare (scorecards) en handzame overzichten, tot jaar- of seizoensgemiddelden of tot invoerbestanden voor grafische presentatie programma's. De verkregen resultaten kunnen met behulp van deze presentatie programmatuur snel, grondig en in samenhang met elkaar worden bestudeerd en geanalyseerd.

4. DE GEBRUIKTE RANDVOORWAARDEN EN BEGINVOORWAARDEN.

Aan de berekeningsresultaten liggen een aantal rand- en beginvoorwaarden ten grondslag. Een van de belangrijkste voorwaarden is misschien wel de (water-) temperatuur die (mede) bepalend is voor de snelheid van vrijwel alle in het model opgenomen waterkwaliteitsprocessen. De temperatuur afhankelijke groeisnelheid van phytoplankton en ook de nitrificatie en denitrificatie processen zijn hier voorbeelden van. De gebruikte (water-) temperatuur is gebaseerd op de weekgemiddelde, in 1985 gemeten, watertemperatuur in het meetpunt IJ23 in het IJsselmeer. Alhoewel de watertemperatuur voor meren en rivieren in de praktijk toch enige verschillen blijken te kunnen vertonen, is in het model toch uitgegaan van eenzelfde (opgelegde) watertemperatuur voor alle in de schematisatie opgenomen wateren. Dat als karakteristiek meetpunt een locatie in het IJsselmeer is gekozen hangt samen met het feit dat de watertemperatuur in watersystemen met een lange verblijftijd, in verband met een grotere beïnvloeding van de processnelheden, belangrijker is dan in riviergedomineerde systemen met een relatief korte verblijftijd.

Voor een correcte beschrijving van de groei van phytoplankton blijkt niet alleen de watertemperatuur van groot belang maar tevens het verloop van het lichtklimaat over het jaar. Daarom werd (ook op weekbasis) het lichtklimaat als een randvoorwaarde bij de berekeningen betrokken, waarbij de meetreeks van station Eelde karakteristiek is verondersteld voor geheel Nederland. Tenslotte is voor de berekening van het phytoplankton met behulp van het BLOOM-II model de daglicht-lengte als randvoorwaarde opgedrukt.

Omdat de kwaliteit van de onderwaterbodem niet is berekend (om andere dan modeltechnische redenen), is de kwaliteit van de onderwaterbodem als een randvoorwaarde aan de berekeningen van Cadmium en HCB toegevoegd. De in het model gehanteerde waarden voor deze bodemkwaliteit zijn afkomstig van het in opdracht van RWS-DBW/RIZA door DHV uitgevoerde onderzoek naar het langjarige verloop van de kwaliteit van de onderwaterbodem voor de huidige toestand en voor een aantal alternatieven (Lit. 2).

De beschrijving van het slib in de waterfase en op de onderwaterbodem is blijkens de modelformuleringen gekoppeld aan de schuifspanning nabij de onderwaterbodem. Deze schuifspanning wordt afhankelijk verondersteld van de stroomsnelheid tengevolge van het netto (water-) transport en tengevolge van wind geïnduceerde stromingen en golven. De stroomsnelheid wordt berekend op basis van de door het Distributiemodel (DM) voor iedere decade berekende debieten in de takken. Het van de wind afhankelijke deel van de schuifspanning wordt geschat met behulp van de gemeten daggemiddelde windsnelheid op de dijk van Enkhuizen naar Lelystad, die als randvoorwaarde aan de berekeningen is toegevoegd. Voor de schatting van de schuifspanning is naast de wind-

snelheid nog de zogenaamde 'fetch' of strijklengte nodig. De strijklengte wordt voor ieder segment onafhankelijk van de windrichting opgegeven. De gespecificeerde getalswaarde is zoveel als mogelijk gebaseerd op de overheersende windrichting.

Bij de beschrijving van het fosfaat in de waterfase blijkt het van essentieel belang de nalevering van het op de onderwaterbodem aanwezige fosfaat correct te beschrijven. De beschikbare kennis omtrent deze fosfaat nalevering is bij de berekeningen betrokken door middel van een in het waterkwaliteitsmodel opgenomen autonome nalevering van orthofosfaat, welke direct is afgeleid uit beschikbare veldmetingen en analyses van de fosfaatbalans. De potentiële fosfaat nalevering wordt voor ieder segment van de schematisatie als een (jaargemiddelde) randvoorwaarde in grammen orthofosfaat per vierkante meter per dag gespecificeerd. De werkelijke door het model gehanteerde fosfaat nalevering voegt hieraan slechts nog een watertemperatuur afhankelijke coëfficiënt toe.

Voor zowel de modelmatige beschrijving van de waterkwaliteits toestand in 1985 als voor de beschouwing van de beleidsalternatieven is naast de hiervoor beschreven set randvoorwaarden (watertemperatuur, windsnelheid, zoninstraling, etc.) een set beginvoorwaarden nodig. Deze set beginvoorwaarden omvat met name:

1. De beginconcentraties voor alle in het SSM model beschouwde stoffen op het starttijdstip van de berekening (in de berekeningsronde is hiervoor altijd 1 januari gekozen). Hierbij is het van belang om met name voor de systemen met een lange verblijftijd (IJsselmeer) of met een lange aanpassingstijd (de onderwaterbodem) aandacht te besteden aan een correcte weergave van de werkelijke situatie.
2. De initiële waterdiepte en volumina van alle segmenten (knopen) van de waterkwaliteits schematisatie. Deze gegevens kunnen voor een belangrijk deel worden geput uit de berekening van de waterbeweging en dienen derhalve voor iedere simulatie van een beleidsalternatief te worden gecontroleerd op veranderingen.

De benodigde waterkwaliteits gegevens zijn voor een belangrijk deel geput uit de kwartaalrapporten van het Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren, opgesteld door Rijkswaterstaat op basis van het routinematige meetnet. Voor het verkrijgen van de beginvoorwaarden van een aantal variabelen zoals de bodemvariabelen (onder andere het bodemslib en het bodemdetritus) en het percentage vreemd water uit de diverse bronnen is eerst een langjarige berekening uitgevoerd. De verkregen eindresultaten zijn voor genoemde variabelen vervolgens als startpunt van de berekening gekozen. Deze procedure werd noodzakelijk geacht om berekeningsresultaten te verkrijgen die zoveel mogelijk onafhankelijk van de (toevallig) gekozen beginvoorwaarden zouden zijn. en zouden aansluiten op de (ingeregelde ?) situatie in het prototype.

5. DE UITGEVOERDE SIMULATIES.

In de derde berekenings-ronde zijn met het totale instrumentarium voor de derde Nota waterhuishouding, waarvan het SSM deel uitmaakt, zowel de toestand in 1985 (het jaar waarop is calibreerd) als een aantal beleidsalternatieven voor de toekomstige situatie gesimuleerd. Voor elke beleidsvariant is vooraf door RWS de kwaliteit van de onderwaterbodem gespecificeerd. De gesimuleerde beleidsvarianten (voor een 50% droog jaar: een D50-jaar) betreffen:

1. HRL01: Situatie 1985 (HB85).
Deze variant beschrijft de situatie in het jaar 1985 bij de infrastructuur van destijds en bij het beleid van destijds en bij een hydrologie die hoort bij een 50% droog jaar.
2. MRL01: Situatie 2000 (HB2000).
Deze variant beschrijft de situatie in het jaar 2000 bij autonome ontwikkelingen in het huidige en het voorgenomen beleid. Hierin zijn alle infrastructurale en beheersmatige aanpassingen verwerkt waartoe reeds is besloten. Voor de belastingen geldt dat de invulling van RAP en NAP zal geschieden voorzover dat op dit moment als mogelijk wordt geacht. Deze variant is de nulvariant waarmee alle overige berekeningen kunnen worden vergeleken.
3. MRL02: Situatie 2000 (MRL01) met enige aanpassingen.
De afwijkingen ten opzichte van de MRL variant zijn:
 - Geen fosfaatflux vanaf de bodem,
 - Chloride bij Lobith met 90% gereduceerd,
 - Simulatie van drie jaar tbv beschouwing inspeleeffecten.
4. LRM01: Situatie bij realisatie van de 'Streefbeelden'.
Deze variant geeft een doorkijk na 2000 bij realisatie van de zogenaamde 'Streefbeelden' met een aanzienlijke emissiereductie (omstreeks 90%), hetgeen naar verwachting in de periode 2010 tot 2020 het geval zal zijn.
5. CAL1985: Situatie in het werkelijke jaar 1985.
Ten behoeve van de calibratie van het modelinstrumentarium wordt het jaar 1985 doorgerekend met de werkelijke waterbeweging en belasting van dat jaar.

De simulatie van de waterkwaliteitstoestand in 1985 moet als een gecombineerde calibratie en verificatie van het modelinstrumentarium worden beschouwd, al staat daartegenover dat een belangrijk deel van het instrument reeds op onderdelen van het thans beschouwde watersysteem werd getest en toegepast. De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van eerdere simulaties betreffen de slibgerelateerde waterkwaliteits variabelen en de (omvangrijke) aanvullingen van de inventarisatie van de belastingen.

De te kiezen rekentijdstap van het waterkwaliteitsmodel hangt af van de verblijftijden in de segmenten van de schematisatie en van de snelheid van de gemodelleerde processen. Voor de gekozen

schematisatie van het watersysteem en van de processen bleek een tijdstap van 0.04 dagen (ongeveer 1 uur) noodzakelijk voor een correcte simulatie. Berekenings resultaten werden door het model slechts eenmaal per vijf dagen gegenereerd om de omvang van de modeluitvoer hanteerbaar te houden.

Het inregelen van specifieke processen of procesconstanten van het model voor de waterkwaliteitstoestand van 1985 bleek met name nodig voor de volgende processen:

- de kritische schuifspanning voor resuspensie en sedimentatie van grof en fijn slib,
- de erosieflux voor grof en fijn slib,
- de sedimentatie-snelheid van grof en fijn slib,
- de achtergronds extinctie tbv phytoplanktongroei,
- de temperatuur afhankelijkheid van het (de)nitricatieproces,
- binding en nalevering van orthofosfaat,
- de coëfficiënten met betrekking tot de primaire produktie en sterfte van phytoplankton ten behoeve van een realistische soortensamenstelling,
- de partitie-coëfficiënt van cadmium en hexachloorbenzeen,

Na de laatste oplevering van de belastingenspecificatie door EMISSIE (inclusief DIWAMO) en de waterbeweging door DM, zijn bovenstaande procescoëfficiënten gecontroleerd op hun juistheid en stond het SSM gereed voor de beschouwing van de gespecificeerde beleidsalternatieven.

Als een beleidsalternatief een reductie van de buitenlandse aanvoer omvat, heeft uitsluitend een reductie van het antropogene deel (het niet-natuurlijke deel) van de buitenlandse aanvoer plaatsgevonden. Het natuurlijke deel van de buitenlandse aanvoer (de achtergrondsvracht) is onder andere afgeleid uit WKP-resultaten en uit simulaties met het Waterkwaliteitsmodel Rijn (MODQUAL).

6. HET GEBRUIK VAN DE STOFSTROMEN PROGRAMMATUUR OP EEN PC.

6.1 INLEIDING.

Na de afronding van de berekeningen voor de derde Nota waterhuishouding zijn de gebruikte programma's overgedragen aan de opdrachtgever. De in dit hoofdstuk opgenomen beschrijving van het gebruik van de programmatuur is derhalve alleen van toepassing op deze specifieke programma's.

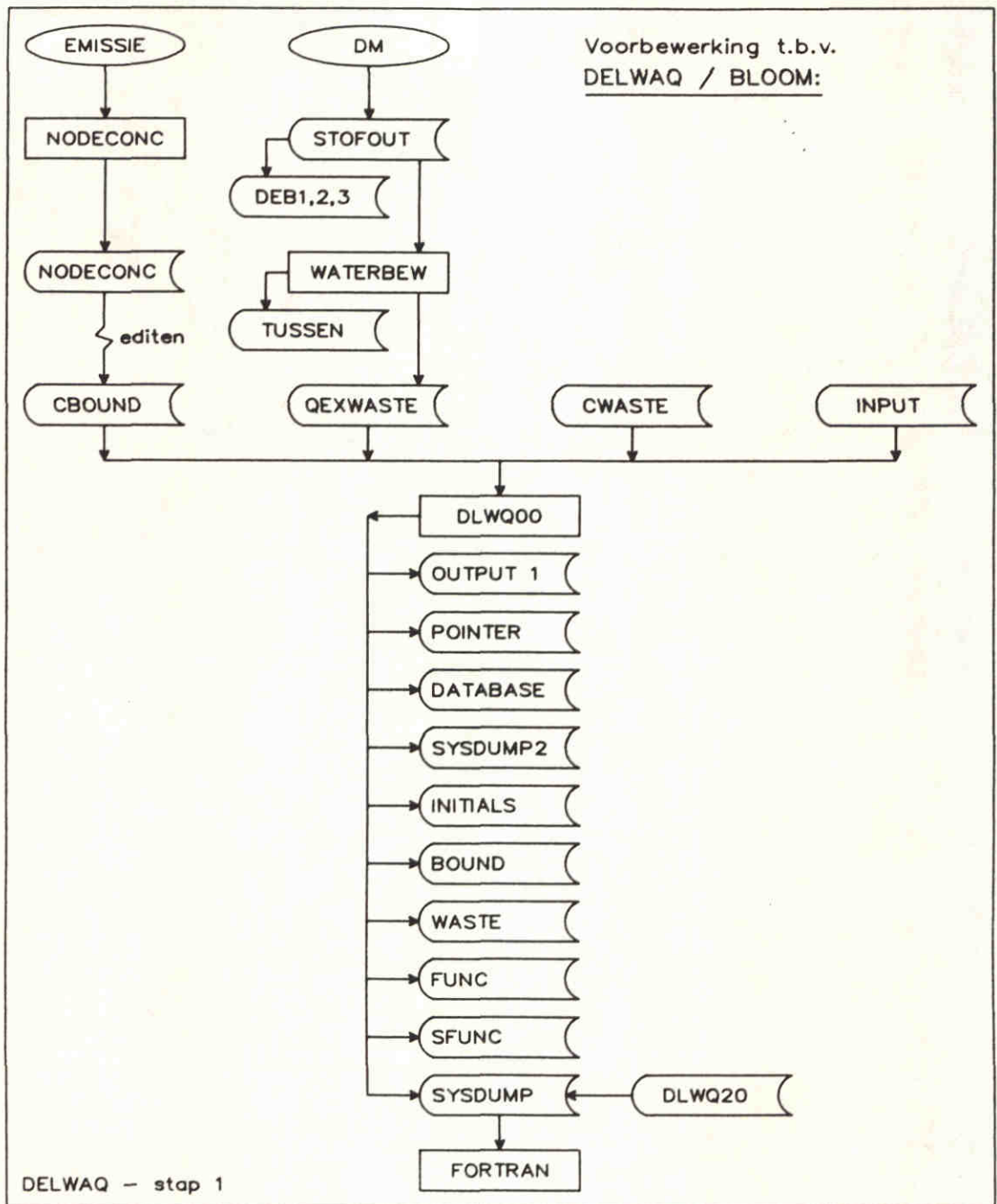
6.2 BEREKENING VAN DE WATERBEWEGING.

Met behulp van het DistributieModel (DM) wordt de waterbeweging berekend (zie stroomschema in figuur 5). De uitvoer van dit model wordt opgeslagen in een bestand met de naam STOFOUT.***, waarbij *** een vrij te kiezen extensie (naam) voorstelt. Met behulp van dit bestand en het bestand DELDMF2.INP wordt vervolgens een bestand aangemaakt waarin de waterbeweging ongeformatteerd is opgeslagen.

Nadat het bestand *****.QEX met daarin de ongeformatteerde waterbeweging is aangemaakt dient dit naar de directory te worden gecopieerd, waarop de DELWAQ/BLOOM berekening zal worden uitgevoerd.

6.3 BEPALING VAN DE RANDVOORWAARDEN.

Een berekening met de programmatuur voor de belastingen resulteert uiteindelijk in een emissiebestand NODECONC dat vrijwel direct voor de berekening met het model DELWAQ/BLOOM kan worden gebruikt (zie stroomschema in figuur 5). Dit bestand staat op de directory \EMISSIE\TK. Het bestand bevat de gegevens van de lozingen vertaald naar randvoorwaarden voor het model DELWAQ/BLOOM. In dit bestand staan zowel de randconcentraties voor de eutrofierings als de slib gerelateerde stoffen. De eerste stap die moet worden uitgevoerd is het copieren van het genoemde randvoorwaardenbestand naar de directory \DELBLM\BOUND\.



Figuur 5. Stroomschema: Vorbewerking t.b.v DELWAQ / BLOOM.

Uitgaande van het gecopieerde bestand dienen twee bestanden te worden gemaakt: een voor de eutrofierings berekening en een voor de slib berekening. Hiertoe moeten de programma's CBOUND.A.EXE en CBOUND.B.EXE worden gedraaid. In de bestanden CBOUND.A.DAT en CBOUND.B.DAT staan respectievelijk de benodigde invoerbestanden voor de eutrofierings- en de slib berekening. Deze invoerbestanden bevatten de randconcentraties zoals deze op basis van de belastinginformatie zijn bepaald. De uiteindelijk bij de berekening van de waterkwaliteit gebruikte randvoorwaarden worden bepaald uit combinatie van de hiervoor genoemde randvoorwaardenbestanden met de hierna genoemde bestanden waarin de uit de kwartaalverslagen beschikbare randconcentraties voor de grensoverschrijdende rivieren zijn opgenomen:

- BOUND.RY = Rijn
- BOUND.MA = Maas
- BOUND.NI = Niers
- BOUND.RO = Roer
- BOUND.SW = Swalm
- BOUND.VE = Vecht
- BOUND.DI = Districten.

Naast de hiervoor genoemde bestanden is ook een bestand nodig met daarin de waarden van de zogenaamde BREAKPOINTS: de tijdstippen waarop een randconcentratie bekend is. Momenteel is de programmatuur zo ingesteld dat een berekening voor een jaar (januari t/m december) wordt uitgevoerd, waarbij de belastingen (en daarmee de breakpoints) per decade dienen te zijn gespecificeerd.

De uitvoer van de modellen CBOUND.A.EXE en CBOUND.B.EXE bestaat uit een randvoorwaardenbestand dat direct geschikt is voor een DELWAQ/BLOOM berekening. De naam van dit bestand kan worden opgegeven in het bestand CBOUND.A.DAT respectievelijk CBOUND.B.DAT. Nadat de bestanden met randvoorwaarden zijn aangemaakt moeten deze worden gecopieerd naar de directory waarop de DELWAQ/BLOOM berekening zal worden uitgevoerd.

6.4 BEREKENING VAN DE WATERKWALITEIT.

Een complete berekening met het Stofstromen waterkwaliteits instrumentarium bestaat uit een tweetal berekeningen: een berekening van de eutrofierings gerelateerde stoffen en een berekening van de slibgerelateerde stoffen. Ter illustratie wordt hier de procedure rond de calibratieberekening CAL-85 beschreven (zie stroomschema in figuur 5).

Op de harde schijf van de Personal Computer is een directory aangemaakt met als naam \DELBLM\CAL85\. Op deze directory zijn weer een tweetal sub-directories aangemaakt, namelijk \DELBLM\CAL85\SLIB en \DELBLM\CAL85\EUTR voor slib respec-

tievelijk eutrofiering. Op beide directories staan de benodigde invoerbestanden.

Voor het uitvoeren van een DELWAQ/BLOOM berekening moet eerst het programma DLWQ00 worden gedraaid. Dit programma vertaalt de invoerbestanden naar werkbestanden die door het model DELWAQ kunnen worden gelezen. In het bestand DLWQ00.DAT staan de benodigde invoer- en uitvoerbestanden. Als belangrijkste invoerbestanden kunnen worden genoemd:

- file *****.INP = basis invoerbestand;
- file *****.QEX = waterbewegingsbestand;
- file *****.CBO = randvoorwaardenbestand en
- file *****.CWA = lozingenbestand.

Het basis invoerbestand *****.INP bevat diverse algemene gegevens zoals de schematisatie van het gebied, de volumina van de segmenten uit de schematisatie aan het begin van de berekening, de initiële concentraties, de rekentijdstap, de breakpoints etc. Het bestand *****.QEX bevat de ongeformatteerd weggeschreven informatie van de waterbeweging zoals die is berekend met het distributiemodel.

Het bestand *****.CBO bevat de ongeformatteerd weggeschreven informatie uit het randvoorwaardenbestand, dat is aangemaakt uitgaande van de gesommeerde belastingen.

Omdat de gesommeerde belastingen bij de tot dusver uitgevoerde simulaties naar randconcentraties zijn vertaald, bevat het bestand *****.CWA tot dusver geen informatie omtrent lozingen.

Nadat het programma DLWQ00 is gedraaid, kunnen de aangemaakte werkbestanden direct worden gebruikt ten behoeve van de slib en/of eutrofieringsberekening.

Naast de bovengenoemde vier bestanden dient voor het uitvoeren van de tweede stap in de cyclus, waarin de feitelijke berekening plaatsvindt, nog een vijfde bestand met de naam POSIT.*** (zie stroomschema in figuur 6) aanwezig te zijn, waarin:

- de breedte;
- de aanvangs diepte;
- de strijklengte en
- de resuspensie-flux van fosfaat.

Het bestand DLWQ20.DAT bevat de namen van de invoer- en uitvoerbestanden die nodig zijn voor een slib- of eutrofieringsberekening. Ten opzichte van de slibberekening zijn voor de eutrofieringsberekening twee extra invoerbestanden nodig: DELBLM.NST en PAWNOIH.UNF. Deze twee invoerbestanden bevatten informatie voor het aan het waterkwaliteits instrumentarium gekoppelde phytoplanktonmodel BLOOM-II.

Bij de berekening met DELWAQ/BLOOM kan voor de eutrofieringsberekening altijd het programma DELWST.EXE worden gebruikt. Voor de slibberekeningen moet afhankelijk van de kwaliteit van de bodem een specifiek programma worden gebruikt.

Voor iedere scenario-berekening of bodemkwaliteitstoestand is dan ook een uniek programma beschikbaar voor de slibberekening.

Als uitvoer van een DELWAQ/BLOOM berekening wordt een unformatted bestand *****UNF aangemaakt. Dit bestand kan direct worden gebruikt door de naverwerkingsprogrammatuur.

6.5 NAVERWERKING VAN DE BEREKENINGSRESULTATEN.

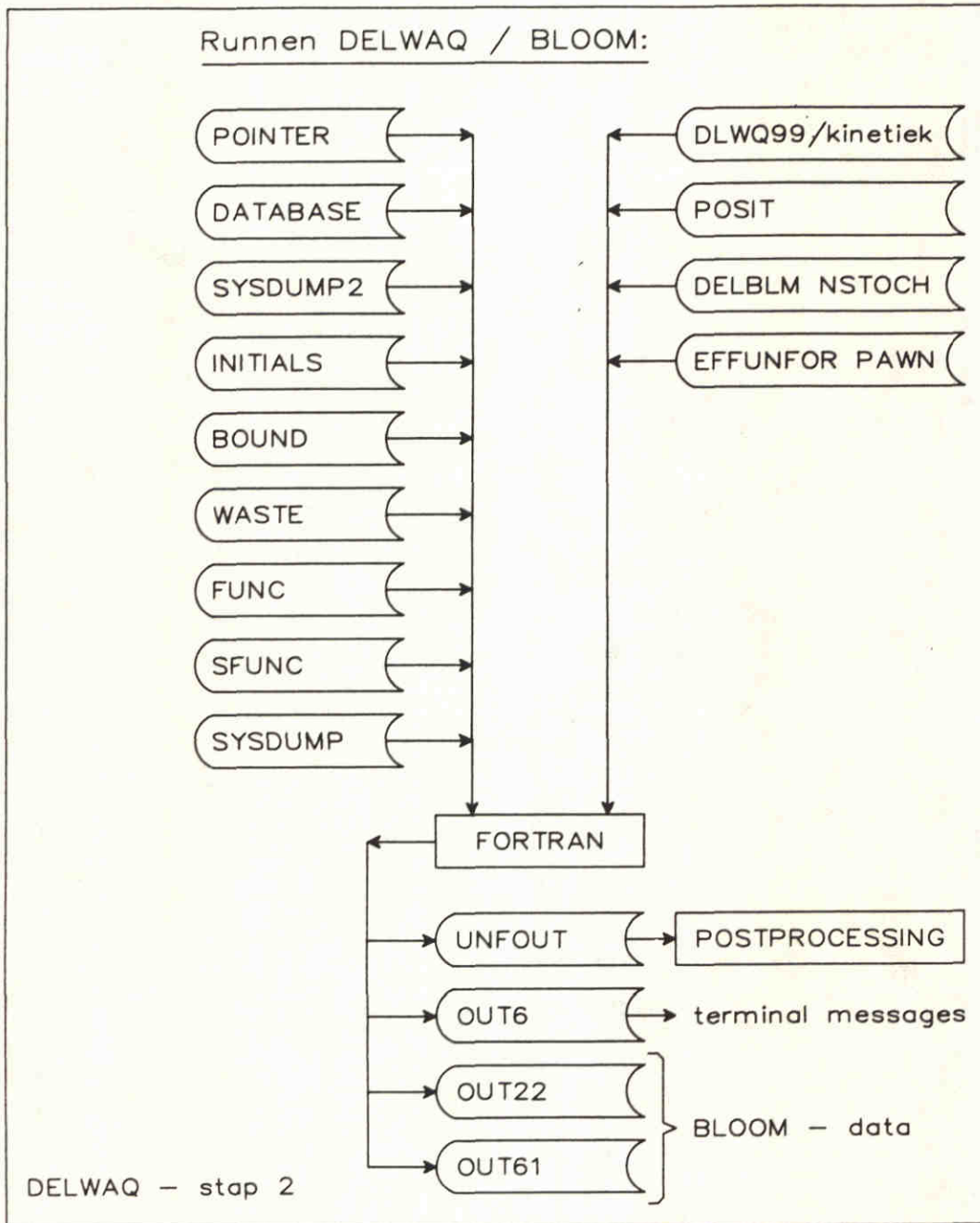
Nadat zowel een slib als een eutrofieringsberekening is uitgevoerd kunnen een aantal naverwerkingsprogramma's worden gedraaid (zie stroomschema in figuur 7).

6.5.1 De grafische presentatiemethode.

Ten behoeve van de grafische presentatiemethode (zie deel IV uit deze documentatiereeks) dient het programma PCSTOF.EXE te worden gedraaid van directory \DELBLM\NAVERWER. Hiervoor zijn twee invoerbestanden nodig, namelijk het uitvoerbestand benodigd afkomstig van respectievelijk de slib- en eutrofieringsberekening. Daarnaast worden automatisch nog enige bestanden met daarin de benodigde titels en bijschriften voor de uiteindelijke bestanden, die vervolgens direct kunnen worden gebruikt door de presentatieprogrammatuur.

6.5.2 Vergelijking van het resultaat met de CUWVO relatie.

Met behulp van de presentatieprogrammatuur kunnen zomergemiddelden waarden worden berekend. Deze zomergemiddelde resultaten kunnen vervolgens weer als invoer worden gebruikt voor het programma CUWVO.EXE, waarmee de DELWAQ/BLOOM resultaten worden vergeleken met de resultaten die met de CUWVO-relatie zijn bepaald.



Figuur 6. Stroomschema: Draaien van DELWAQ / BLOOM.

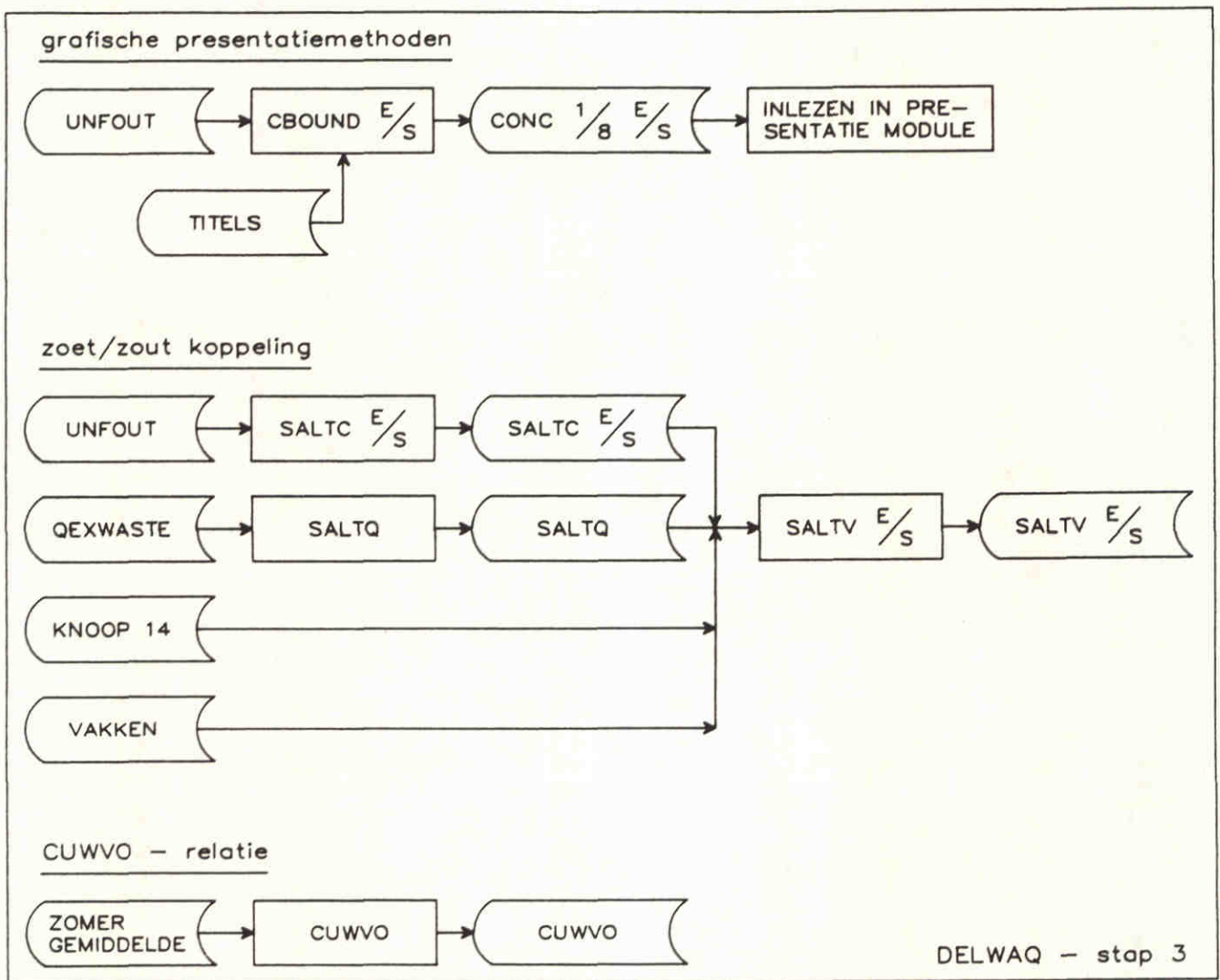
6.5.3 De relatie met het zoute oppervlaktewater.

Uitgaande van de uitvoerbestanden van de slib- en de eutrofierings berekening kunnen ook de stofvrachten naar de Noordzee worden bepaald. Hiertoe moet het programma SALTQ.EXE voor de debieten, het programma SALTCE.EXE voor de concentraties van de met eutrofiering samenhangende stoffen en het programma SALTCS.EXE voor de concentraties van de met slib samenhangende stoffen worden gedraaid. Vervolgens wordt het programma SALTVE.EXE voor de stofvrachten van de eutrofiering samenhangende stoffen en het programma SALTVS.EXE voor de stofvrachten van de slib samenhangende stoffen gedraaid.

Naast de reeds genoemde invoerbestanden zijn bovendien nog de twee onderstaande bestanden nodig:

- SALT.VAK en
- KNOOP14.***

In het bestand SALT.VAK zijn de diverse 'lozingspunten' naar de Noordzee weergegeven. In het bestand KNOOP14.*** zijn de directe lozingen op de Noordzee opgenomen. Het bestand KNOOP14.*** wordt bij de berekening van de belastingen aangemaakt.



Figuur 7. Stroomschema: Naverwerking van de resultaten.

LITERATUUR.

1. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding: de waterkwaliteitsprocesformuleringen, T568, deel IIIb, maart 1990.
2. DWARS, HEDERIK & VERHEIJ, Prognose van de onderwaterbodempkwaliteit (3e concept), februari 1989.
3. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, PAWN-II Waterkwaliteit - het ontwikkelde modelinstrumentarium, R1230.09 / T0067.09, december 1986.
4. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, PAWN-II Waterkwaliteit - toepassing op Friesland, R1230.09, december 1986.
5. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, Koppeling DELWAQ-BLOOM, Intern rapport onderzoek T0184, augustus 1986.
6. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, BLOOM-II: a mathematical model to compute phytoplankton blooms, User's manual, WABASIM-project, R1310, february 1984.
7. KRONE, R.B., Flume studies of the transport of sediment in estuarial shoaling processes, Univ. of California; Hydr. Eng. Lab. and Sanit. Eng. Lab., 1962.
8. PARTHENIADES, E., Erosion and deposition of cohesive soils Proc. ASCE; Journ. Hydraulics Division, Vol. 91, No. HY1, pp. 105-139; 1965.
9. DELFT HYDRAULICS, Modelling the fate of HCB and PCB's in Lake Ketel and Lake IJssel, Results of a feasibility study, TOW-IW T250, november 1987.
10. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, IMPAQT: A physico-chemical model for the fate of hydrophobic organic micro-pollutants in aquatic systems, Model description (draft), T250, june 1987.
11. PLASMAN, H.H., Bepalen van de vluchtigheid van hoger gechloroerde benzenen uit water, Notitie 87.017.x, RWS-DBW/RIZA, 1987.
12. PLASMAN, H.H., Bepalen van de temperatuursafhankelijkheid van de constante van Henry van chloorbenzenen en de interacties van deze stoffen met opgeloste humuszuren, Notitie 87.042.x, RWS-DBW/RIZA, 1987.
13. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, Mathematical simulation of bio-chemical processes in natural waters by the model CHARON, report R1310-10, december 1986.
14. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, Milieu-aspecten met betrekking tot de berging van baggerspecie uit de Amsterdamse grachten, T0170, september 1986.
15. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, Effect of detached breakwaters on bacterial pollution in the coastal zone of Emilia Romagna, Final report, R2243, may 1985.
16. LANDBOUWHOGESCHOOL WAGENINGEN, Modelling van de bacteriologische waterkwaliteit, R. v/d Heijden, mei 1983.
17. WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding: de naverwerking en presentatiemethoden, T568, deel IV, maart 1990.

Namen van de segmenten in de 'Stofstromen'-schematisatie

Segmentnummer	<----- Namen ----->			
1 tot 4	PANDNKOP	AFLMAWAKA	TIEL	GORINGHEM
5 tot 8	DORDRECT	OUDBIJER	IJSELKOP	WAGINGEN
9 tot 12	DURSTEDE	VIANEN	SCONOVEN	IJSLMOND
13 tot 16	SCHEUR	NOORDZEE	BORGHAREN	BORN
17 tot 20	LINNE	AFLDKAN	ROERMOND	BELFELD
21 tot 24	SAMBEEK	GRAVE	LITH	DENBOSCH
25 tot 28	GERTRUID	BIESBOSH	MOERDIJK	WILEMSTD
29 tot 32	HELVOETS	STELNDAM	ZOOM1	GREVLING
33 tot 36	JUTPHAAS	UTRECHT	WERKENDAM	DIEMEN
37 tot 40	AMSTEDAM	HALFWEG	IJMUIDEN	DIEREN
41 tot 44	ZUTPHEN	DEVENTER	ZWOLLE	KETLMEER
45 tot 48	IJSLMEER	AFSLDIJK	MARKMEER	IJMEER
49 tot 52	VELUWMER	GOOIMEER	SCHERMER	DENHELDR
53 tot 56	AMSTMEER	FRIELAND	HARLNGEN	LAUWMEER
57 tot 60	GRONIGEN	DELFIJL	HOGEZAND	TERAPEL
61 tot 64	WINSHOTN	ZWARTMER	MEPPEL	SMILDE
65 tot 68	HOGEEVEN	ERICASLU	LOCHEM	DELLEN
69 tot 72	VROMSHOP	HAANDRIK	COVORDEN	DEDEMSVA
73 tot 76	OMMEN	SALLAND	UTREVECH	NIGTVECH
77 tot 80	LOPIKWAR	WOERDEN	RIJNLAND	DELFLAND
81 tot 84	GOUDA	AMSTLAND	BETUWE	TIELWARD
85 tot 88	LOOZEN	WEERT	MEYEL	HELMOND
89 tot 92	BOXTEL	OSTRHOUT	FIJNAART	ROSENDAL
93 tot 96	ZOOM2	ZOOM3	WOLDERWYD	EEMMEER
97 tot 100	JUTPHREG	ARKLINGE	HANKATE	DEMBREG
101	NOP			

Tabel 1: Naamgeving van de gespecificeerde 101 segmenten.

Begindiepte behorende bij de 'Stofstromen'-schematisatie				
Methode:		Diepte (m) = diepte		
Segmentnummer	<----- diepte ----->			
1 tot 4	5.0	3.8	3.8	3.2
5 tot 8	5.1	5.6	3.0	3.0
9 tot 12	3.9	3.7	3.4	3.5
13 tot 16	6.4	10.8	4.1	4.5
17 tot 20	3.2	3.8	4.1	4.1
21 tot 24	3.8	4.4	3.8	3.0
25 tot 28	2.8	3.4	6.7	9.0
29 tot 32	6.0	6.0	4.2	5.2
33 tot 36	4.0	4.5	3.2	4.0
37 tot 40	5.9	11.6	15.7	3.0
41 tot 44	3.3	3.4	3.5	2.8
45 tot 48	4.3	4.3	3.3	3.5
49 tot 52	1.4	4.2	2.3	4.2
53 tot 56	3.0	1.6	3.5	2.7
57 tot 60	3.3	5.4	3.4	2.2
61 tot 64	2.5	1.2	2.7	2.1
65 tot 68	2.0	1.8	3.4	2.8
69 tot 72	2.5	1.8	1.8	2.7
73 tot 76	2.0	2.4	2.2	2.4
77 tot 80	2.8	2.3	2.3	2.1
81 tot 84	2.6	2.5	2.0	2.0
85 tot 88	2.0	2.0	2.6	1.9
89 tot 92	2.0	2.3	2.9	2.0
93 tot 96	6.0	3.9	1.6	2.4
97 tot 100	2.8	4.0	1.8	1.8
101	4.8			

Tabel 2: Begindieptes van de elementen in de schematisatie

Beginvolume behorende bij de 'Stofstromen'-schematisatie

Methode: Volume (m3) = 1000000 * volume

Segmentnummer	<----- volume ----->			
1 tot 4	44.70	40.50	57.76	33.63
5 tot 8	48.93	45.30	9.00	7.20
9 tot 12	13.81	15.60	19.20	50.20
13 tot 16	110.35	7100.00	12.60	3.80
17 tot 20	6.55	2.65	5.50	12.40
21 tot 24	24.00	19.00	23.45	22.65
25 tot 28	29.15	53.65	159.15	241.95
29 tot 32	228.75	113.45	96.00	568.00
33 tot 36	6.00	7.20	30.20	16.20
37 tot 40	20.50	30.90	20.40	4.85
41 tot 44	4.73	10.31	13.36	98.93
45 tot 48	4297.30	550.00	1708.00	378.09
49 tot 52	44.00	41.34	44.20	4.20
53 tot 56	34.60	340.40	15.00	59.60
57 tot 60	26.79	4.36	3.40	2.20
61 tot 64	2.55	25.50	2.94	3.16
65 tot 68	1.81	1.41	7.00	2.82
69 tot 72	1.83	1.08	1.31	0.67
73 tot 76	2.46	0.95	3.00	9.60
77 tot 80	2.48	5.25	94.89	15.67
81 tot 84	6.72	14.40	2.81	2.49
85 tot 88	2.31	2.22	0.26	3.67
89 tot 92	0.50	5.87	3.24	1.42
93 tot 96	133.00	27.00	31.18	41.34
97 tot 100	0.36	3.31	0.27	1.37
101	1.00			

Tabel 3: Beginvolumina van de elementen in de schematisatie

Beginbreedte gebruikt in de 'Stofstromen'-schematisatie

Methode: Breedte (m) = breedte

Segmentnummer	<----- breedte ----->			
1 tot 4	260.	260.	300.	400.
5 tot 8	300.	260.	130.	100.
9 tot 12	130.	130.	170.	500.
13 tot 16	500.	10000.	100.	60.
17 tot 20	100.	100.	100.	100.
21 tot 24	130.	150.	180.	250.
25 tot 28	500.	2000.	2000.	1500.
29 tot 32	2000.	2000.	500.	4000.
33 tot 36	100.	100.	500.	180.
37 tot 40	270.	270.	270.	80.
41 tot 44	85.	100.	130.	2500.
45 tot 48	15000.	15000.	10000.	5000.
49 tot 52	1500.	1500.	200.	200.
53 tot 56	500.	250.	250.	250.
57 tot 60	60.	60.	40.	20.
61 tot 64	30.	1500.	200.	200.
65 tot 68	200.	200.	200.	200.
69 tot 72	200.	200.	200.	200.
73 tot 76	200.	200.	200.	200.
77 tot 80	200.	200.	200.	200.
81 tot 84	200.	200.	200.	200.
85 tot 88	200.	200.	200.	200.
89 tot 92	200.	200.	200.	200.
93 tot 96	500.	500.	1500.	1500.
97 tot 100	200.	200.	200.	200.
101	2000.			

Tabel 4: Beginbreedtes van de elementen in de schematisatie

Pointer tabel voor de koppeling 'Stofstromen' en 'DM'														
Stofstromen				Stofstromen				Stofstromen						
Nr. van->naar		DM link		Nr. van->naar		DM link		Nr. van->naar		DM link				
1	15	->	16	0-2	37	6	->	13	0-64	73	95	->	96	0-135
2	16	->	17	0-4	38	13	->	0	0-65	74	98	->	9	0-136
3	15	->	17	0-6	39	29	->	30	0-66	75	46	->	0	0-137
4	17	->	18	0-8	40	30	->	0	0-67	76	62	->	101	0-142
5	18	->	19	0-9	41	30	->	32	0-69	77	101	->	45	0-143
6	18	->	20	0-13	42	32	->	0	0-71	78	45	->	54	1-1
7	19	->	20	0-15	43	28	->	31	0-72	79	54	->	55	1-2
8	20	->	21	0-18	44	31	->	93	0-74	80	55	->	0	1-3
9	21	->	22	0-21	45	93	->	94	0-76	81	54	->	56	1-4
10	22	->	23	0-24	46	94	->	0	0-78	82	57	->	54	1-5
11	23	->	24	0-25	47	7	->	40	0-81	83	57	->	58	1-6
12	24	->	25	0-26	48	40	->	41	0-82	84	58	->	0	1-7
13	25	->	26	0-27	49	41	->	42	0-83	85	57	->	56	1-8
14	1	->	2	0-32	50	42	->	43	0-84	86	56	->	0	1-9
15	22	->	2	0-33	51	43	->	44	0-85	87	57	->	59	1-10
16	2	->	3	0-36	52	70	->	73	0-87	88	60	->	59	1-11
17	3	->	4	0-37	53	73	->	62	0-88	89	59	->	61	1-12
18	4	->	35	0-38	54	62	->	44	0-89	90	60	->	61	1-13
19	1	->	7	0-39	55	43	->	62	0-90	91	61	->	0	1-14
20	3	->	98	0-40	56	44	->	45	0-92	92	66	->	65	1-15
21	7	->	8	0-41	57	45	->	46	0-96	93	65	->	64	1-16
22	8	->	9	0-42	58	45	->	47	0-98	94	66	->	64	1-17
23	9	->	10	0-44	59	47	->	48	0-102	95	64	->	57	1-18
24	4	->	10	0-45	60	48	->	50	0-105	96	64	->	63	1-19
25	10	->	11	0-46	61	49	->	44	0-108	97	65	->	63	1-20
26	35	->	26	0-47	62	9	->	33	0-111	98	63	->	62	1-21
27	26	->	27	0-48	63	10	->	33	0-113	99	66	->	71	1-22
28	27	->	28	0-49	64	33	->	34	0-115	100	65	->	71	1-23
29	28	->	29	0-51	65	34	->	36	0-117	101	71	->	70	1-24
30	35	->	5	0-52	66	36	->	37	0-121	102	65	->	72	1-25
31	27	->	5	0-53	67	48	->	37	0-123	103	72	->	63	1-26
32	5	->	6	0-55	68	37	->	38	0-126	104	72	->	73	1-27
33	6	->	29	0-56	69	38	->	39	0-128	105	71	->	72	1-28
34	11	->	12	0-58	70	39	->	0	0-130	106	67	->	41	2-1
35	5	->	12	0-59	71	96	->	50	0-131	107	68	->	67	2-2
36	12	->	13	0-63	72	49	->	95	0-133	108	68	->	69	2-3

Tabel 4: Relatie pointertabel Stofstromen en nummer DM-links

Vervolg van tabel 4.

Stofstromen Nr. van->naar	DM link	Stofstromen Nr. van->naar	DM link	Stofstromen Nr. van->naar	DM link	
109	69 -> 70	2-4	127	76 -> 36	5-4	
110	69 -> 99	2-5	128	33 -> 97	5-5	
111	74 -> 62	2-6	129	10 -> 97	5-6	
112	99 -> 74	2-7	130	97 -> 77	5-7	
113	47 -> 51	3-1	131	11 -> 77	5-8	
114	51 -> 52	3-2	132	77 -> 81	5-9	
115	52 -> 0	3-3	133	77 -> 78	5-10	
116	51 -> 38	3-4	134	34 -> 78	5-11	
117	45 -> 53	3-5	135	78 -> 79	5-12	
118	53 -> 0	3-6	136	81 -> 12	5-13	
119	1 -> 83	4-1	137	81 -> 79	5-14	
120	83 -> 8	4-2	138	79 -> 80	5-15	
121	83 -> 98	4-3	139	80 -> 13	5-16	
122	98 -> 84	4-4	140	82 -> 36	5-17	
123	84 -> 4	4-5	141	82 -> 37	5-18	
124	97 -> 75	5-1	142	82 -> 79	5-19	
125	75 -> 76	5-2	143	79 -> 38	5-20	
126	48 -> 76	5-3	144	79 -> 0	5-21	
				145	80 -> 0	5-22
				146	15 -> 85	6-1
				147	85 -> 86	6-2
				148	85 -> 0	6-3
				149	86 -> 17	6-4
				150	87 -> 86	6-5
				151	86 -> 88	6-6
				152	88 -> 100	6-7
				153	89 -> 100	6-8
				154	100 -> 24	6-9
				155	88 -> 90	6-10
				156	90 -> 25	6-11
				157	90 -> 91	6-12
				158	91 -> 31	6-13
				159	92 -> 91	6-14
				160	92 -> 93	6-15

Bovenstaande 160 links (en daarmee flows) worden gevolgd door de 100 lozingsdebieten op de 100 knopen en door de 100 onttrekkingsdebieten op de 100 knopen (101 excl. 14).

De volgorde van de lozings- en onttrekkingsdebieten voor deze knopen is hierna aangegeven.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	1	7	2	3
4	8	9	10	11	26	27	28	35	5	6	29	12	13	30
32	31	93	94	40	41	42	43	70	73	62	44	45	46	47
48	50	49	33	34	36	37	38	39	96	95	98	101	54	55
56	57	58	59	60	61	66	65	64	63	71	72	69	68	67
74	99	51	52	53	83	84	75	76	97	77	78	79	80	81
82	85	86	87	88	100	89	90	91	92					

Tabel 4: Relatie pointertabel Stofstromen en nummer DM-links



waterloopkundig laboratorium | wl

hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydel-nl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl

