

opdrachtgever:

Rijkswaterstaat

Dienst Binnenwateren/RIZA

instrumentarium

beleidsanalyse waterhuishouding

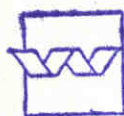
PAWN

de districtswatermodule DIWAMO

documentatie deel II

maart 1990

1	geheim
2	niet ter inzage derden
<input checked="" type="checkbox"/>	niet ter inzage derden gedurende 10 jaar
4	openbaar



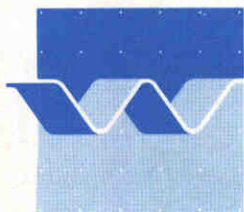
bibliotheek
postbus 177 - 2600 MH Delft
waterloopkundig laboratorium | wl

2e EXEMPLAAR

**instrumentarium
beleidsanalyse waterhuishouding
PAWN**

de districtswatermodule DIWAMO

E.F.W. Ruygh, C.F.A.M. Hopstaken



waterloopkundig laboratorium | wl

INHOUD

1. Inleiding	4
1.1 Algemene inleiding	4
1.2 Districtswatermodule	7
1.3 Modellerig	9
2. Districtswater	10
2.1 PAWN-schematisatie	10
2.2 Kwaliteit districtswater	13
3. Belasting districtswater	14
4. Conservatieve menging	15
4.1 Verblijftijd	15
4.2 Stroomsnelheid	19
4.3 Menging en vertraging	22
5. Proceskinetiek	24
5.1 Adsorptie en desorptie	24
5.2 Sedimentatie en resuspensie	25
5.3 Nitrificatie en denitrificatie	26
5.4 Opname en mineralisatie	27
5.5 Vervluchtiging	29
6. Invloed kwaliteit gebiedsvreemd water	30
7. Resultaten calibratie berekeningen 1985	33
7.1 Stikstof	33
7.2 Fosfaat	37
7.3 Cadmium	41
7.4 Hexachloorbenzeen	44
Hoofdstuk 8. Conclusies en aanbevelingen	47
Literatuur	48
Bijlage 1. File beschrijvingen	50
1. Inputfiles	50
2. Outputfiles	53
Bijlage 2. Samenstelling districtswater	58
Bijlage 3. Concentratie ingelaten water	59

Figuren

1. Samenhang der modellen in de Beleidsanalyse Waterhuishouding.
2. Plaats van DIWAMO in Regulering Stofstromen.
3. Stroomschema DIWAMO.
4. De 80 districten in de PAWN-schematisatie.
5. Berekende verblijftijden per decade (1985) voor district Twente (18), Amstelmeer (32) en Noord Dommel (72).
6. Berekende jaargemiddelde verblijftijd (1985) per district.
7. Berekende stroomsnelheid per decade (1985) voor district Twente (18), Amstelmeer (32) en Noord Dommel (72).
8. Berekende jaargemiddelde stroomsnelheid (1985) per district.
9. Berekende concentraties ammonium, nitraat en organisch stikstof in drie districten (1985).
10. Berekende concentraties ortho-fosfaat en totaal fosfaat in drie districten (1985).
11. Berekende concentraties cadmium in drie districten (1985).
12. Berekende concentraties HCB in drie districten (1985).

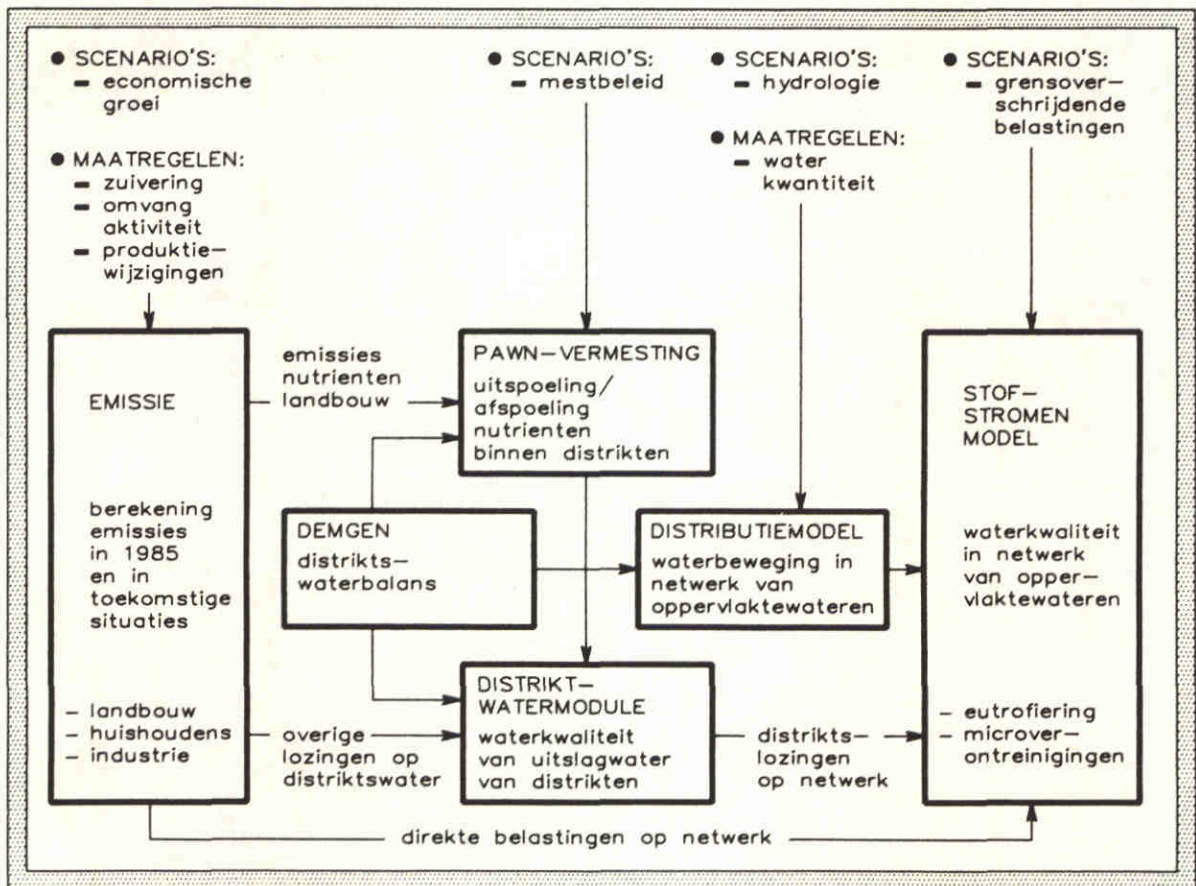
Tabellen

1. Arealen, volume en diepte in de PAWN-districten.
2. Processen in DIWAMO.
3. Opname van N en P door algen (gram/m^2) in districtswater.
4. Districten met gelijke concentratie ingelaten water.
5. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor stikstof (1985).
6. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor fosfor (1985).
7. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor cadmium (1985).
8. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor HCB (1985).

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 netwerkniveau 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 Districtswatermodule

Voor de berekeningen in de Beleidsanalyse Waterhuishouding wordt gebruik gemaakt van de PAWN-schematisatie, waarin een nationaal netwerk en 80 districten zijn onderscheiden (zie ook paragraaf 2.1).

De beleidsanalyse is primair gericht op het transport in het nationale netwerk. De belasting van dit netwerk vindt echter, naast een aantal directe lozingen op het netwerk, gedeeltelijk plaats vanuit de districten. Deze belasting vanuit de districten kan niet zonder meer gelijk worden gesteld aan de belasting op het districtswater. Conservatieve menging leidt tot een herverdeling in de tijd van de belasting van het netwerk. Bovendien treden tijdens het verblijf in het districtswater processen op die de belasting van het netwerk vanuit de districten beïnvloeden. In het districtswater leiden met name denitrificatie en vastlegging van fosfaat in de waterbodem tot een beperking van belasting van het netwerk.

Rijkswaterstaat DBW/RIZA heeft aan het Waterloopkundig Laboratorium opdracht verleend de effecten van het verblijf van stoffen in het districtswater op de belasting van het netwerk te beschrijven.

Ten behoeve van het onderzoek is een mathematisch model ontwikkeld. Wegens de modulaire en integrerende functie van het ontwikkelde model binnen het totale modelinstrumentarium dat ten behoeve van de beleidsanalyse is toegepast, is het model 'districtswater-module' (DIWAMO) genoemd.

In feite vormt DIWAMO een deel van de programmatuur waarmee de belastingen van het Nederlandse oppervlaktewater worden berekend (EMISSIE). DIWAMO wordt tijdens het uitvoeren van een berekening met EMISSIE automatisch meegedraaid (zie ook de rapportage over EMISSIE, Waterloopkundig Laboratorium, 1990c)

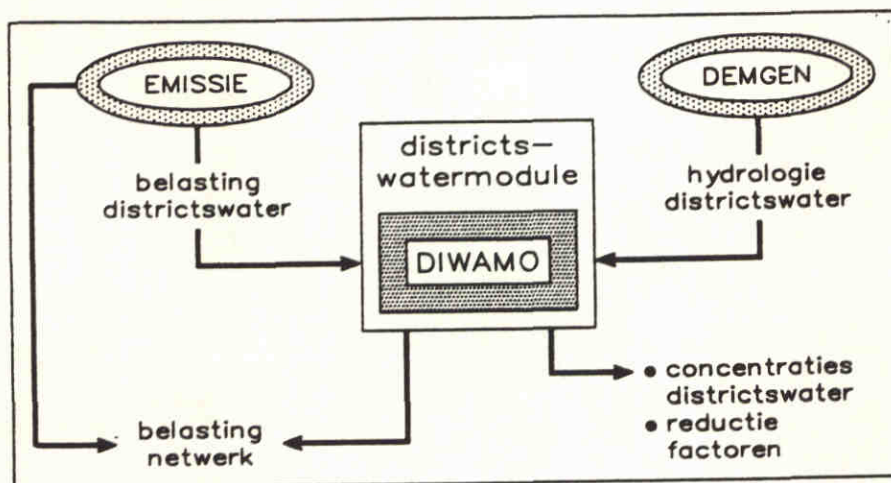
De plaats van DIWAMO in het instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding is in figuur 1 en 2 weergegeven.

In de eerste fase van het onderzoek is aandacht besteed aan de invloed van menging (conservatief gedrag van stoffen) op de transportsnelheid van stoffen in het districtswater. De verblijftijden in het districtswater bleken in de orde van enkele decaden te liggen, hetgeen aanleiding was tot een nadere studie van de processen die tijdens het verblijf in het districtswater optreden.

De tweede fase van het project omvat de nadere detaillering van het instrument door het opnemen van relevante processen in DIWAMO. De proceskinetiek is beperkt tot de stoffen stikstof, fosfor, cadmium en HCB.

In dit rapport wordt zowel het conservatief gedrag als gevolg van de menging en vertraging (hoofdstuk 4) als de proceskinetiek (hoofdstuk 5) behandeld. In hoofdstuk 2 worden de kenmerken van het districtswater, in hoofdstuk 3 de belastingen van het districtswater beschreven. De invloed van gebiedsvreemd water op de

kwiteit van het districtswater en de belasting van het netwerk wordt behandeld in hoofdstuk 6. De resultaten van de calibratie berekeningen voor 1985 komen in hoofdstuk 7 aan de orde; voor de resultaten van de scenario berekeningen wordt verwezen naar de rapportage van de beleidsanalyse.



Figuur 2. Plaats van DIWAMO in Regulering Stofstromen.

1.3 Modellering

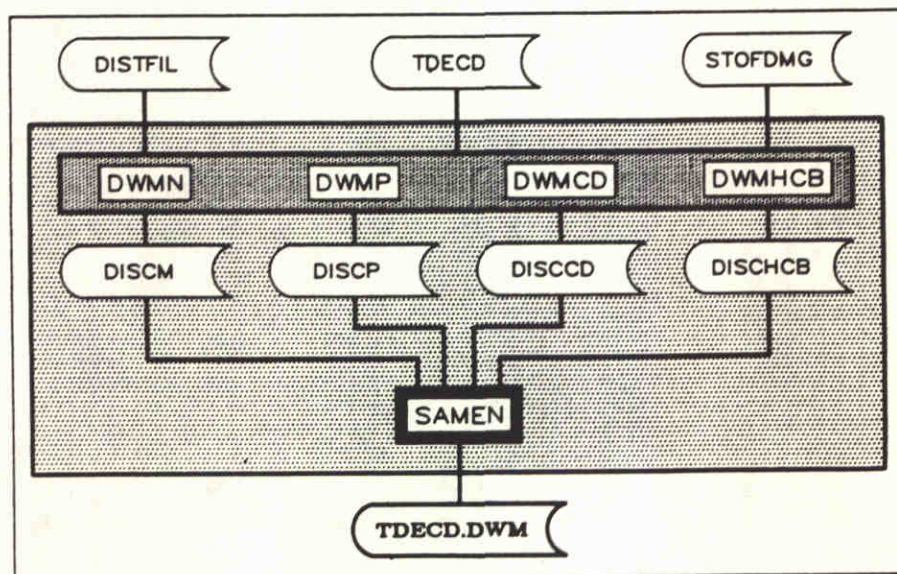
De districtswatermodule DIWAMO berekent voor stikstof, fosfor, cadmium en hexachloorbenzeen (HCB) de concentratie in het districtswater en de belasting naar het netwerk per decade.

DIWAMO bestaat uit vier afzonderlijke programma's voor stikstof, fosfor, cadmium en HCB. Aanleiding voor de scheiding per stof zijn de uiteenlopende eigenschappen van deze vier stoffen. De resultaten van de vier programma's (DWMN.exe, DWMP.exe, DWMCD.exe en DWMHCB.exe) worden in een vijfde programma (SAMEN.exe) gecombineerd tot een file met de belasting naar het netwerk (per decade per district). De structuur van deze file (TDECD**.DWM) is identiek aan de structuur van de file met de belastingen van het districtswater (TDECD**.***). Stoffen waarvoor geen berekening in DIWAMO wordt gemaakt, worden in TDECD**.DWM overgenomen uit TDECD**.***

De districtswatermodule levert een aantal uitvoerfiles op waarin per decade de belasting naar het netwerk (TDECD**.DWM), de stroomsnelheid (VELO.DWM), de verblijftijd (VBLT.DWM) en de concentratie in het districtswater (CONCN.DIS, CONCP.DIS, CONCCD.DIS EN CONCHCB.DIS) wordt weggeschreven. Bovendien wordt voor alle belastingen een overzicht op jaarbasis gegeven van de totale belasting op het districtswater en het netwerk in de files met de extensie .SUM (summary). Op grond van deze jaartotalen is de verhouding tussen de belasting van het netwerk en de belasting van het districtswater bepaald. Deze verhouding (de 'retentie-factor', zie ook hoofdstuk 7) geeft aan in welke mate een stof in het districtswater wordt afgebroken of vastgelegd.

In figuur 3 is het stroomschema van DIWAMO schematisch weergegeven. De invoer- en uitvoerfiles zijn beschreven in bijlage 1.

Figuur 3. Stroomschema DIWAMO.



2. DISTRICTSWATER

2.1 PAWN-schematisatie

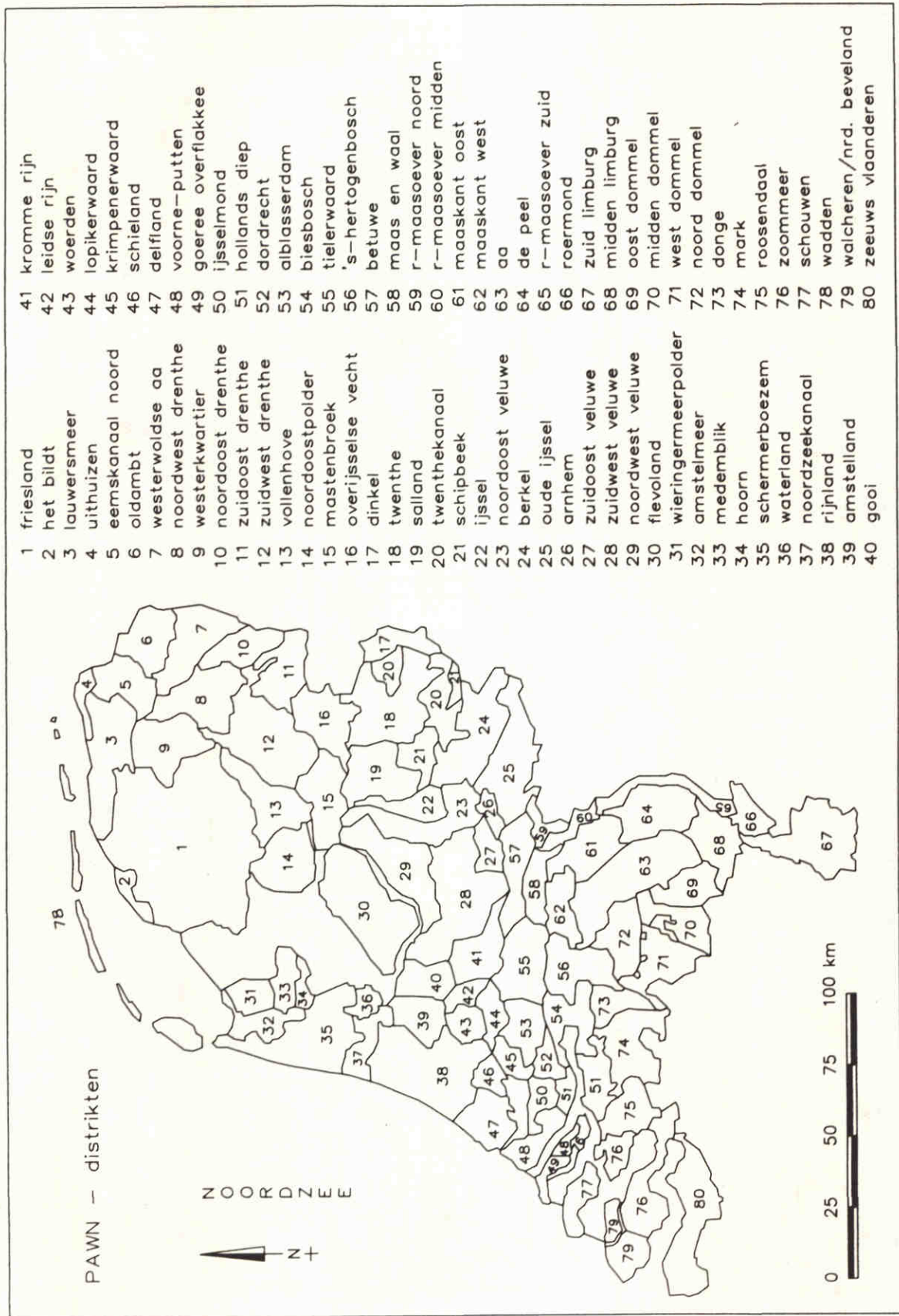
De schematisatie van het oppervlaktewater in Nederland in een nationaal netwerk en 77 districten is opgesteld in het kader van de vorige PAWN-studie (Abrahamse et al., 1982). Het nationale netwerk in de PAWN-schematisatie wordt gevormd door de belangrijke waterwegen in Nederland en bestaat uit zogenaamde takken en knopen. De takken vormen de verbindingen tussen de knopen, terwijl de districten aan het netwerk gekoppeld zijn via de knopen. De districten zijn op zich zelf staande waterstaatkundige eenheden, met een intern stelsel van sloten, kanalen, beken en vaarten. Zowel de afvoer van de districten naar het netwerk als de belasting van de districten vanuit het netwerk vindt plaats via de knopen.

De waterbeweging in de bodem en het oppervlaktewater van de districten wordt berekend met DEMGEN (figuur 1 en 2). DIWAMO maakt gebruik van een aantal fysische parameters uit de DEMGEN-schematisatie, zoals opgenomen in de 'districtsfile'. Het gaat onder meer om het initieel volume districtswater, het totale oppervlak en het oppervlak open water per district. Op basis van het volume en oppervlak open water wordt de gemiddelde diepte per district berekend. Deze districts-gegevens zijn in tabel 1 opgenomen.

Bij de eerste berekeningen met DIWAMO bleek de gemiddelde diepte in district 63 (Aa) ca. 10 cm te bedragen, terwijl in de overige districten de gemiddelde diepte op 50-150 cm gesteld was. In overleg met verschillende DEMGEN-gebruikers van DBW/RIZA en WL en de regionale directie is besloten het volume in district 63 (Aa) te wijzigen. Uitgaande van een gemiddelde diepte van 125 cm is het volume van district 63 vastgesteld op $19123 * 10^3 \text{ m}^3$ (vgl. tabel 1).

In het kader van de Beleidsanalyse Waterhuishouding is de PAWN-schematisatie uitgebreid van 77 tot 80 districten: de Wadden- en Zeeuwse eilanden zijn aan de schematisatie toegevoegd (figuur 4).

Figuur 4. De 80 districten in de PAWN-schematisatie.



Tabel 1. Arealen, volume en diepte in de PAWN-districten.

district	areaal stedelijk oppervlak (ha)	oppervlak open water (ha)	volume water (1000 m ³)	district	areaal stedelijk oppervlak (ha)	oppervlak open water (ha)	volume water (1000 m ³)
1 FRIELAND	305228.	20080.	188530.	41 KROMRIJN	39851.	8320.	4618.
2 HETBILD	15331.	900.	6085.	42 LEIDRIJN	10455.	2060.	5490.
3 LAUMMEER	74084.	3704.	70025.	43 WOERDEN	18295.	1020.	8497.
4 UITHUIZN	15065.	785.	4860.	44 LOPKWAR	16608.	1308.	5117.
5 EEMSKANN	38608.	3459.	24535.	45 KRIMPWAR	15711.	2894.	16440.
6 OLDAMBT	3769.	2897.	14125.	46 SCIELAND	13757.	2207.	11975.
7 WESTWOLD	56187.	5107.	19710.	47 DELFLAND	55709.	20847.	6138.
8 NWORENTE	60843.	5473.	27172.	48 VOORNE	33619.	3497.	32577.
9 WESKWART	52543.	4842.	1989.	49 GOEREE	12465.	1275.	6805.
10 NEDRENTE	31214.	2783.	14610.	50 IJSLMOND	16105.	3067.	10487.
11 SEORENTE	45200.	3579.	15295.	51 HOLNDIEP	41496.	4861.	19900.
12 SWORENTE	92678.	5324.	28320.	52 DORRECT	3739.	1724.	7685.
13 VOLENHOF	49588.	2467.	72125.	53 ABLASWAR	29113.	3166.	16650.
14 NEPOLDER	49731.	2636.	25320.	54 BIESBOSH	37245.	4692.	20787.
15 MASTBROK	50032.	3862.	17915.	55 TIELWARD	52358.	2101.	25155.
16 OVIJVECT	46436.	3110.	17760.	56 DENBOSCH	45914.	6123.	12670.
17 DINKEL	23048.	1769.	4450.	57 BETUWE	35615.	4142.	16000.
18 TWENTHE	80531.	9427.	16955.	58 MAASWAAL	23742.	3607.	1145.
19 SALLAND	50951.	3620.	15080.	59 RECMAASN	11558.	2133.	6530.
20 TWENTKAN	46632.	3886.	9705.	60 RECMAASM	12167.	2358.	3975.
21 SHIPBEEK	28060.	2480.	4940.	61 MASKANTE	41765.	3616.	810.
22 IJSELGEB	25131.	2234.	5985.	62 MASKANTW	26571.	4250.	8390.
23 NEVELUWE	52325.	5476.	10310.	63 AA	92952.	10300.	19213.
24 BERKEL	72941.	4655.	12045.	64 DEPEEL	50822.	4192.	5700.
25 OUDCIJSL	72406.	7046.	19485.	65 RECMAASS	25899.	3523.	6045.
26 ARNHEM	9655.	1664.	2330.	66 ROERMOND	18508.	2295.	8760.
27 SEVELUWE	16764.	3034.	2960.	67 SLIMBURG	72387.	17211.	16945.
28 SWELUWE	100981.	14084.	15235.	68 MLIMBURG	38301.	3587.	16620.
29 NWELUWE	65861.	5911.	12175.	69 EDOMMEL	28788.	733.	9980.
30 FLEVLAND	96481.	6606.	38610.	70 MDOMMEL	31360.	6517.	8245.
31 WIERGMER	20246.	996.	9725.	71 WDOMMEL	41622.	3577.	7515.
32 AMSTILMER	26200.	2257.	28850.	72 NDOMMEL	35063.	4320.	9590.
33 MEONBLIK	22082.	2369.	18862.	73 DONGE	29312.	5124.	4625.
34 HOORN	8941.	1576.	5672.	74 MARK	52042.	5980.	8590.
35 SCHERMER	86841.	11796.	41472.	75 ROSENDAL	30917.	4077.	11390.
36 WATERLAND	10813.	2221.	13948.	76 ZOOM	72612.	6551.	27470.
37 NZKANGEB	22980.	7278.	37115.	77 SCHOuwen	26664.	1780.	14500.
38 RIJNLAND	101228.	19400.	60000.	78 WADDENEIL	38259.	1264.	2715.
39 AMSTILAND	30981.	4922.	26368.	79 WALCHEREN	32536.	3883.	23160.
40 GOOI	25697.	5481.	43805.	80 ZEEUWS-VL	74759.	5665.	14010.

P : Polder/boezem district
B : Beekdistrict

2.2 Kwaliteit districtswater

In het STORA-rapport 'Kernmerken van niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater' (STORA, 1984) wordt verslag gedaan van een meetcampagne in het kader van de vaststelling van de basiskwaliteit van (districts) oppervlaktewater. Er zijn 6 typen 'niet rechtstreeks door afvalwaterlozingen verontreinigd binnenwater' onderscheiden, nl.:

1. niet-gekanaliseerde laaglandbeek
2. wel-gekanaliseerde laaglandbeek
3. kanalen en vaarten
4. tochten en sloten
5. polderplassen
6. zand- en grindgaten

Per type oppervlaktewater zijn 4 meetpunten, steeds zoveel mogelijk buiten het bereik van lozingspunten geselecteerd. Er zijn alleen monsters genomen in gebieden met een chloride concentratie lager dan 300 mg/l.

De analysegegevens zijn niet representatief voor het gehele PAWN-district waarin het monsterpunt is gelegen, omdat per district verschillende typen oppervlaktewater (kunnen) voorkomen. Bovendien zijn concentraties in het districtswater in het algemeen hoger als gevolg van lozingen en diffuse belastingsbronnen. Wel mag worden aangenomen dat het concentratieverloop (in de tijd) representatief is.

Ten behoeve van de districtswatermodule zijn de 80 PAWN-districten gekarakteriseerd als 'beek-' resp. 'polder-districten', op basis van de gemiddelde verblijftijd en stroomsnelheid (tabel 1). De samenstelling van de watertypen 1 en 2 wordt representatief beschouwd voor het districtswater in de 'beekdistricten'; de samenstelling in de de watertypen 3 t/m 5 voor de 'polderdistricten'. De gegevens van de zand- en grindgaten zijn niet gebruikt.

In bijlage 2 wordt voor de PAWN-districten die als beek-district resp. polderdistrict zijn gekarakteriseerd de samenstelling van het 'niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater' op maandbasis gegeven. Van deze maandgemiddelden is tevens een gemiddelde voor het zomer- en winterhalfjaar afgeleid. Deze gegevens worden gebruikt bij de calibratie van de districtswatermodule (hoofdstuk 7).

3. BELASTING DISTRICTSWATER

In het instrumentarium voor de Beleidsanalyse Waterhuishouding worden de belastingen van het oppervlaktewater berekend met behulp van het programmapakket EMISSIE (figuur 1). Dit pakket wordt beschreven in deel Ic van de documentatie over het instrumentarium Beleidsanalyse Waterhuishouding (Waterloopkundig Laboratorium, 1990c).

Bij de berekening van de belastingen van het oppervlaktewater wordt onderscheid gemaakt in de belasting van het districtswater en de belasting van het netwerk. Als bronnen van belasting van het districtswater zijn onderscheiden:

- afspoeling van kunstmest, dierlijke mest en atmosferische depositie
- atmosferische depositie op open water
- effluent van RWZI's
- riooloverstorten
- directe lozingen van huishoudens en industrie
- grondwaterafvoer (kwel)

Met het pakket EMISSIE wordt een bestand aangemaakt waarin de bijdragen van de verschillende bronnen zijn gesommeerd tot een vracht per decade per district. Dit bestand (TDECK**.***) fungeert als invoer voor DIWAMO (paragraaf 1.3). Voor een beschrijving van de belastingen en de gehanteerde berekeningsmethoden wordt verwezen naar deel Ia, Ib en Ic van de documentatie.

Naast de belastingen vanuit de districten op het districtswater vindt belasting van het districtswater plaats wanneer (verontreinigd) water vanuit het netwerk wordt ingelaten. De belasting via dit gebiedsvreemd water wordt in DIWAMO zelf berekend op basis van het ingelaten debiet (uitvoer DEMGEN) en de samenstelling van het water in het netwerk. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de invloed van de belasting via gebiedsvreemd water op de berekeningsresultaten.

4. CONSERVATIEVE MENGING

In de eerste fase van het onderzoek is geconstateerd dat in het districtswater de verblijftijden lang en de stroomsnelheden laag zijn (WL, 1988c). Naast de processen die optreden tijdens het verblijf in het districtswater (hoofdstuk 5), wordt de belasting van het netwerk ook direct beïnvloed door de verblijftijd en de stroomsnelheid. In dit hoofdstuk worden de formuleringen en de resultaten van de calibratie-berekeningen beschreven voor de verblijftijden en stroomsnelheden in het districtswater. Verder wordt het concept van de volledige menging behandeld.

4.1 Verblijftijd

Onder het begrip verblijftijd wordt de periode verstaan die het water (gemiddeld) in het district aanwezig is. De gemiddelde verblijftijd kan beschreven worden als de reciproke van de fractie van het volume dat vervangen wordt. Met andere woorden, bij een verblijftijd van 20 decaden wordt in een decade 5% van het districtswater afgevoerd.

De verblijftijd van het districtswater (TAU) wordt berekend als het quotient van het (actuele) volume districtswater en de flux (Quit, m³/decade) die het district verlaat:

$$\text{TAU [decaden]} = \frac{\text{VOLUME [m}^3\text{]}}{\text{Quit [m}^3\text{/decade]}}$$

De flux die het district verlaat wordt afgeleid uit de verschillende fluxen die in DEMGEN voor het districtswater worden onderscheiden:

- OASPR : berekening vanuit districtswater
- LEAKG : infiltratie vanuit districtswater
- WATSYS : debiet naar netwerk

Verdamping vanuit het districtswater vormt in feite ook een afvoerterm van water. De verdamping is echter niet meebeschoofd omdat dit geen consequenties heeft voor de belastingen. De afvoer vanuit het district (in m³/decade) volgt dus uit:

$$\text{Quit} = \text{WATSYS} + \text{OASPR} + \text{LEAKG}$$

In figuur 5 zijn de berekende verblijftijden voor drie districten weergegeven volgens de calibratieberekeningen voor 1985. De verblijftijden in district Amstelmeer (32) zijn veel groter dan die in district Twente (18) en Noord Dommel (72). In het voorjaar en de zomer, maar incidenteel ook in het najaar, is de

verblijftijd in district Amstelmeer (32) zeer lang, terwijl in de districten Twente (18) en Noord Dommel (72) alleen in het na-jaar de verblijftijden iets oplopen.

Het verschil in de verblijftijd tussen district Amstelmeer en district Twente en Noord Dommel is het gevolg van het verschil in volume districtswater. In district Amstelmeer bedraagt het volume 28850 m³ terwijl in district Twente en Noord Dommel het volume respectievelijk 16955 m³ en 9590 m³ bedraagt (tabel 1). Het grote volume in district Amstelmeer leidt tot lange verblijftijden.

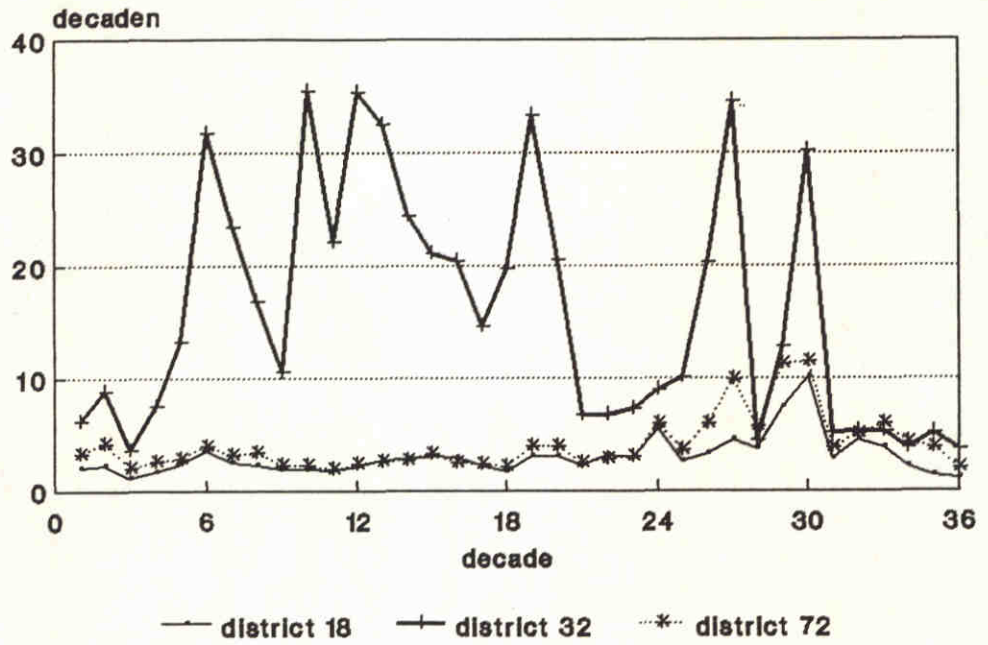
De variaties in de tijd worden bepaald door de verschillen in de afvoer.

De gemiddelde verblijftijd op jaarbasis is voor alle districten weergegeven in figuur 6. Uit deze figuur komt naar voren dat in enkele districten (met name in Holland) de gemiddelde verblijftijden enorm oplopen. Dit wordt veroorzaakt door extreem lange verblijftijden in enkele decaden in de zomer (tot 2000 decaden). In de rest van Nederland bedraagt gemiddeld over het jaar, de verblijftijd enkele decaden. De lange verblijftijden leiden tot relatief grote invloed van de proceskinetiek in het districtswater.

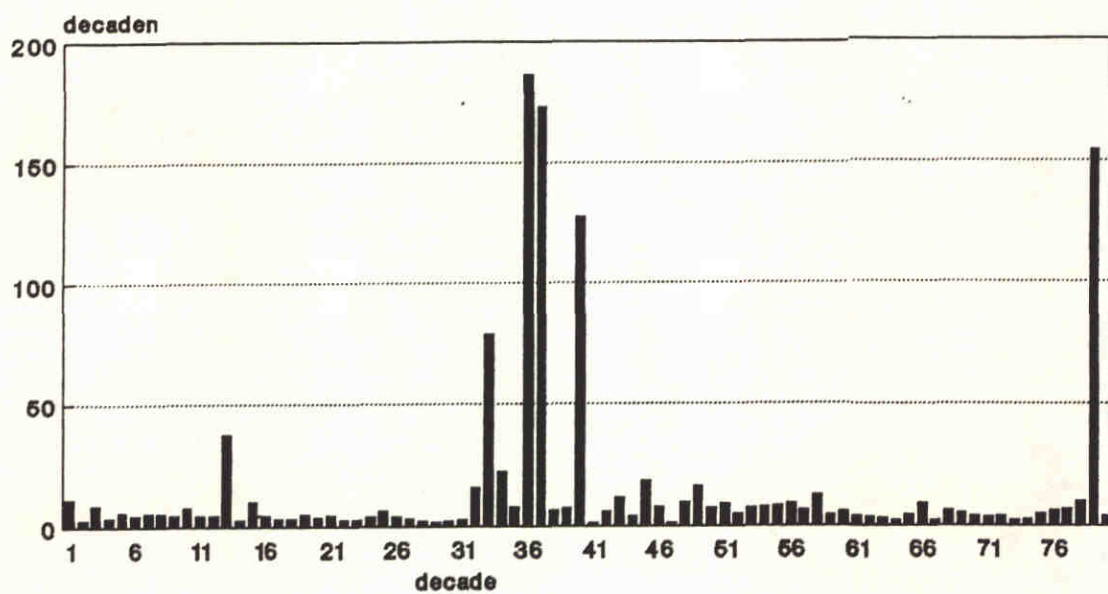
Opmerkelijk is de extreem lange verblijftijd in district 13 (Volenhoven) en district 79 (Walcheren). Voor district 13 wordt dit veroorzaakt door het grote volume oppervlaktewater en de geringe afvoer uit dit district. In Walcheren wordt het Veerse meer als deel van het districtswater beschouwd, zodat ook hier sprake is van een groot volume.

Overigens moet worden opgemerkt dat het volume districtswater in district 79 waarschijnlijk nog groter is; het Veerse meer heeft een gemiddelde diepte van 5 meter (WL, 1989a), terwijl bij de eerste schattingen voor het hele district een gemiddelde diepte van 1 meter is aangenomen. De districtsfile (tabel 1) moet op dit punt dus waarschijnlijk worden aangepast.

Figuur 5. Berekende verblijftijden per decade (1985) voor district Twente (18), Amstelveen (32) en Noord Dommel (72).



Figuur 6. Berekende jaargemiddelde verblijftijd (1985) per district.



4.2 Stroomsnelheid

De gemiddelde stroomsnelheid van het districtswater wordt afgeleid uit de gemiddelde afstand tot het netwerk en het debiet naar het netwerk. De afstand tot het netwerk wordt geschat op basis van het districtsoppervlak volgens:

$$MNWAY = 0.5 \sqrt{OPPVLK}$$

De stroomsnelheid volgt dan uit:

$$MNVEL = MNWAY * WATSYS / VOLUME$$

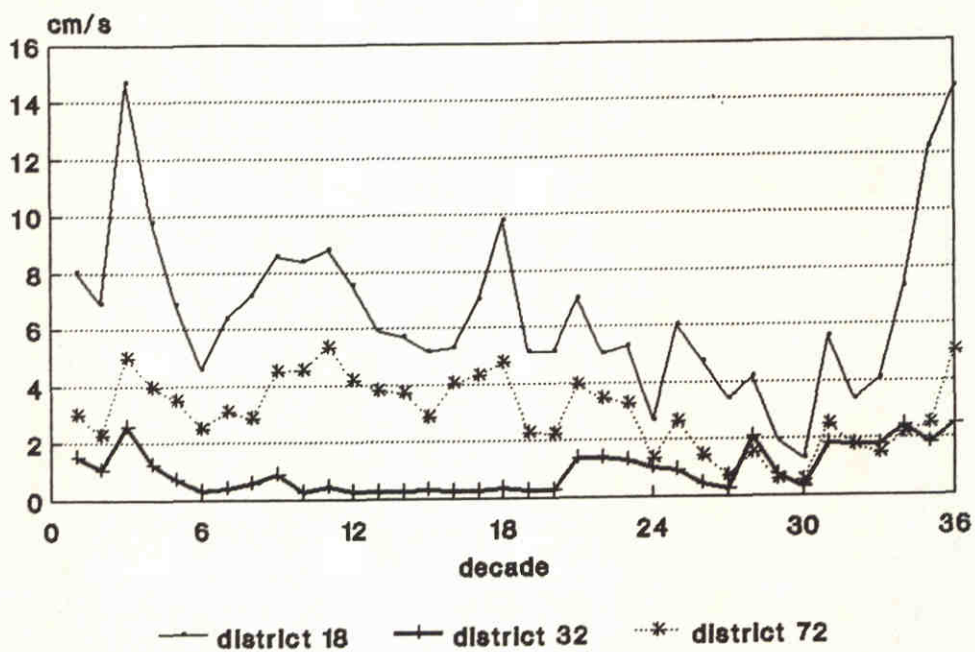
met :	OPPVLK	: areaal district	[m ²]
	MNWAY	: gemiddelde weglengte	[m]
	MNVEL	: gemiddelde stroomsnelheid	[m/dec]
	WATSYS	: debiet naar netwerk	[m ³ /dec]
	VOLUME	: volume districtswater	[m ³]

In figuur 7 is de berekende stroomsnelheid per decade voor 1985 in drie districten weergegeven. De stroomsnelheden zijn in het algemeen zeer laag (minder dan 10 cm per seconde). In de winter zijn de stroomsnelheden iets hoger dan in de zomer, als gevolg van de hogere afvoer in de winter.

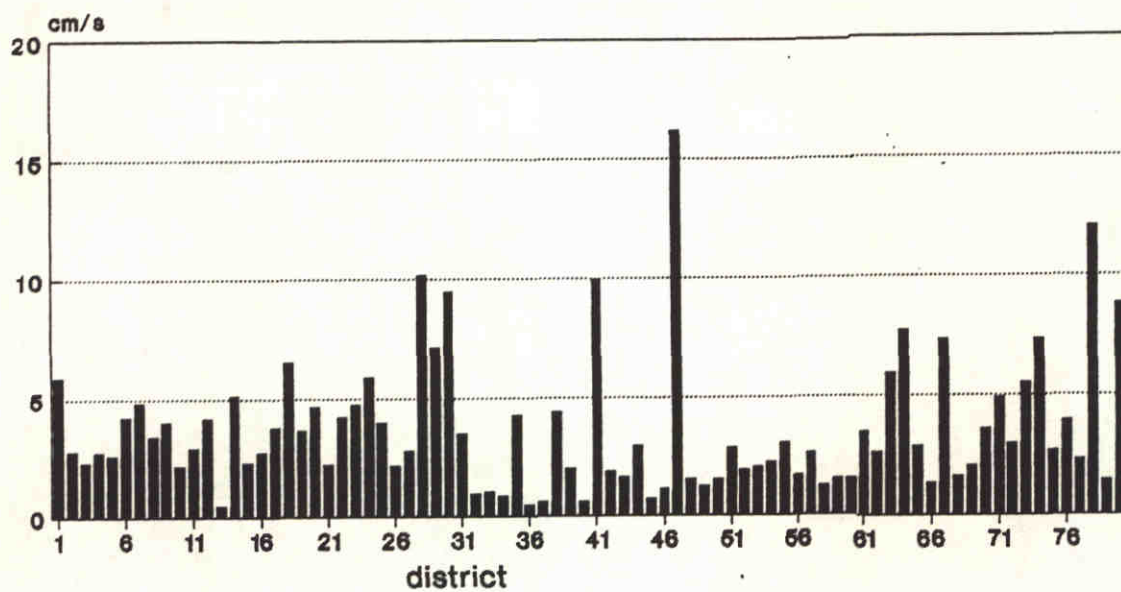
De stroomsnelheid in district 32 is duidelijk lager dan die in district 18 en 72 (figuur 7). De verschillen worden bepaald door de verschillen in het volume districtswater en het areaal van het district.

Ook in de overige districten in Nederland is de gemiddelde stroomsnelheid op jaarbasis in het algemeen niet veel hoger dan 5 a 10 cm per seconde (figuur 8). De lage stroomsnelheden leiden tot sedimentatie van zwevend stof in het districtswater.

Figuur 7. Berekende stroomsnelheid per decade (1985) voor district Twente (18), Amstelmeer (32) en Noord Dommel (72).



Figuur 8. Berekende jaargemiddelde stroomsnelheid (1985) per district.



4.3 Menging en vertraging

Omdat de verblijftijden enkele decaden bedragen (par. 4.1) wordt de belasting van het districtswater niet in dezelfde decade doorgegeven naar het netwerk. Zelfs wanneer wordt aangenomen dat geen omzettingen optreden tijdens het verblijf in het districtswater, kan de belasting van het districtswater dus niet zondermeer gelijk worden gesteld aan die van het netwerk. Er treedt menging met het aanwezige districtswater en vertraging van de belasting van het netwerk op.

De vertraging is maximaal als het districtswater wordt voorgesteld als een kanaal, waarin de belastingen uit de verschillende decaden achter elkaar doorheen stromen. In dit geval wordt verondersteld dat de belasting het volledige districtswater moet passeren. Bovendien wordt geen menging verondersteld van belastingen uit verschillende decaden. Piekbelastingen worden onveranderd, maar op een later tijdstip, doorgegeven naar het netwerk.

In de werkelijkheid vindt de belasting gespreid (diffuus) over het hele district plaats. Hierdoor treedt menging op van de belasting met het aanwezige districtswater. In DIWAMO wordt verondersteld dat de menging van belasting met het districtswater volledig is. Deze aanname van volledige menging is geoorloofd bij de (debietsproportionele) belasting vanuit diffuse bronnen. Er zijn geen aanwijzingen dat de aanname voor deze modellering op nationale schaal onjuist is.

De belasting van het districtswater bestaat uit constante bronnen (bv. RWZI's) en tijdsafhankelijke bronnen, zoals de grondwaterafvoer. In perioden waarin weinig of geen afvoer van grondwater optreedt, wordt de belasting van het districtswater bepaald door de lozingen van RWZI's ed. In deze perioden vindt ook nauwelijks waterafvoer naar het netwerk plaats. De belastingen worden nu niet doorgegeven naar het netwerk, zodat de concentraties in het districtswater stijgen. Wanneer weer afvoer naar het netwerk plaatsvindt, is de belasting van het netwerk extra hoog als gevolg van de verhoogde concentraties in het districtswater.

Het conservatief gedrag van de belastingen in het districtswater kan dus leiden tot een herverdeling in de tijd van de belasting van het netwerk. Op jaarbasis hoeft, als gevolg van het conservatief gedrag, geen verschil verwacht te worden tussen de totale belasting van het districtswater en die van het netwerk.

Naast de afvoer van het districtswater naar het netwerk vindt ook afvoer naar het grondwater plaats (wegzijging, LEAKG). Bovendien wordt districtswater onttrokken ten behoeve van irrigatie (OASPR, par. 4.1). Deze afvoertermen leiden wel tot ver-

schillen in de belasting van het districtswater en het netwerk
op jaarbasis.

5. PROCESKINETIEK

Tijdens het verblijf van de belastingen in het districtswater treden een aantal processen op. Hierdoor worden de concentraties in het districtswater en daarmee de belasting van het netwerk beïnvloed. In het algemeen is sprake van afbraak of vastlegging in het districtswater maar voor sommige stoffen treedt ook productie op.

In DIWAMO zijn in totaal 9 processen onderscheiden en beschreven die van invloed zijn op de belasting van het netwerk. De processen zijn niet voor alle stoffen van toepassing. In dit hoofdstuk worden de verschillende processen toegelicht; in tabel 2 is aangegeven welke processen per stof in DIWAMO zijn opgenomen.

Tabel 2. Processen in DIWAMO.

	NH4	NO3	Norg	PO4	Pads	Porg	Cd	Cdads	HCB	HCBads
adsorptie				-	+		-	+	-	+
desorptie				+	-		+	-		
sedimentatie			-		-			-		-
resuspensie			+		+	+		+		+
nitrificatie	-	+								
denitrificatie		-								
opname	-	-	+	-		+				
mineralisatie	+	+	-	+		-				
vervluchtiging									-	

5.1 Adsorptie en desorptie

In het districtswater is zwevend stof aanwezig, waaraan opgelost fosfaat, cadmium en hexachloorbenzeen (HCB) adsorberen. Daarnaast treedt desorptie op van geadsorbeerd fosfaat en cadmium. De desorptie- en adsorptieformuleringen in DIWAMO zijn vrijwel identiek aan die in PHOSOL (Phosphorus Soil Model, WL 1986, 1988a). In PHOSOL wordt echter rekening gehouden met een adsorptiemaximum in de bodem, terwijl in het districtswater wordt aangenomen dat steeds voldoende zwevend materiaal beschikbaar is voor de adsorptie.

De adsorptieflux is afhankelijk van de concentratie fosfaat, cadmium en HCB in het water. Naarmate meer fosfaat, cadmium of HCB aanwezig is, vindt ook meer adsorptie plaats:

$$\text{adsorptie} = \text{Kads} * [\text{P04}, \text{Cd}, \text{HCB}]$$

$$\text{met : Kads} = 0.1 \text{ [/dag]}$$

De adsorptiesnelheid wordt bepaald door de adsorptiecoëfficiënt Kads die wordt uitgedrukt als fractie per dag. Voor het districtswater is voor de drie stoffen dezelfde adsorptiecoëfficiënt gekozen. Aangenomen wordt dat de adsorptiesnelheid van de drie stoffen in het districtswater vergelijkbaar is.

De desorptieflux is, naast de hoeveelheid geadsorbeerd materiaal, ook afhankelijk van de temperatuur:

$$\text{desorptie} = 1.20^{*(T-20)} * \text{Kdes} * [\text{geads. P}, \text{Cd}]$$

$$\text{met : Kdes} = 0.005 \text{ [/dag]}$$

$$T = \text{temperatuur in graden Celcius}$$

De temperatuur wordt ingelezen uit een apart bestand (bijl. 1). De desorptie wordt verder bepaald door de desorptiecoëfficiënt Kdes, die wordt uitgedrukt als fractie per dag. De desorptiecoëfficiënt van P en Cd is gelijk gesteld aan die in PHOSOL.

De desorptie van HCB is (in verhouding tot de adsorptie) zo klein dat deze verwaarloosd is. In het districtswater wordt dus alleen adsorptie van HCB gemodelleerd, geen desorptie.

Desorptie kan zowel in de waterfase als in het sediment optreden. De desorptie in het sediment wordt, in combinatie met de mineralisatie (par. 5.4) op de bodem, beschouwd als nalevering vanuit de bodem.

5.2 Sedimentatie en resuspensie

De sedimentatie van organisch N en P en geadsorbeerd P, Cd en HCB wordt bepaald door de gemiddelde valsnelheid en de diepte van het districtswater. De resuspensie van beddingmateriaal is afhankelijk van de gemiddelde stroomsnelheid (zie hoofdstuk 4). De netto-sedimentatie (of resuspensie) is afhankelijk van de bijdrage van de sedimentatie en resuspensie en wordt analytisch berekend. De rekenmethode is overgenomen uit de studie in het stroomgebied van de Horstsche beek (WL, 1988a). Voor een gedetailleerde toelichting op de formulering met betrekking tot de sedimentatie en resuspensie wordt naar de rapportage van dit

onderzoek verwezen. In dit kader wordt alleen de toegepaste formulering gegeven met de gebruikte coëfficiëntwaarden:

$$XB2 = \left(XB1 - \frac{FSEDI * XADS}{FRESU} \right) \frac{FRESU}{FRESU} + \frac{FSEDI * XADS}{FRESU}$$

met: $FSEDI = VALS / DIEPTE$

$$FRESU = CRES * ((VELO - VNUL) / VNUL)^{RESEXP}$$

waarin:	XB1	: massa op bodem op t=1		[kg]
	XB2	: massa op bodem op t=2		[kg]
	XADS	: massa in waterfase op t=1		[kg]
	VALS	: valsnelheid	10.00	[cm/dag]
	DIEPTE	: waterdiepte		[cm]
	CRES	: resuspensie coëfficiënt	0.03	[/dag]
	VELO	: stroomsnelheid		[cm/dag]
	VNUL	: kritische stroomsnelheid voor resuspensie	0.25	[cm/dag]
	RESEXP	: exponent	2.00	[-]

5.3 Nitrificatie en denitrificatie

In het districtswater treedt nitrificatie van ammonium en denitrificatie van nitraat op. De intensiteit van deze processen is afhankelijk van de temperatuur, de procescoëfficiënt en de concentratie ammonium resp. nitraat in het districtswater, volgens:

en

$$\begin{aligned} \text{nitrificatie} &= 1.20^{*(T-20)} * K_{nit} * [NH_4] \\ \text{denitrificatie} &= 1.20^{*(T-20)} * K_{den} * [NO_3] \end{aligned}$$

In de literatuur zijn voor beide proces-coëfficiënten (K_{nit} en K_{den}) verschillende waarden bekend. Omdat in de gebruikte procesformuleringen niet alle factoren zijn opgenomen die de processen beïnvloeden (bv. het zuurstof-gehalte), varieert de waarde van de procescoëfficiënten per type systeem.

De gemiddelde diepte van het districtswater is relatief gering (tabel 1). Dit betekent dat per volume-eenheid water een relatief groot oppervlak bodem aanwezig is. De denitrificatie van nitraat vindt waarschijnlijk grotendeels plaats in of aan de bodem van het districtswater. Er kan dus relatief veel denitrificatie optreden in het ondiepe districtswater in vergelijking met diepere systemen zoals het Grevelingen-meer.

Op de bodem van het districtswater accumuleert organisch materiaal. Bij de mineralisatie van dit materiaal wordt zuurstof aan het water onttrokken, zodat het zuurstofgehalte van het water aan de bodem in het algemeen laag is. In verhouding tot de denitrificatie op het land zal de denitrificatie in het districtswater dus hoger zijn als gevolg van de lagere zuurstofspanning aan de bodem.

Een en ander komt tot uitdrukking in de denitrificatie-coëfficiënt, die in vergelijking met studies in de Grevelingen (WL, 1988b) en de terrestische bodem in het stroomgebied van de Horstsche beek (WL, 1988a) beduidend hoger is gekozen. Voor de Grevelingen is een denitrificatie-coëfficiënt van 0.002 per dag toegepast; voor de (zand) bodem in het stroomgebied van de Horstsche beek een denitrificatie-coëfficiënt van 0.011 per dag. In DIWAMO is de denitrificatie-coëfficiënt gesteld op 0.015 per dag. In de coëfficiënt is de lage zuurstofspanning en het grote oppervlak bodem per volume-eenheid water verdisconteerd.

De waarden voor de nitrificatie-coëfficiënt lopen in de literatuur (van Huet, 1983; Davidson et al., 1978) uiteen van 0.003 - 1.1 per dag. In de Grevelingen studie is een waarde van 0.07 per dag toegepast, in de Horstsche beek-studie een waarde van 0.03. Nitrificatie in het districtswater vindt met name plaats in de waterfase in in mindere mate aan de bodem. De nitrificatie-coëfficiënt van DIWAMO kan dus goed vergeleken worden met die uit de Grevelingen studie. De nitrificatie-coëfficiënt in DIWAMO is op 0.07 per dag gesteld.

Zowel de nitrificatie als de denitrificatie is afhankelijk van de temperatuur van het water. Hoe hoger de temperatuur desto groter is de omzetting van ammonium naar nitraat en de afbraak van nitraat tot stikstofgas. Bij de calibratie van het Stofstromen-instrumentarium (DELWAQ/BLOOM) is gebleken dat bij een temperatuur beneden de 5 graden Celcius geen denitrificatie meer optreedt. Deze extra beperking is ook in DIWAMO ingebouwd.

5.4 Opname en mineralisatie

Als gevolg van algengroei in het districtswater vindt opname van stikstof en fosfor plaats. De opname van N en P wordt als een randvoorwaarde aan het systeem opgelegd en uitgedrukt in gram/m², decade en is opgenomen in een invoerbestand (bijl. 1). Stikstof wordt preferent opgenomen in de vorm van ammonium; bij een tekort aan ammonium wordt ook nitraat opgenomen. Indien niet voldoende ammonium en nitraat in het districtswater aanwezig is om aan de opgelegde opname te voldoen, treedt opnamelimitatie op.

Ook de opname van fosfor wordt aan het systeem opgelegd (bijlage 1). Fosfor wordt uitsluitend in de vorm van ortho-fosfaat opge-

nomen. Bij een tekort aan ortho-fosfaat is sprake van limitatie van de fosfor-opname.

De opnamelimitatie van stikstof en fosfor is niet aan elkaar gekoppeld.

De verhouding tussen de N- en P-opname is gesteld op 10:1, waarbij is uitgegaan van de gemiddelde verhouding tussen N en P in organisch materiaal. Op jaarbasis wordt een opname van 20 gram N/m² en 2 gram/m² P verondersteld; de verdeling van de opname over het jaar is in tabel 3 opgenomen.

Organisch materiaal in het districtswater is onderhevig aan sedimentatie/resuspensie (par. 5.1) en mineralisatie. De mineralisatie-flux is afhankelijk van de temperatuur en wordt verder bepaald door de hoeveelheid organisch materiaal in het systeem. Zowel in de waterfase als in het sediment treedt in principe mineralisatie op. De mineralisatie in het sediment wordt beschouwd als een deel van de nalevering van N en P vanuit de bodem.

$$\text{mineralisatie} = 1.20 \cdot (T-20) \cdot K_{\text{min}} \cdot [\text{org-N}, \text{org-P}]$$

$$\text{met } K_{\text{min}} = 0.04 \text{ [/dag]}$$

Tabel 3. Opname van N en P door algen (gram/m²) in districtswater.

dec	N	P	dec	N	P
1	0.00	0.000	19	1.50	0.150
2	0.00	0.000	20	1.40	0.140
3	0.05	0.005	21	1.30	0.130
4	0.05	0.005	22	1.15	0.115
5	0.05	0.005	23	1.00	0.100
6	0.05	0.005	24	0.80	0.080
7	0.05	0.005	25	0.60	0.060
8	0.05	0.005	26	0.40	0.040
9	0.05	0.005	27	0.20	0.020
10	0.30	0.030	28	0.05	0.005
11	0.60	0.060	29	0.05	0.005
12	0.90	0.090	30	0.05	0.005
13	1.20	0.120	31	0.05	0.005
14	1.40	0.140	32	0.05	0.005
15	1.60	0.160	33	0.05	0.005
16	1.70	0.170	34	0.05	0.005
17	1.65	0.165	35	0.00	0.000
18	1.60	0.160	36	0.00	0.000

5.5 Vervluchtiging

De modelformuleringen voor vervluchtiging van organische micro-verontreinigingen zijn gebaseerd op de klassieke dubbele film theorie voor transport over vloeistof-gas grensvlakken. Hierbij wordt verondersteld dat de concentraties van de te modelleren stof in zeer dunne films aan weerszijden van het grensvlak met elkaar in evenwicht zijn. Bovendien wordt verondersteld dat de concentratie in de atmosfeer verwaarloosbaar klein is.

De modelformuleringen voor de vervluchtiging van organische micro-verontreinigingen zijn overgenomen uit en analoog aan de IMPAQT-kinetiek (De Vries, 1987). Voor een gedetailleerde beschrijving van de proces-kinetiek wordt verwezen naar de rapportage van de ontwikkeling van IMPAQT. In de berekeningen met DIWAMO wordt alleen voor HCB rekening gehouden met de vervluchtiging.

6. INVLOED KWALITEIT GEBIEDSVREEMD WATER

Om de invloed van het in een district ingelaten (netwerk) water op de concentraties te bepalen is een aantal extra berekeningen met DIWAMO uitgevoerd. In deze berekening zijn de concentraties in het ingelaten water op nul gezet. De berekening is uitgevoerd voor zowel een droog jaar als een gemiddeld jaar. Er is gebruik gemaakt van de belastingbestanden van 2000 (RAP/NAP, zie deel Ib documentatie) voor de belastingen op de districten.

In dit hoofdstuk worden eerst enkele algemene opmerkingen over de resultaten van de berekening gemaakt waarna de resultaten kort per stof worden besproken. Tenslotte wordt aangegeven welke concentraties voor het ingelaten water zijn aangehouden in de berekeningen met DIWAMO in de Beleidsanalyse Waterhuishouding.

Algemene resultaten

Uit de berekening blijkt dat de zomergemiddelde concentraties in het districtswater in het westen van het land, in het rivierengebied en in enkele districten in Noord-Oost Nederland beïnvloed worden door de ingelaten waterconcentraties. De districtswaterconcentraties in het zuiden en oosten van het land zijn daarentegen niet, of vrijwel niet, gevoelig voor veranderingen van de concentraties in het ingelaten water.

In een droog jaar wordt door de districten veel water ingelaten. In de extra berekening (met de ingelaten water concentraties op nul) nemen de zomergemiddelde concentraties in de genoemde gebieden soms met 50 tot 60% af.

In een gemiddeld jaar is de beïnvloeding van de zomergemiddelde concentraties gering; in de meeste gevallen minder dan 20% (met uitzondering van de cadmium concentratie in een aantal districten).

De belasting van het netwerk door de districten wordt veel minder beïnvloed door de ingelaten waterconcentraties omdat slechts in een aantal decaden in de zomer water wordt ingelaten. Ten opzichte van de interne belasting over het gehele jaar is de vracht uit ingelaten water gering.

Bespreking resultaten per stof

Nitraat

In een droog jaar neemt de zomergemiddelde concentratie nitraat in het districtswater in het westen en in het rivierengebied af met 30 tot 70%. De relatief grootste beïnvloeding treedt op in de districten met de laagste concentraties.

Ammonium

De zomergemiddelde concentraties ammonium in de districten blijken vrijwel niet beïnvloed te worden door het ingelaten water. In vrijwel geheel Nederland is de afname, door het nul stellen van de concentraties in het ingelaten water, minder dan 5%.

Fosfor

In een droog jaar blijkt de zomergemiddelde concentratie totaal-P in het westen, in het rivierengebied en in Noord West Overijssel af te nemen met 20 tot 60%. Met name in de districten 43, 44, 45 en 53 (Alblasserwaard en Lopikerwaardgebied) is er sprake van een grote beïnvloeding.

Cadmium

Voor cadmium wordt de grootste beïnvloeding verwacht omdat de cadmiumemissies in de districten relatief gering zijn. In een droog jaar blijkt in de genoemde gebieden en in Friesland en Noord West Overijssel de jaargemiddelde concentratie met 20% tot 50% af te nemen door het nul stellen van de cadmiumconcentratie in het ingelaten water. In 21 districten is sprake van een afname van meer dan 30%. In een gemiddeld jaar is dit nog slechts in 10 districten het geval.

Slotconclusie

De zomergemiddelde concentraties in het districtswater worden in een droog jaar in een aantal districten aanzienlijk beïnvloed door het ingelaten water. In een gemiddeld jaar is de beïnvloeding gering. De grootste beïnvloeding vindt plaats in de districten met relatief lage concentraties. Voor het verlagen van de concentraties in de districten met de hoogste concentraties heeft het schoner maken van het netwerk weinig effect. Het aanpakken van de interne belastingbronnen biedt de beste mogelijkheden om de verontreiniging van het districtswater aan te pakken.

De concentraties voor de derde ronde van de Beleidsanalyse

Uit de berekeningsresultaten met het Stofstromen Instrumentarium blijkt dat in 2000 er in een aantal gebieden een aanzienlijke afname van de concentratie in het netwerk optreedt ten opzichte van 1985. Om dit te verdisconteren in de berekeningen voor de derde ronde van de beleidsanalyse zijn twee sets van getallen opgesteld: een voor de situatie 1985 en een voor een schoner netwerk, situatie 1995/2000.

De regionale spreiding is verdisconteerd door voor een aantal gebieden een gemiddelde netwerk concentratie aan te houden. De onderscheiden gebieden staan in tabel 4. Bij deze indeling is zoveel mogelijk rekening gehouden met de onttrekkingsleutels van de districten. De gebruikte concentraties voor de situatie 1985 en 1995/2000 zijn in bijlage 3 opgenomen.

Tabel 4. Districten met gelijke concentratie ingelaten water.

Regio	Distrikten
Friesland	1, 2, 13, 14, 78
Groningen	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Overijssel/Drenthe	15, 16, 17, 18
Rijn/IJssel	22, 23, 26, 27, 28, 40, 41, 42, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
IJsselrand	19, 21, 24, 25
Maas	60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68
Brabant	51, 63, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80
Zuid Holland	37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
Noord Holland	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

7. RESULTATEN CALIBRATIE BEREKENINGEN 1985

De uitvoer van DIWAMO bestaat uit (paragraaf 1.3, bijlage 1):

- concentratie districtswater per decade per district
- belasting netwerk per decade per district
- overzichtfiles met oa. retentiefactor

De retentiefactor geeft aan in welke mate in het districtswater afbraak of productie heeft plaatsgevonden en is gedefinieerd als:

$$\text{retentiefactor} = 1. - \frac{\text{belasting van netwerk}}{\text{belasting districtswater}}$$

De waarde van de retentiefactor geeft aan in welke mate de belasting van het districtswater wordt achtergehouden. Bij een retentiefactor van nul is de belasting van het districtswater gelijk aan die van het netwerk en vindt geen retentie van belastingen plaats. De retentiefactor is 1 als de belasting van het districtswater het netwerk niet bereikt en de retentie van de belastingen volledig is. Bij productie van stoffen in het districtswater is de retentiefactor negatief.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van DIWAMO behandeld op basis van het concentratie verloop in drie (willekeurig geselecteerde) districten in 1985 en de overzichtfiles voor heel Nederland. Achtereenvolgens worden stikstof (ammonium, nitraat en algen), fosfor (totaal en ortho-fosfaat), cadmium en HCB behandeld. De berekeningsresultaten worden vergeleken met de beschikbare meetgegevens (paragraaf 2.2).

7.1 Stikstof

In het districtswater vinden een aantal processen plaats die de stikstof concentratie en -belasting van het netwerk beïnvloeden. Deze processen (nitrificatie, denitrificatie, mineralisatie, opname, sedimentatie, resuspensie) zijn in hoofdstuk 5 beschreven.

In figuur 9 zijn voor drie districten de concentraties ammonium, nitraat en organisch stikstof weergegeven. Uit deze figuren kan het volgende worden afgeleid.

In de zomer treedt een verlaging van de concentratie ammonium op als gevolg van de opname door algen. Dit leidt tevens tot een stijging van de concentratie organisch stikstof. In district Amstelmeer wordt het beschikbare ammonium volledig opgenomen en daalt vervolgens ook de concentratie nitraat. In decade 17 ont-

staat in dit district opnamelimitatie wegens een tekort aan nitraat: de toename van de concentratie organisch stikstof wordt abrupt afgebroken.

De concentratie organisch stikstof in district Amstelmeer bereikt (tot decade 17) een hogere waarde dan in district Twente en Noord Dommel omdat de verblijftijd in district Amstelmeer langer is (vgl. par 4.1).

In figuur 9 zijn ook de gegevens opgenomen voor 'Niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater', zoals afgeleid uit STORA (1984). Zie ook paragraaf 2.2. Er blijkt dat de berekende waarden in het algemeen zeer redelijk overeenkomen met de meetgegevens, in aanmerking nemende dat in de berekende waarden ook de (antropogene) belasting van het districtswater is verdisconteerd.

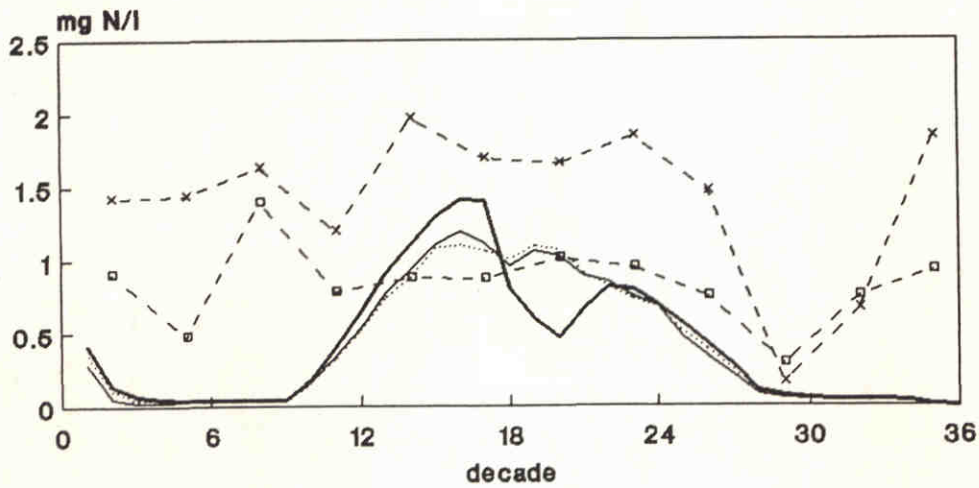
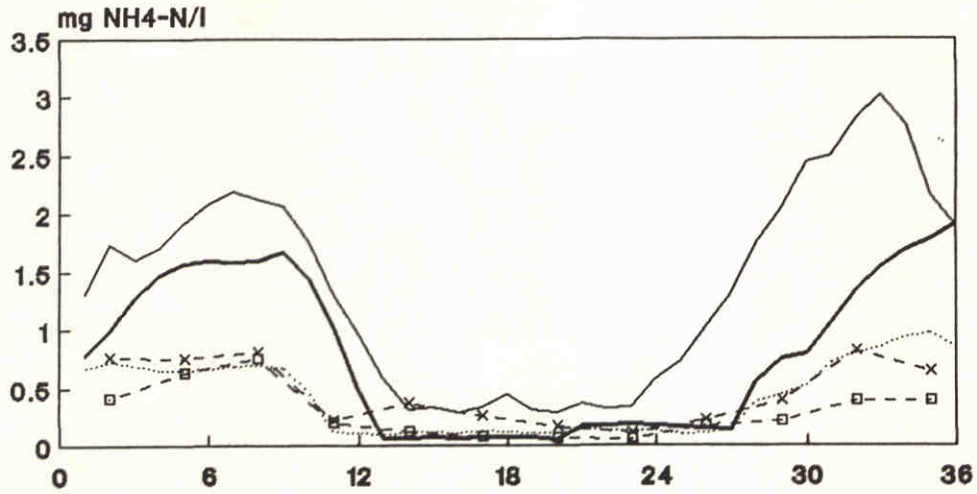
In tabel 5 zijn de berekeningsresultaten voor stikstof voor heel Nederland samengevat. Per district is de gemiddelde verblijftijd gegeven en voor ammonium en nitraat de belasting in ton en in kg/ha, de belasting van het netwerk en de retentiefactor. Tenslotte is de retentiefactor voor totaal stikstof gegeven.

Uit deze tabel blijkt dat de retentie van stikstof in het algemeen hoger is naarmate de verblijftijd lager. De hogere retentie is het gevolg van de toegenomen denitrificatie.

De retentie van nitraat bedraagt landelijk iets meer dan 20%; voor ammonium is dit 53% en de retentie van stikstof bedraagt 31%. In het districtswater wordt volgens de berekeningen met DIWAMO dus (gemiddeld over heel Nederland, in 1985) ongeveer 1/3 van de stikstof belasting afgebroken.

In een aantal districten blijkt de belasting van het netwerk met nitraat juist groter dan de belasting van het districtswater (negatieve retentiefactor). Dit wordt veroorzaakt door de interne productie van nitraat (nitrificatie). Met name bij een relatief hoge belasting van ammonium en een geringe belasting van nitraat op het districtswater is de nitraatbelasting van het netwerk groter dan die van het districtswater. Een hoge belasting van ammonium treedt onder andere op in districten waar de bijdrage van RWZI's hoog is, zoals in district 70 en 78.

Figuur 9. Berekende concentraties ammonium, nitraat en organisch stikstof in drie districten (1985).



— district 18 — district 32 district 72
 -□- beekdistricten -x- polderdistricten

Tabel 5. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor stikstof (1985).

vblt [dec]	ammonium belasting		nitraat belasting		N-ret [-]	vblt [dec]	ammonium belasting		nitraat belasting		N-ret [-]		
	district [tonl][kg/ha]	ret [ton]	district [tonl][kg/ha]	ret [ton]			district [tonl][kg/ha]	ret [ton]	district [tonl][kg/ha]	ret [ton]			
1	11.2	3393	11	1295	.62	41	1.1	228	6	121	.47		
2	2.8	224	15	118	.47	42	5.9	70	7	38	.46		
3	8.9	980	13	372	.62	43	11.8	214	12	117	.45		
4	3.5	182	12	109	.40	44	4.2	293	18	182	.38		
5	5.7	319	8	145	.54	45	18.9	178	11	65	.63		
6	4.5	285	6	120	.46	46	7.8	422	31	290	.24		
7	5.4	284	5	151	.47	47	1.4	484	13	484	.33		
8	5.5	357	6	158	.56	48	9.9	808	24	328	.59		
9	4.3	221	4	117	.47	49	16.2	107	9	53	.50		
10	8.0	196	6	88	.55	50	7.2	277	17	134	.52		
11	4.5	386	7	166	.57	51	9.4	322	8	167	.48		
12	4.4	559	6	243	.56	52	5.0	336	24	185	.45		
13	37.9	280	6	56	.78	53	7.2	619	21	308	.50		
14	2.8	475	10	255	.46	54	7.6	168	5	74	.56		
15	10.1	219	4	101	.54	55	8.1	366	7	197	.46		
16	4.3	269	6	102	.62	56	9.1	540	12	180	.67		
17	2.9	288	13	162	.44	57	6.3	125	4	64	.49		
18	3.0	673	8	341	.49	58	12.5	97	4	38	.51		
19	4.8	186	4	93	.50	59	4.6	97	8	41	.57		
20	3.4	216	5	108	.50	60	6.0	71	6	25	.64		
21	4.6	50	2	22	.55	61	4.0	105	3	46	.56		
22	2.8	83	3	50	.39	62	3.7	281	11	126	.55		
23	2.8	163	3	79	.52	63	3.2	657	7	304	.54		
24	3.9	470	6	223	.52	64	2.0	347	7	187	.46		
25	6.6	698	10	284	.59	65	4.4	156	6	63	.60		
26	4.2	25	3	14	.43	66	9.3	104	6	33	.68		
27	3.1	30	2	15	.49	67	2.4	936	13	515	.45		
28	2.1	871	9	439	.50	68	6.4	427	11	113	.74		
29	1.8	175	3	85	.51	69	5.6	123	4	48	.61		
30	2.1	1291	13	812	.37	70	4.0	1937	62	1143	.41		
31	2.8	331	16	207	.37	71	3.6	167	4	76	.54		
32	15.9	318	12	99	.69	72	4.0	101	3	39	.61		
33	79.4	452	20	152	.66	73	2.5	324	11	176	.46		
34	22.7	90	10	39	.56	74	2.5	206	4	99	.52		
35	7.6	1212	14	603	.50	75	5.2	104	3	44	.58		
36	186.4	243	23	58	.76	76	6.6	371	5	199	.48		
37	173.3	267	12	67	.75	77	10.0	303	11	157	.46		
38	6.6	2677	26	1264	.53	78	6.9	110	3	59	.46		
39	7.5	571	18	273	.52	79	154.5	104	3	39	.62		
40	127.6	542	21	132	.76	80	3.8	207	3	112	.46		
						Ned	15.1	33659	15807	.53	66455	.23	.31

vblt : gemiddelde verblijftijd in decaden
 district : belasting districtswater in ton N
 netwerk : belasting van hectare districtsoppervlakte
 ret : belasting van netwerk in ton N
 : retentie factor

7.2 Fosfaat

In de belasting van het districtswater met fosfor wordt onderscheid gemaakt tussen totaal-fosfor en ortho-fosfaat. Onder ortho-fosfaat wordt het opgelost anorganisch fosfaat verstaan; onder totaal-fosfor wordt de som van het opgeloste fosfaat en het particulaire fosfor verstaan.

In DIWAMO wordt voor wat betreft fosfor met de volgende processen in het districtswater rekening gehouden (hoofdstuk 5):

- adsorptie-resuspensie
- opname-mineralisatie
- sedimentatie-resuspensie

In figuur 10 zijn de concentraties ortho-fosfaat en totaal fosfor in drie districten weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat de berekende concentraties in district Noord Dommel bijzonder laag zijn: dit is het gevolg van de geringe fosfor belasting van district Noord Dommel ten opzichte van het watervolume (vergeleijk tabel 1 en 6).

De berekende concentraties in district Amstelmeer en Twente liggen hoger dan voor district Noord Dommel en geven een duidelijke variatie in de tijd. Voor deze twee districten blijkt de concentratie ortho-fosfaat in de zomer lager dan in de winter; dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door een geringere belasting en gedeeltelijk door de fosfaatopname van algen in de zomer.

De concentratie totaal fosfaat vertoont een minder eenduidig beeld. In de nazomer blijkt in district Amstelmeer resuspensie van gesedimenteed materiaal op te treden: in decaden met een korte verblijftijd en hoge stroomsnelheid (21, 28, 31) is de concentratie totaal fosfor hoger dan in perioden met een lange verblijftijd, waarin sedimentatie optreedt. In district Twente is geen verschil herkenbaar tussen decaden met resuspensie en sedimentatie. De belasting heeft hier waarschijnlijk een overheersende invloed.

Op basis van het STORA-rapport 'Kenmerken van niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater' (STORA, 1984) is de achtergrond samenstelling van het districtswater in polders en beken afgeleid (paragraaf 2.2). Deze waarden zijn in figuur 10 opgenomen. Voor de beekdistricten Noord Dommel en Twente blijkt de met DIWAMO berekende concentratie ortho-fosfaat en totaal-fosfor hoger dan de gemeten waarden. Blijkbaar treedt in de beekdistricten dus een sterke, niet natuurlijke belasting op. In het polderdistrict Amstelmeer is de berekende concentratie ortho-fosfaat in de zomer lager dan volgens de meetgegevens van STORA.

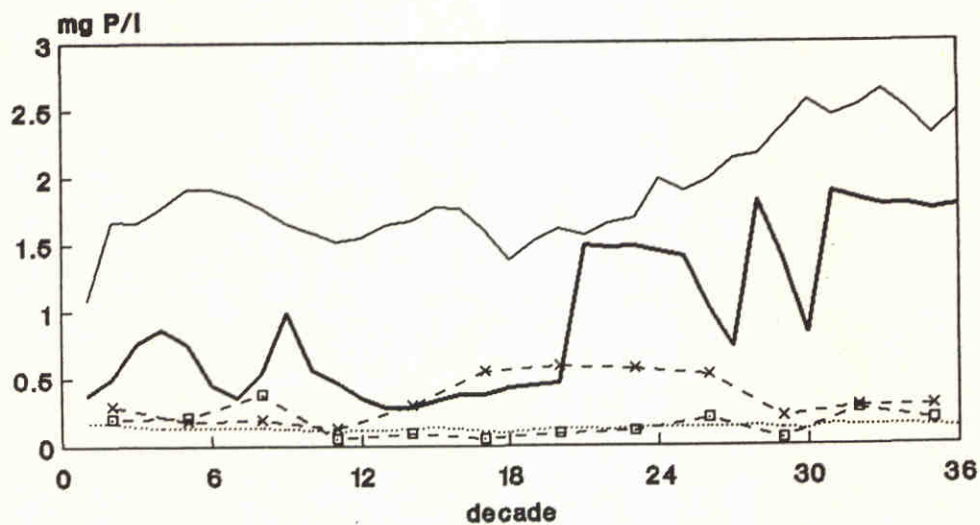
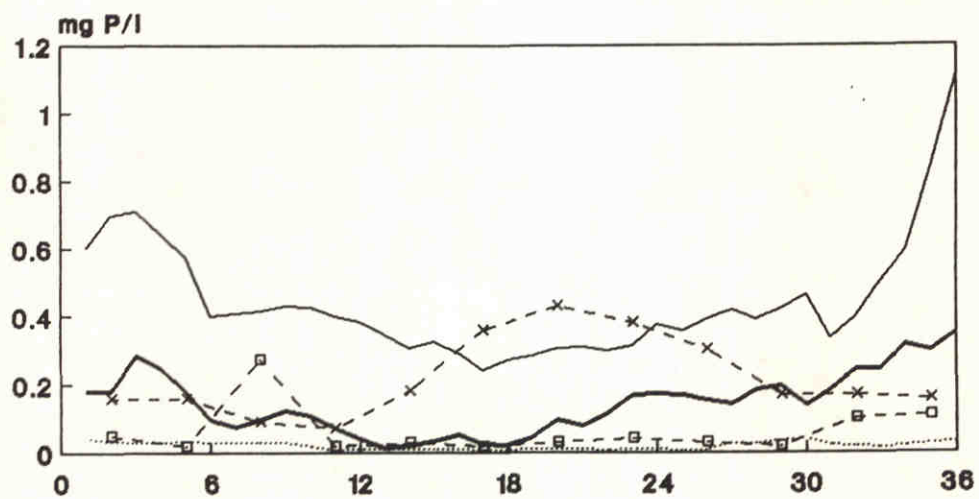
In tabel 6 zijn de resultaten van de calibratie berekeningen voor fosfor over 1985 samengevat. Er blijkt dat voor het Neder-

land ongeveer 80% van de ortho-fosfaat belasting wordt vastgelegd, terwijl een productie van particulier fosfaat optreedt (negatieve retentiefactor). Netto wordt ongeveer 20% van de fosfor belasting van het districtswater in de bodem van het districtswater opgeslagen.

Opmerkelijk is de hoge ortho-fosfaat belasting van het districtswater (in kg/ha) in de districten Friesland (1), Lauwersmeer (3), Schermer (35) en Rijnland (38). Ook in andere districten in het westen en noorden van Nederland komen hoge belastingen voor (> 5 kg/ha). Deze hoge belastingen zijn het gevolg van de hoge fosfaat gehalten in de (zoute) kwel.

RWZI's kunnen ook een belangrijke bijdrage leveren aan de fosfaat belasting van het districtswater. Zo blijkt in district 70, 67, 56 en 18 de belasting zeer hoog, hetgeen bepaald wordt door de bijdrage van RWZI's.

Figuur 10. Berekende concentraties ortho-fosfaat en totaal fosfaat in drie districten (1985).



— district 18 — district 32 district 72
 -□- beekdistricten -x- polderdistricten

Tabel 6. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor fosfor (1985).

vel [cm/s]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	vel [cm/s]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	ortho-fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	gadsorbeerd fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	gadsorbeerd fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	gadsorbeerd fosfaat district [ton] netwerk [kg/ha]	P-ret [-]
1	5.9	839	3	140	.8	496	-7.2	61	3	496	0.3
2	2.8	111	7	29	.7	66	-29.3	2	7	66	0.2
3	2.3	554	8	72	.9	324	-42.1	8	8	324	0.3
4	2.7	105	7	30	.7	62	0	0	7	62	0.1
5	2.6	36	1	6	.8	21	-6.7	3	1	21	0.3
6	4.2	29	1	7	.8	17	-4.7	3	1	17	0.3
7	4.9	60	1	13	.8	40	-2.4	12	1	40	0.3
8	3.4	61	1	11	.8	39	-3.7	8	1	39	0.3
9	4.0	42	1	9	.8	24	-4.9	4	1	24	0.3
10	2.2	320	10	65	.8	207	-33.6	6	11	207	0.2
11	2.9	421	9	85	.8	247	-9.6	23	10	247	0.3
12	4.2	311	3	61	.8	166	-4.0	33	4	166	0.3
13	0.5	81	2	5	.9	28	-4.5	5	2	28	0.6
14	5.2	89	2	20	.8	53	-4.3	10	2	53	0.3
15	2.3	159	2	16	.8	41	-21.9	2	2	41	0.3
16	2.7	84	3	29	.8	68	-61.8	1	3	68	0.4
17	3.8	84	4	23	.7	74	-2.0	25	5	74	0.1
18	6.5	418	5	115	.7	298	-2.7	81	6	298	0.2
19	3.7	51	1	14	.8	36	-2.5	10	1	36	0.3
20	4.7	62	1	14	.8	41	-1.9	14	2	41	0.3
21	2.2	17	1	3	.8	12	-2.5	3	1	12	0.3
22	4.3	13	1	4	.7	6	-397.3	0	1	6	0.2
23	4.8	27	1	6	.8	14	-3.2	3	1	14	0.3
24	5.9	121	2	36	.7	71	-2.9	18	2	71	0.2
25	4.0	143	2	29	.8	108	-2.6	30	2	108	0.2
26	2.2	3	0	1	.7	2	0	0	0	2	0.1
27	2.8	3	0	1	.8	2	-730.6	0	0	2	0.3
28	10.2	349	4	101	.7	218	-1.1	102	5	218	0.3
29	7.1	27	0	42	.7	9	-18.9	0	0	9	0.4
30	9.5	145	2	42	.7	80	-5.8	12	2	80	0.2
31	3.5	164	8	50	.7	92	0	0	8	92	0.1
32	1.0	172	7	20	.9	91	-66.4	1	7	91	0.4
33	1.1	203	9	28	.9	138	-5.4	22	10	138	0.3
34	0.9	47	5	8	.8	279116.9	0.2	0	5	279116.9	0.2
35	4.3	567	7	135	.8	316	-84.6	4	7	316	0.2
36	0.5	78	7	14	.9	42	-3.2	10	8	42	0.4
37	0.6	155	7	14	.9	67	-55.7	1	7	67	0.5
38	4.4	673	7	132	.8	437	-6.1	62	7	437	0.2
39	2.0	129	4	23	.8	82	-5.1	14	5	82	0.3
40	0.6	145	6	10	.9	95	-1.4	39	7	95	0.4
Ned 3.7 10963 2348 .8 1212 6816 -4.6 0.2											

vel : gemiddelde stroomsnelheid (cm/s)
 district : belasting districtswater in ton P
 netwerk : belasting van hectare districtsooppervlak
 ret : retentie factor

7.3 Cadmium

In het districtswater vindt adsorptie en desorptie van cadmium plaats aan zwevend stof. Deze processen verlopen op vergelijkbare wijze als bij fosfaat. Ook de sedimentatie en resuspensie van het geadsorbeerde cadmium is analoog aan fosfaat beschreven. De opname van cadmium door algen is (in tegenstelling tot fosfaat) niet in de modellering opgenomen, omdat aangenomen wordt dat deze verwaarloosbaar klein is (zie ook hoofdstuk 5).

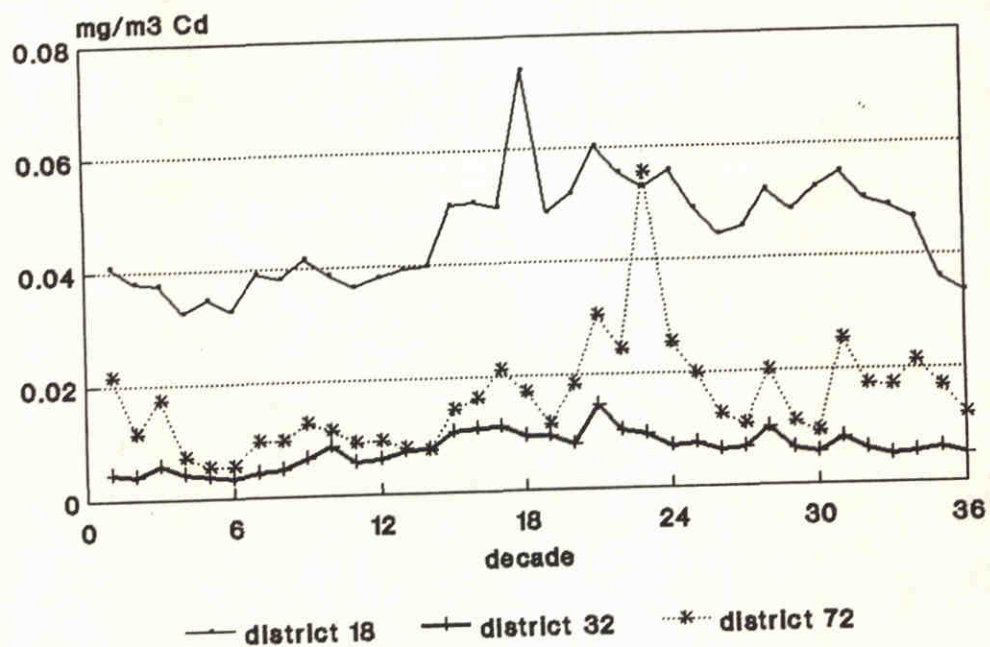
De retentie van de cadmiumbelasting blijkt relatief gering. Gemiddelde voor heel Nederland blijft slechts 15% van de (districts-)belasting achter in het districtswater (tabel 7). Dit is met name het gevolg van het feit dat de sedimentatie van (geadsorbeerd) cadmium vrij beperkt blijft. In vergelijking tot bijvoorbeeld fosfaat is de sedimentatie van cadmium zeer gering. Mogelijk draagt in de zomer de adsorptie van cadmium aan organisch materiaal en de opname van cadmium door algen bij aan de retentie van cadmium. Deze extra vormen van retentie zijn niet in de modellering opgenomen.

In figuur 11 is voor drie districten het verloop in tijd van de concentratie cadmium in het districtswater weergegeven. De concentratie cadmium is vrij constant in de tijd. Dit wordt veroorzaakt door de regelmatige belasting van het districtswater, zonder dat sprake is tijdsafhankelijke (temperatuursafhankelijke) proceskinetiek. De hogere concentratie cadmium in district Twente wordt bepaald door de hogere belasting in dit district.

Piekbelastingen (en daardoor ook verhoogde concentraties) van cadmium in de zomer zijn mogelijk het gevolg van afspoeling van verhard oppervlak.

Voor een aantal districten is de aanvoer van cadmium via gebiedsvreemd water (aanvoer vanuit het netwerk) niet onaanzienlijk. In district 3, 5, 35 en 53 is 10-20% van de cadmiumbelasting afkomstig van het netwerk. In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de gevoeligheid van het modelinstrumentarium voor de kwaliteit van gebiedsvreemd water.

Figuur 11. Berekende concentraties cadmium in drie districten (1985).



Tabel 7. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor cadmium (1985).

id	vblt [dec]	belasting district [kg]	vreemd water [kg]	belasting netwerk [kg]	ret [-]
1	11.2	48.2	0.1	43.0	0.1
2	2.8	3.6	1.3	3.5	0.0
3	8.9	14.3	1.1	12.4	0.1
4	3.5	1.2	0.0	1.1	0.0
5	5.7	7.2	1.1	6.7	0.1
6	4.5	4.8	0.1	4.6	0.0
7	5.4	9.0	0.0	8.6	0.1
8	5.5	7.4	0.0	6.8	0.1
9	4.3	7.6	0.0	6.9	0.1
10	8.0	4.0	0.0	3.6	0.1
11	4.5	5.7	0.0	4.7	0.2
12	4.4	10.9	0.0	8.5	0.2
13	37.9	11.5	0.5	4.5	0.6
14	2.8	7.8	0.0	7.4	0.0
15	10.1	7.7	0.1	6.7	0.1
16	4.3	6.5	0.0	4.8	0.3
17	2.9	12.6	0.0	12.0	0.0
18	3.0	38.0	0.0	34.6	0.1
19	4.8	8.2	0.0	7.5	0.1
20	3.4	8.5	0.0	7.4	0.1
21	4.6	4.3	0.2	3.0	0.3
22	2.8	2.3	0.0	2.1	0.1
23	2.8	6.9	0.0	5.4	0.2
24	3.9	12.7	0.0	11.0	0.1
25	6.6	20.0	0.0	17.9	0.1
26	4.2	1.5	0.0	1.5	0.0
27	3.1	2.9	0.0	2.4	0.1
28	2.1	35.1	0.2	25.9	0.3
29	1.8	6.0	0.0	4.1	0.3
30	2.1	11.3	0.0	11.0	0.0
31	2.8	3.1	0.0	3.0	0.0
32	15.9	7.8	1.1	6.2	0.2
33	79.4	7.1	0.2	5.9	0.2
34	22.7	2.2	0.1	1.9	0.1
35	7.6	21.7	2.3	19.5	0.1
36	185.4	6.0	0.5	4.2	0.3
37	173.3	13.5	0.2	8.8	0.3
38	6.6	52.5	1.2	47.4	0.1
39	7.5	21.0	0.3	18.7	0.1
40	127.6	21.9	1.0	13.5	0.4
Ned	15.1	994.9		848.9	0.147

id	vblt [dec]	belasting district [kg]	vreemd water [kg]	belasting netwerk [kg]	ret [-]
41	1.1	22.4	0.4	18.6	0.2
42	5.9	4.8	0.0	4.6	0.1
43	11.8	7.3	0.6	6.6	0.1
44	4.2	5.3	0.0	5.1	0.0
45	18.9	10.0	0.2	7.6	0.2
46	7.8	10.8	0.5	9.4	0.1
47	1.4	25.1	0.4	20.8	0.2
48	9.9	16.6	0.2	14.6	0.1
49	16.2	3.5	0.0	3.2	0.1
50	7.2	8.8	0.9	8.2	0.1
51	9.4	9.7	0.0	9.0	0.1
52	5.0	5.1	0.4	4.8	0.1
53	7.2	9.8	2.1	8.8	0.1
54	7.6	8.8	0.0	7.4	0.2
55	8.1	11.0	0.0	10.0	0.1
56	9.1	23.1	0.0	17.5	0.2
57	6.3	6.6	0.0	5.9	0.1
58	12.5	5.9	0.0	4.7	0.2
59	4.6	3.3	0.0	2.9	0.1
60	6.0	3.1	0.0	2.5	0.2
61	4.0	5.6	0.0	4.9	0.1
62	3.7	16.6	1.6	13.3	0.2
63	3.2	37.6	0.2	30.8	0.2
64	2.0	14.0	0.0	12.9	0.1
65	9.3	8.2	0.0	7.1	0.1
66	4.4	5.7	0.0	3.7	0.3
67	2.4	55.2	0.0	51.5	0.1
68	6.4	18.4	0.0	11.9	0.4
69	5.6	11.5	0.0	9.3	0.2
70	4.0	33.9	0.0	30.1	0.1
71	3.6	10.1	0.0	8.7	0.1
72	4.0	16.9	0.0	5.3	0.2
73	2.0	15.9	0.0	13.9	0.1
74	2.5	8.0	0.0	7.6	0.1
75	5.2	8.7	0.0	7.8	0.1
76	6.6	17.1	0.3	15.9	0.1
77	6.9	6.3	0.0	5.9	0.1
78	10.0	8.9	0.0	8.8	0.2
79	154.5	10.5	0.0	8.4	0.2
80	3.8	10.0	0.0	9.9	0.0
Ned	15.1	994.9		848.9	0.147

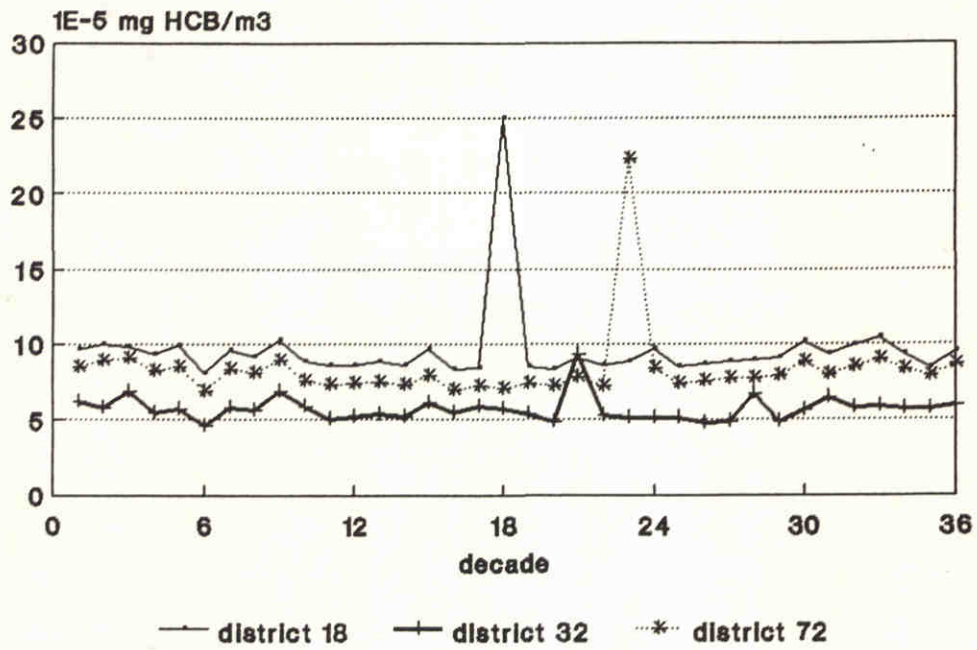
7.4 Hexachloorbenzeen

De concentratie hexachloorbenzeen (HCB) in het districtswater wordt (naast belasting en afvoer) hoofdzakelijk bepaald door de vervluchtiging vanuit het water. Uit tabel 8 volgt dat landelijk 11.6 kg HCB vervluchtigt: dit is ongeveer 70 % van de totale belasting van het districtswater.

Verder volgt uit tabel 8 dat slechts 6% van de belasting van het districtswater in het netwerk terecht komt: 94% van de belasting wordt in het districtswater achtergehouden. Voor het grootste deel is dit het gevolg van de vervluchtiging (70%), daarnaast treedt berging in het districtswater (lees verhoging van de concentraties in het districtswater) en sedimentatie van (geadsorbeerd) HCB op.

De concentratie in het districtswater is vrij constant (figuur 12). Voor de drie gepresenteerde districten ligt de concentratie steeds tussen de 0.050 en 0.100 mg/m³. De belasting van het districtswater is blijkbaar zeer constant in de tijd en ruimte. Piekbelastingen in de zomer zijn mogelijk het gevolg van (relatief) hoge belastingen als gevolg van afspoeling.

Figuur 12. Berekende concentraties HCB in drie districten (1985).



Tabel 8. Samenvatting resultaten calibratie DIWAMO voor HCB (1985).

	belasting			vervluch-		
	district [kg]	network [kg]	ret [-]	tiging [kg]	ret [-]	tiging [kg]
1	1.35	0.07	0.95	0.90	0.90	0.15
2	0.08	0.01	0.93	0.06	0.94	0.05
3	0.48	0.02	0.96	0.34	0.96	0.09
4	3.5	0.04	0.92	0.03	0.94	0.07
5	5.7	0.22	0.95	0.16	0.98	0.12
6	4.5	0.15	0.92	0.11	0.96	0.09
7	5.4	0.23	0.93	0.17	0.86	0.27
8	5.5	0.23	0.94	0.16	0.96	0.19
9	4.3	0.23	0.94	0.16	0.95	0.06
10	8.0	0.13	0.95	0.09	0.96	0.12
11	4.5	0.16	0.94	0.11	0.94	0.16
12	4.4	0.28	0.95	0.20	0.94	0.08
13	37.9	0.40	0.99	0.27	0.97	0.21
14	2.8	0.20	0.91	0.13	0.96	0.16
15	10.1	0.20	0.96	0.15	0.95	0.19
16	4.3	0.17	0.95	0.12	0.97	0.20
17	2.9	0.07	0.91	0.05	0.94	0.11
18	3.0	0.27	0.91	0.18	0.96	0.10
19	4.8	0.16	0.94	0.11	0.93	0.04
20	3.4	0.13	0.93	0.10	0.94	0.04
21	4.6	0.07	0.95	0.05	0.93	0.08
22	2.8	0.07	0.89	0.05	0.93	0.07
23	2.8	0.15	0.92	0.10	0.89	0.19
24	3.9	0.17	0.91	0.12	0.93	0.10
25	6.6	0.23	0.93	0.16	0.93	0.07
26	4.2	0.03	0.91	0.02	0.95	0.06
27	3.1	0.06	0.92	0.04	0.89	0.25
28	2.1	0.36	0.90	0.25	0.96	0.11
29	1.8	0.18	0.90	0.12	0.95	0.08
30	2.1	0.31	0.87	0.19	0.92	0.11
31	2.8	0.09	0.90	0.06	0.91	0.07
32	15.9	0.23	0.97	0.16	0.93	0.08
33	79.4	0.18	0.97	0.13	0.89	0.08
34	22.7	0.07	0.96	0.05	0.89	0.12
35	7.6	0.63	0.95	0.48	0.94	0.11
36	186.4	0.12	0.98	0.08	0.94	0.20
37	173.3	0.87	0.98	0.23	0.94	0.10
38	6.6	0.33	0.95	0.66	0.88	0.06
39	7.5	0.29	0.96	0.22	0.97	0.20
40	127.6	0.24	0.98	0.12	0.90	0.10
Ned	15.1	16.5	1.01	0.94	0.94	0.10

HOOFDSTUK 8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De (gemiddelde) verblijftijd van het districtswater bedraagt enkele decaden. De (districtsgemiddelde) stroomsnelheid van het districtswater is in het algemeen niet hoger dan 10 cm per seconde.

Bij conservatief gedrag van stoffen in het districtswater leidt (volledige) menging in het districtswater tot een herverdeling in de tijd van de belasting van het netwerk ten opzichte van die van het districtswater.

De interne belasting van het districtswater is in het algemeen belangrijker dan de belasting als gevolg van het inlaten van gebiedsvreemd water.

Tijdens het verblijf van de belastingen in het districtswater vindt retentie plaats. De retentie is hoger naarmate de verblijftijd langer en de stroomsnelheid lager is.

In het districtswater wordt (gemiddeld over heel Nederland, 1985) ongeveer een derde van de stikstof belasting afgebroken. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van denitrificatie.

De fosfor belasting van het districtswater in Nederland (1985) wordt voor ongeveer 20% vastgelegd als gevolg van sedimentatie van aan zwevend stof geadsorbeerd fosfaat en sedimentatie van organisch fosfor.

De vastlegging van de cadmiumbelasting van het districtswater bedraagt ongeveer 15% in Nederland (1985): voor cadmium is alleen de sedimentatie van aan zwevend stof geadsorbeerd cadmium van belang voor de vastlegging.

De belasting van districtswater van HCB wordt slechts gedeeltelijk in het sediment vastgelegd: de belangrijkste factor is de vervluchtiging naar de atmosfeer (70%). Uiteindelijk bereikt slecht 6% van de belasting van het districtswater het netwerk.

De schematisatie van het districtswater is gericht op de toepassing van DEMGEN, waarbij het volume een ondergeschikte rol van betekenis speelt. Voor de toepassing van de districtswatermodule is het volume van groot belang voor de vaststelling van de gemiddelde verblijftijd en stroomsnelheid. Bij nadere toepassingen van DIWAMO wordt aangeraden de volumina districtswater te controleren en waar mogelijk nauwkeuriger vast te stellen. Momenteel is waarschijnlijk het volume van district 79 (Walcheren) te laag ingeschat.

LITERATUUR

ABRAHAMSE, A.H., G. BAARSE, E. VAN BEEK, 1982;
Model for Regional Hydrology, Agriculture Water Demands and
Damages from Drought and Salinity.
PAWN Vol. XXII

DAVIDSON, J.M., D.A. GREATZ, P.S.C. RAO, H.M. SELIM, 1978;
Simulation of nitrogen movement, transformation and uptake in
plant root zone.
Env. Res. Laboratory, EPA-600/3-78-029.

HUET, H. VAN, 1983;
Kwantificering en modellering van de stikstofhuishouding in de
bodem na bemesting.
ICW-nota 1426.

STORA, 1984;
Kenmerken van niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed
binnenwater. (interimverslag)

VRIES, D.J. de, 1987;
IMPAQT- A mathematical model for simulation of the fate of mi-
cro-pollutants in aquatic systems.
Waterloopkundig Laboratorium, TOW-IW, T250

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1986;
Water-Landbouw-Milieu, deel 1.
Modelontwikkeling en toepassing voor district 29.
TOW-T0111.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1988a;
Water-Landbouw-Milieu, deel 2.
Toepassing op het stroomgebied van de Horstsche beek.
Verslag onderzoek (concept).
T0111-T0297.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1988b;
GREWAQ: An ecological model for Lake Grevelingen.
Documentation report, T0215-3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1988c;
Districtswater-module DIWAMO. Rapportage eerste fase onderzoek.
WL-T438, juni 1988 (concept)

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1989a;
Ontwikkeling en toepassing van VEERWAQ ten behoeve van de
beleidsanalyse Veerse Meer. Simulatie van beheersvarianten.
WL/RWS Directie Zeeland, Dienst Getijde Wateren; T0430-T0056.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990a;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.

Deel Ia. Het emissiebestand 1985.
Menke, M.A.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990b;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.
Deel Ib. De emissiescenario's.
Menke, M.A.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990c;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.
Deel Ic. De belastingsberekeningsprogrammatuur EMISSIE.
Van Belois, C.H. en M.A. Menke

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990d;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.
Deel IIIa. Het stofstromenmodel SSM.
Groot, S.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990e;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.
Deel IIIb. De waterkwaliteitsprocesformulering
Groot, S.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM, 1990f;
Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding.
Deel IV. De naverwerking en presentatiemethoden.
Adriaanse, B.L.

BIJLAGE 1. FILE BESCHRIJVINGEN

1. Inputfiles

1.1 DWMN.INP, DWMP.INP, DWMCD.INP, DWMHCB.INP

In de files met extensie .INP zijn gegevens opgenomen die de berekeningen sturen bij het inlezen en wegschrijven van belasting gegevens en bij het bepalen van de tijdstappen.

record 1

naam	format	positie	omschrijving
istof	I4	1-4	volgnummer belasting in TDECD voor stikstof : 2 voor fosfor : 4 voor cadmium : 13 voor HCB : 21

record 2

naam	format	positie	omschrijving
fidist	I4	1-4	eerste district
ladist	I4	5-8	laatste district
fitims	I4	9-12	eerste tijdstap
latims	I4	13-16	laatste tijdstap
loadnm	A8	20-28	stofnaam
unity	F5.0	30-35	eenheid belasting in kg voor stikstof : 1000. voor fosfor : 1000. voor cadmium : 1. voor HCB : 1.

1.2 DISTFIL.D85

Districtsfile DEMGEN. Voor ieder district zijn vier records met gegevens gereserveerd, waarvan slechts een beperkt aantal in DIWAMO wordt gebruikt. Deze gegevens staan in het eerste van de vier records:

naam	format	positie	omschrijving
idist	I2	1-2	index district
diname	9A1	3-11	naam district
oppvlk	F7.0	18-24	oppervlak district [ha]
urban	F7.0	25-31	stedelijk gebied [ha]
water	F7.0	32-38	open water [ha]
volume	F7.0	39-45	watervolume [1000 m ³]

1.3 CONCN.D85, CONCP.D85, CONCCD.D85, CONCHCB.D85

In deze files zijn de startconcentraties van het districtswater en de concentraties in het netwerk opgenomen. De concentraties in het netwerk zijn van belang wanneer water uit het netwerk in de districten wordt ingelaten. Zie paragraaf 6.5
Per district is een record opgenomen.

CONCN

naam	format	positie	omschrijving
c0ammn	F7.0	1-7	startconcentratie ammonium [mg/l N]
c0nitn	F7.0	11-17	startconcentratie nitraat [mg/l N]
chammn	F7.0	21-27	netwerk conc. ammonium [mg/l N]
chnitn	F7.0	31-37	netwerk conc. nitraat [mg/l N]

CONCP

naam	format	positie	omschrijving
c0ortp	F7.0	1-7	startconc. ortho-fosfaat [mg/l P]
c0adsp	F7.0	11-17	startconc geadsorbeerd P [mg/l P]
c0totp	F7.0	21-27	startconc. totaal fosfaat [mg/l P]
chortp	F7.0	31-37	netwerk conc. ortho-fosfaat [mg/l P]
chtotp	F7.0	41-47	netwerk conc. totaal fosfaat [mg/l P]

CONCCD

naam	format	positie	omschrijving
c0cadm	F7.0	1-7	startconc. cadmium [ug/l Cd]
cHcadm	F7.0	11-17	netwerk conc. cadmium [ug/l Cd]

CONCHCB

naam	format	positie	omschrijving
c0hcb	F7.0	1-7	startconcentratie HCB [ug/l HCB]
cHhcb	F7.0	11-17	netwerk conc. HCB [ug/l HCB]

1.4 COEFN.D85 en COEFP.D85

De procescoëfficiënten zijn opgenomen in de files coefn.d85 en coefp.d85.

Voor stikstof zijn de volgende coëfficiënten opgenomen:

naam	format	positie	omschrijving
cnitri	F7.3	1-7	nitrificatiecoëfficiënt [/dag]
cdenit	F7.3	1-7	denitrificatiecoëfficiënt [/dag]

cminer	F7.3	1-7	mineralisatiecoefficient [/dag]
ctempb	F7.3	1-7	grondgetal temperatuurfunctie [-]
vals	F7.3	1-7	valsnelheid [cm/dag]
cres	F7.3	1-7	resuspenderende fractie [1/dag]
vzero	F7.3	1-7	krit. snelheid resuspensie [cm/sec]
resexp	F7.3	1-7	exponentiele toename resuspentie [-]

Voor fosfor en cadmium zijn dit:

naam	format	positie	omschrijving
cads	F7.3	1-7	adsorptiecoefficient [/dag]
cdes	F7.3	1-7	desorptiecoefficient [/dag]
cmin	F7.3	1-7	mineralisatiecoefficient [/dag]
ctempb	F7.3	1-7	grondgetal temperatuurfunctie [-]
vals	F7.3	1-7	valsnelheid [cm/dag]
cres	F7.3	1-7	resuspenderende fractie [1/dag]
vzero	F7.3	1-7	krit. snelheid resuspensie [cm/sec]
resexp	F7.3	1-7	exponentiele toename resuspentie [-]

1.5 OPNTEMP.D85

De opname van stikstof en fosfaat zijn in combinatie met de temperatuur per decade opgenomen in de file opntemp.d85.

naam	format	positie	omschrijving
opn	F9.3	1-7	stikstof opname [g/m ²]
opp	F9.3	10-18	fosfaat opname [g/m ²]
temp	F9.3	19-27	temperatuur

1.6 STOFDMG

De hydrologische gegevens van het districtswater worden berekend door het DEMGEN en zijn opgenomen in STOFDMG.D85. Voor de filebeschrijving van deze file wordt verwezen naar de rapportage over het distributiemodel.

1.7 TDECD

De belastingen van het districtswater worden per decade, per stof en per district gegeven in TDECD. Deze file wordt aange-

maakt met EMISSIE. Voor de filebeschrijving van TDECD wordt ver-
wezen naar de documentatie van EMISSIE.

2. Outputfiles

2.1 CONCN.DIS, CONCP.DIS, CONCCD.DIS, CONCHCB.DIS

De berekende concentratie per decade per district wordt voor de vier stoffen (stikstof, fosfor, cadmium en HCB) weggeschreven in aparte files. Voor stikstof worden drie vormen onderscheiden (ammonium, nitraat en organisch stikstof), voor fosfor twee (ortho-fosfaat en totaal fosfaat), terwijl voor cadmium en HCB geen onderscheid naar de verschillende verschijningsvormen wordt gemaakt.

CONCN.DIS

Na een record met een header van de file is per district een blok van 17 records gereserveerd. Deze (80) blokken zijn als volgt opgebouwd:

eerste record
blanco

tweede record

naam	format	positie	omschrijving
id	I2	1-2	districtsnummer
diname	A8	5-12	districtsnaam

derde record

stname	A8	1-8	eerste vorm stikstof (ammonium)
--------	----	-----	---------------------------------

vierde t/m zevende record

camm	36F14.6	1-126	conc. ammonium [mg/l N] per decade per record 9 decaden
------	---------	-------	--

achtste record

stname	A8	1-8	tweede vorm stikstof (nitraat)
--------	----	-----	--------------------------------

negende t/m twaalfde record

cnit	36F14.6	1-126	conc. nitraat [mg/l N] per decade per record 9 decaden
------	---------	-------	---

dertiende record

stname	A8	1-8	derde vorm stikstof (organisch N)
--------	----	-----	-----------------------------------

veertiende t/m zestiende record

corg	36F14.6	1-126	conc. organisch stikstof [mg/l N] per record 9 decaden
------	---------	-------	---

CONCP.DIS

Na een record met een header van de file is per district een blok van 13 records gereserveerd. Deze (80) blokken zijn als volgt opgebouwd:

eerste record
blanco

naam	format	positie	omschrijving
id	I2	1-2	districtsnummer
diname	A8	5-12	districtsnaam

derde record
blanco

vierde record
stname A8 1-8 eerste vorm fosfor (totaal fosfor)

vijfde t/m achtste record
ctot 36F14.6 1-126 conc. totaal-fosfor [mg/l P]
per record 9 decaden

negende record
stname A8 1-8 tweede vorm fosfor (ortho fosfaat)

tiende t/m veertiende record
cort 36F14.6 1-126 conc. ortho-fosfaat [mg/l P]
per record 9 decaden

CONCCD.DIS

De header van deze file bestaat uit drie records, met in het derde record de naam van de stof (Cadmium).
Na de header van de file is per district een blok van 6 records gereserveerd. Deze (80) blokken zijn als volgt opgebouwd:

eerste record
blanco

naam	format	positie	omschrijving
id	I2	1-2	districtsnummer
diname	A8	5-12	districtsnaam

derde t/m zesde record
ccdt 36F14.6 1-126 conc. totaal-cadmium [mg/m³ Cd]
per record 9 decaden

CONCHCB.DIS

Deze file is op dezelfde wijze opgebouwd als CONCCD.DIS, maar in plaats van de concentratie cadmium id nu de concentratie HCB (mg/m^3) wegegeschreven.

2.2 DISCN.DIS, DISCP.DIS, DISCCD.DIS, DISCHCB.DIS

De belasting van het netwerk wordt weggeschreven naar een vier files, die op dezelfde wijze zijn opgebouwd als de concentratie-files. De vier files met de belasting van het netwerk worden gecombineerd tot een file met de belasting van het netwerk. Deze file (TDECD.DWM) is identiek aan de file met de belastingen van het districtswater (TDECD**.***) en wordt in EMISSIE gebruikt bij de berekening van de totale belasting van het netwerk.

2.3 VELO.DWM

De gemiddelde stroomsnelheid per decade wordt per district gegeven in de file VELO.DWM. Per district zijn vier records met elk voor 9 decaden de gemiddelde stroomsnelheid (in cm/s) opgenomen. In een vijfde record is de som van de gemiddelden vermeld; deze waarde wordt gebruikt bij de berekening van de gemiddelde stroomsnelheid op jaarbasis.

2.4 VBLT.DWM

De gemiddelde verblijftijd per decade per district is in de file VBLT.DWM opgenomen. De gemiddelde verblijftijd wordt uitgedrukt in decaden (zie hoofdstuk 4). Per district zijn vier records met elk 9 waarden gegeven.

2.5 AMMONIUM.SUM en NITRAAT.SUM

De totale belasting van het districtswater en de belasting van het netwerk op jaarbasis wordt, in combinatie met aan aantal andere parameters, in de files met extensie .sum weergegeven.

Per district is een record opgenomen met voor ammonium de volgende variabelen:

naam	format	positie	omschrijving
id	I3	1-3	districtsnummer
velo	F7.3	4-10	stroomsnelheid [cm/s]
belast	F10.3	11-20	ammonium belasting district [ton]
disch	F10.3	21-30	ammonium belasting netwerk [ton]
nh4-ret	F10.3	31-40	ammonium retentie [-]
n-ret	F10.3	41-50	stikstof retentie [-]
kggha	F10.3	51-60	belasting in kg/hectare district
sedim	F10.3	61-70	sedimentatie stikstof [ton]
miner	F10.3	71-80	mineralisatie ammonium [ton]

Voor nitraat zijn in NITRAAT.SUM opgenomen:

id	format	positie	omschrijving
id	I3	1-3	districtsnummer
vb1t	F7.3	4-10	verblijftijd [dec]
belast	F10.3	11-20	nitraat belasting district [ton N]
disch	F10.3	21-30	nitraat belasting netwerk [ton N]
no3-ret	F10.3	31-40	nitraat retentie [-]
n-ret	F10.3	41-50	stikstof retentie [-]
kggha	F10.3	51-60	belasting district in kg N/hectare
nitri	F10.3	61-70	nitrificatie ammonium [ton N]
denit	F10.3	71-80	denitrificatie nitraat [ton N]

In AMMONIUM.SUM en NITRAAT.SUM zijn ook de totale belasting van het districtswater, de totale belasting van het netwerk en de gemiddelde retentiefactoren voor heel Nederland opgenomen.

2.6 ORTHOP.SUM, GEADSP.SUM en TOTALP.SUM

De gemiddelden en totalen per district voor ortho-fosfaat, geadsorbeerd fosfaat en totaal-fosfaat zijn opgenomen in de files ORTHOP.SUM, GEADSP.SUM en TOTALP.SUM. In de headers van deze files zijn steeds de belangrijkste procescoëfficiënten opgenomen.

In ORTHOP.SUM zijn voor ortho-fosfaat de volgende gegevens opgenomen:

id	format	positie	omschrijving
id	I3	1-3	districtsnummer
vb1t	F7.3	4-10	verblijftijd [dec]
belast	F10.3	11-20	fosfaat belasting district [ton P]
disch	F10.3	21-30	fosfaat belasting netwerk [ton P]
po4-ret	F10.3	31-40	fosfaat retentie [-]
p-ret	F10.3	41-50	fosfor retentie [-]
kggha	F10.3	51-60	belasting district in kg P/hectare
adsor	F10.3	61-70	adsorptie fosfaat [ton P]
desor	F10.3	71-80	desorptie fosfaat [ton P]

Voor geadsorbeerd fosfaat zijn dit:

id	I3	1-3	districtsnummer
velo	F7.3	4-10	stroomsnelheid [cm/s]
belast	F10.3	11-20	bel. district geadsorbeerd P [ton P]
disch	F10.3	21-30	bel. netwerk geadsorbeerd P [ton P]
pads-ret	F10.3	31-40	retentie geadsorbeer P [-]
p-ret	F10.3	41-50	fosfor retentie [-]
kgha	F10.3	51-60	belasting in kg P/hectare district
sedimen	F10.3	61-70	sedimentatie geads. P [ton P]
nalever	F10.3	71-80	desorptie fosfaat bodem [ton P]

Tenslotte zijn in de file TOTALP.SUM nog de totale hoeveelheden fosfor opgenomen:

id	I3	1-3	districtsnummer
velo	F7.3	4-10	stroomsnelheid [cm/s]
belast	F10.3	11-20	belasting district totaal P [ton P]
disch	F10.3	21-30	belasting netwerk totaal P [ton P]
p-ret	F10.3	41-50	fosfor retentie [-]

2.7 CADMIUM.SUM

Voor cadmium zijn in cadmium.sum de volgende gegevens opgenomen:

id	I3	1-3	districtsnummer
vb1t	F7.3	4-10	verblijftijd [dec]
belast	F10.3	11-20	cadmiumbelasting district [kg Cd]
fromnet	F10.3	21-20	Cd-vracht uit netwerk [kg Cd]
disch	F10.3	31-40	cadmiumbelasting netwerk Cd [kg Cd]
cd-ret	F10.3	41-50	retentie cadmium [-]
adsorp	F10.3	51-60	adsorptie Cd [kg Cd]
sedimen	F10.3	61-70	sedimentatie geads Cd [kg Cd]

2.8 DWMHCB.SUM

Voor HCB zijn in dwmhcb.sum dezelfde gegevens opgenomen als voor cadmium in cadmium.sum, zij het dat in plaats van de adsorptie de vervluchtiging van HCB naar de atmosfeer (in kg) is weergegeven.

BIJLAGE 2. SAMENSTELLING DISTRICTSWATER

Beek-districten

maand	NH4-N	NO2/3-N	N-org	N-tot	ortho-P	P-tot
	mg N/l				mg P/l	
1	0.41	6.53	0.90	7.80	0.05	0.20
2	0.63	5.96	0.48	7.20	0.02	0.21
3	0.75	4.86	1.40	6.66	0.27	0.38
4	0.20	4.68	0.78	5.65	0.02	0.05
5	0.12	4.23	0.88	5.30	0.03	0.08
6	0.08	3.30	0.87	4.25	0.02	0.05
7	0.07	1.74	1.01	2.83	0.03	0.08
8	0.06	0.48	0.95	1.50	0.04	0.10
9	0.18	0.64	0.75	1.77	0.03	0.20
10	0.21	0.99	0.29	1.48	0.02	0.05
11	0.39	1.54	0.75	2.68	0.10	0.26
12	0.39	5.32	0.92	6.64	0.11	0.18
zomer	0.12	2.51	0.87	3.55	0.03	0.09
winter	0.46	4.20	0.79	5.41	0.10	0.21

Polder-districten

maand	NH4-N	NO2/3-N	N-org	N-tot	ortho-P	P-tot
	mg N/l				mg P/l	
1	0.76	3.79	1.42	6.00	0.16	0.29
2	0.75	2.29	1.44	4.48	0.16	0.18
3	0.80	1.84	1.63	4.38	0.09	0.19
4	0.22	1.94	1.20	3.44	0.07	0.12
5	0.36	1.68	1.96	4.30	0.18	0.29
6	0.25	0.79	1.69	2.87	0.36	0.55
7	0.16	0.29	1.66	2.28	0.43	0.58
8	0.11	0.28	1.84	2.46	0.38	0.57
9	0.22	0.68	1.47	2.58	0.30	0.52
10	0.38	0.84	0.16	1.57	0.17	0.21
11	0.81	1.05	0.66	2.76	0.17	0.28
12	0.64	3.47	1.83	6.24	0.16	0.28
zomer	0.22	0.94	1.64	2.98	0.29	0.44
winter	0.69	2.21	1.19	4.24	0.12	0.24

zomerhalfjaar: maand 4 t/m 9

winterhalfjaar: maand 1 t/m 3 en 10 t/m 12

BIJLAGE 3. CONCENTRATIE INGELATEN WATER

A. Situatie 1985

Regio	NH4-N mg/l	NO3-N mg/l	PO4-P mg/l	Ptot mg/l	Cd mg/m ³	HCB mg/m ³
Friesland	0.30	1.00	0.30	0.30	0.10	0.0005
Groningen	0.70	3.00	0.30	0.30	0.20	0.0005
Overijssel/Drenthe	0.20	3.00	0.30	0.30	0.20	0.0005
Rijn/IJssel	1.00	5.00	0.50	0.70	0.25	0.0100
IJsselrand	0.50	4.00	0.40	0.40	0.20	0.0005
Maas	1.00	5.00	0.50	0.70	0.50	0.0005
Brabant	0.50	5.00	0.50	0.70	0.20	0.0005
Zuid Holland	0.50	3.00	0.40	0.40	0.10	0.0005
Noord Holland	0.70	2.00	0.40	0.40	0.10	0.0005

B. Situatie 1995/2000

Regio	NH4-N mg/l	NO3-N mg/l	PO4-P mg/l	Ptot mg/l	Cd mg/m ³	HCB mg/m ³
Friesland	0.20	1.00	0.20	0.20	0.07	0.0003
Groningen	0.40	3.00	0.30	0.30	0.10	0.0003
Overijssel/Drenthe	0.20	3.00	0.20	0.20	0.10	0.0003
Rijn/IJssel	0.60	3.00	0.35	0.50	0.15	0.0050
IJsselrand	0.25	3.00	0.25	0.30	0.10	0.0003
Maas	0.60	4.00	0.35	0.50	0.25	0.0003
Brabant	0.20	4.00	0.35	0.50	0.10	0.0003
Zuid Holland	0.30	3.00	0.30	0.30	0.07	0.0003
Noord Holland	0.20	2.00	0.30	0.30	0.07	0.0003



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

