

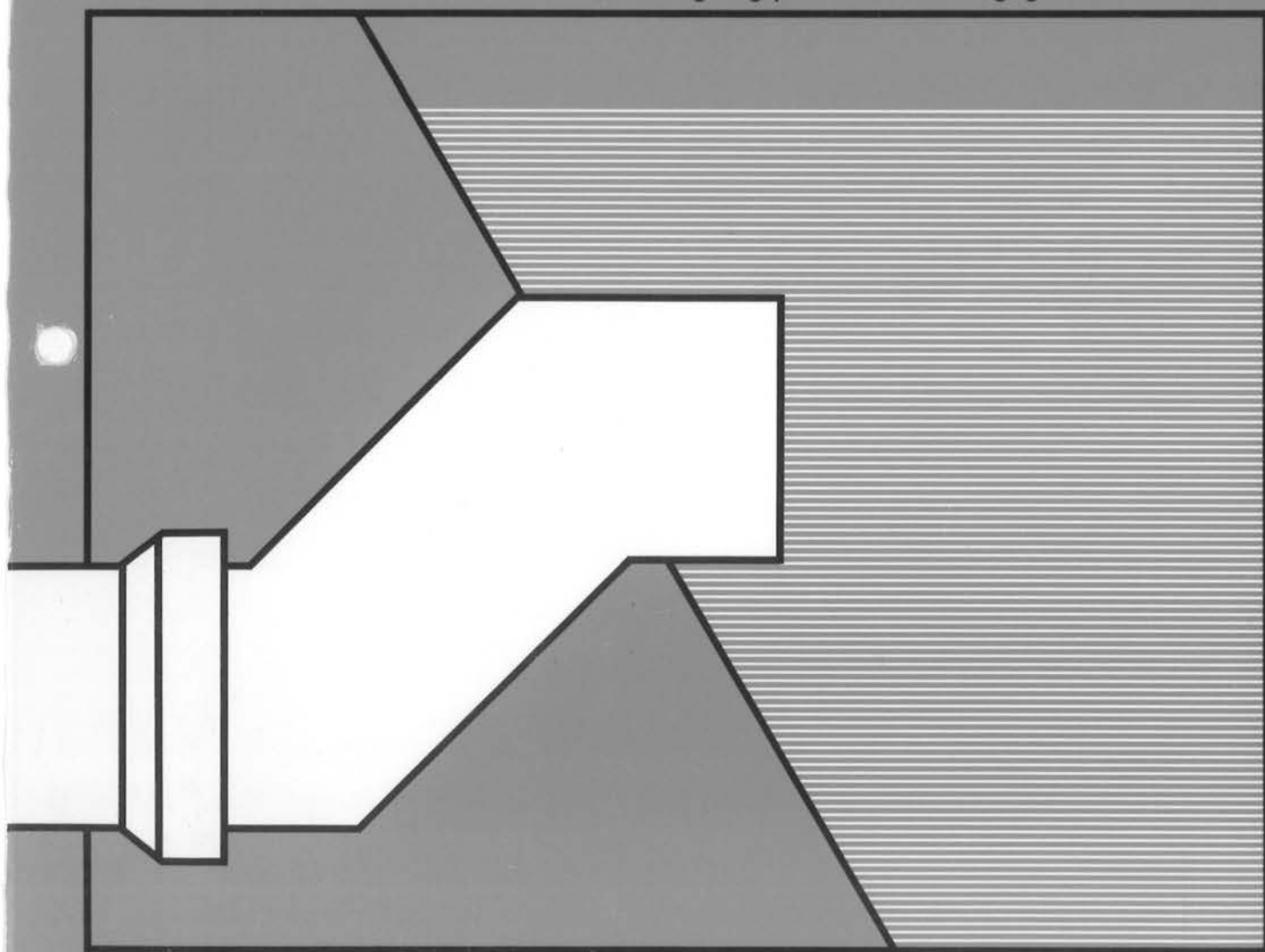
1451

NWRW

NATIONALE WERKGROEP RIOLERING
EN WATERKWALITEIT

Invloed overstort- water Vijver te Loenen 10.1.1

Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater **stora**



Nationale werkgroep riolering en waterkwaliteit

THEMA 10.1

EFFECTEN VAN DIRECTE VUILEMISSIES UIT HET GEMENGDE RIOOLSTELSEL VAN LOENEN OP DE WATERKWALITEIT VAN DE ONTVANGENDE BERGINGSVIJVER

Deelrapport 1:

Deelonderzoek I
Natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit

dossier 1-3611-10-03

maart 1986

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE

0

0

Ten Geleide

De Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) werd in 1982 ingesteld door het algemeen bestuur van de Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater (STORA) en de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het oogmerk hierbij was het verkrijgen van meer inzicht in de relatie tussen riolering en waterkwaliteit door het stimuleren en coördineren van onderzoek naar de invloed van lozingen vanuit rioolstelsels op de kwaliteit van het oppervlaktewater en de mogelijkheden deze invloed via rioleringstechnische dan wel waterhuishoudkundige maatregelen te verminderen.

Het onderzoeksprogramma is onderverdeeld in een 11-tal thema's. De nummers van de publikaties van de NWRW corresponderen met de nummers van de verschillende thema's.

Thema 10 van het onderzoekplan betreft gedetailleerd onderzoek naar de effecten van directe vuilemissies uit gemengde rioolstelsels op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater.

Binnen thema 10 werd op 2 lokaties - Loenen (Gld.) en Bodegraven - onderzoek uitgevoerd.

Het onderhavige rapport heeft betrekking op het onderzoek te Loenen. Over dit onderzoek werden 5 rapporten gepubliceerd; één samenvattend eindrapport en vier deelrapporten.

In het eindrapport van de NWRW zal aan de resultaten van de onderzoeken op beide lokaties aandacht worden besteed.

namens de NWRW
de secretaris



ir. J.F.M. van Vliet

VOORWOORD

Voor de periode 1982-1986 is door het algemeen bestuur van de Stichting Onderzoek en Reiniging Afvalwater (STORA) en de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) de Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) ingesteld.

De Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) heeft een onderzoek naar de vuiluitworp uit rioolstelsels en de effecten daarvan op de kwaliteit van het oppervlaktewater voorgesteld [1]. Het onderzoek is in 11 thema's ingedeeld.

De thema's of delen van thema's worden door verschillende onderzoeksinstanties uitgevoerd. Ten behoeve van een thema kan zowel bureau- als praktijk-onderzoek noodzakelijk zijn. Praktijk-onderzoek wordt aan verschillende rioolstelsels, randvoorzieningen en oppervlaktewateren verricht. In een van de laatste fasen van het onderzoek zullen de resultaten van de verschillende thema's in een beschrijving of theorie voor verschillende, veel voorkomende types rioolstelsels, randvoorzieningen en oppervlaktewateren worden geïntegreerd.

De thema's 9 en 10 betreffen onderzoek naar de effecten van de vuiluitworp van rioolstelsels op de kwaliteit van oppervlaktewater. In het kader van thema 9 wordt zogenaamd globaal onderzoek naar de kwaliteit van het oppervlaktewater bij de lozingspunten van vele rioolstelsels uitgevoerd. Daartoe worden de gevolgen van de lozingen voor enkele belangrijke toestandsvariabelen op enkele plaatsen in het water en de bodem in de omgeving van ieder lozingspunt met betrekkelijk grote tijdsintervallen waargenomen. Het doel van het onderzoek in thema 9 is, een overzicht van de effecten van de emissies van verschillende typen rioolstelsels op de kwaliteit van verschillende typen oppervlaktewateren te verkrijgen [2].

Ten behoeve van thema 10 wordt zogenaamd gedetailleerd onderzoek naar de kwaliteit van het oppervlaktewater bij de lozingspunten van slechts enkele rioolstelsels uitgevoerd. "Gedetailleerd" betekent in dit verband, dat de gevolgen van de lozingen voor een betrekkelijk groot aantal toestandsvariabelen op verschillende plaatsen in het water en de bodem in de omgeving van een lozingspunt met betrekkelijk kleine tot zeer kleine tijdsintervallen worden waargenomen. Het doel van dit type onderzoek is tweeledig, namelijk [3]:

- het verkrijgen van een overzicht van belangrijke effecten van de lozingen van een representatief rioolstelsel op de kwaliteit van een representatief oppervlaktewater, waarbij relaties met de grootte en de samenstelling van de lozingen worden gezocht
- het verkrijgen van inzicht in de processen waardoor de effecten van de lozingen tot stand komen.

Eén van de lokaties waar onderzoek ten behoeve van thema 10 plaats heeft is de overstortvijver te Loenen, Gelderland (zie bijlage 1, figuur 1). De vijver is voor dit onderwerp uitgekozen omdat de overstortingen reeds voor het onderzoek naar de grootte en de samenstelling van de vuiluitworp worden bemonsterd (thema 5), omdat de vijver niet door andere lozingen wordt beïnvloed en omdat de omvang en de geringe verversings-snelheid als representatief voor vele overstortingen ontvangende oppervlaktewateren in Nederland kan worden gezien.

INHOUD

BLZ.

1.	INLEIDING	5
1.1.	Onderzoek Loenen	5
1.2.	Opbouw rapport	5
1.3.	Uitvoerders	6
1.4.	Begeleidingscommissie	6
2.	DOEL	7
2.1.	Doel van het deelonderzoek	7
2.2.	Functie van de natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit	7
3.	METHODIEK	8
3.1.	Tijdschalen	8
3.2.	Referentie	8
3.3.	Aanpak	9
3.4.	Afbakening onderzoek	10
4.	WAARNEMINGEN	11
4.1.	Continue registraties water	11
4.2.	Interval-waarnemingen waterfase	11
4.3.	Waarnemingen overstortingen	13
5.	BESCHRIJVING WAARNEMINGEN EN SCHATTING NATUURLIJKE KWALITEIT	14
5.1.	Fysische toestand	14
5.2.	Zuurstofbindende stoffen en afbraak	20
5.3.	Nutriënten en primaire produktie	22
5.4.	Zuurstofhuishouding	28
6.	CONCLUSIES	33

Literatuur

Figuren

Bijlagen:

1. Beschrijving van de onderzoekslocaties
2. Kleur, geur, troebelheid en uiterlijk van het water in Loenen (direct zintuiglijke waarnemingen)
3. Waarnemingen overstortingen

1. INLEIDING

1.1. Onderzoek Loenen

Ten behoeve van thema 10 van het onderzoek-programma van de Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) [1] is in Loenen (Gld) een gedetailleerd onderzoek naar de effecten van overstortingen op de waterkwaliteit in een bergingsvijver verricht [3]. Als referentie is een vijver in Apeldoorn gekozen.

Ten behoeve van dit onderzoek zijn van december 1983 tot en met november 1984 waarnemingen van de kwaliteit van het water en het sediment in beide vijvers verricht.

In deze periode zijn 23 overstortingen opgetreden, waarvan er drie tot zes in detail zijn onderzocht.

Het onderzoek bestaat uit deelonderzoeken naar de volgende onderwerpen [4]:

- I natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit
- II dynamica van zuurstofverbruik, opgeloste zuurstof en nutriënten na een overstorting
- III massabalansen voor water, zwevende stof, nutriënten en zuurstofverbruik
- IV bacteriologische en virologische kwaliteit
- V sediment
- VI hydrobiologische effecten

Het onderhavige rapport handelt over deelonderzoek I.

Over de andere onderwerpen is afzonderlijk gerapporteerd [6,7,8]. Daarnaast is een integrerend overzichtsrapport geschreven [9].

1.2. Opbouw rapport

Het doel van het deelonderzoek wordt in hoofdstuk 2 onder woorden gebracht. Hoofdstuk 3 gaat in op de te volgen methoden voor het bepalen van de natuurlijke kwaliteit en de problemen die daarbij zijn te verwachten.

Een overzicht van de onderdelen van het meetprogramma die voor het onderzoek naar de natuurlijke kwaliteit van belang zijn, wordt in hoofdstuk 4 gegeven. In hoofdstuk 5 komen de beschrijving en de verklaring van de waargenomen verschijnselen, voor zover een dergelijke verklaring mogelijk is, ter sprake.

Vervolgens worden in hoofdstuk 6 conclusies over de natuurlijke kwaliteit vermeld.

1.3. Uitvoerders

Het veldwerk en de analyses ten behoeve van het onderzoek naar de natuurlijke, fysisch-chemische kwaliteit zijn door de Landbouwhogeschool Wageningen verricht. Er is tevens gebruik gemaakt van de debieten van overstortingen te Loenen en de concentraties van een aantal bestanddelen van het overstortende water, zoals die door DHV in het kader van het project 38B van de STORA (thema 5 van de NWRW) zijn waargenomen [10]. De interpretatie van de gegevens is door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV verzorgd. Het resultaat van de gezamenlijke inspanning is het onderhavige rapport. De overige deelonderzoeken zijn in hun geheel door de LH uitgevoerd. Een integrerend overzichtsrapport is door DHV geschreven.

1.4. Begeleidingscommissie

De uitvoerders van het project te Loenen zijn kritisch gevolgd en ter zijde gestaan door een begeleidingscommissie, ingesteld door de NWRW. De commissie is als volgt samengesteld:
dr. J.R.M. Hovenkamp-Obbema (Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland),
drs. W. Oosterloo (Zuiveringsschap Veluwe),
ir. A. de Ruiter (Hoogheemraadschap Rijnland),
ir. M.A. de Ruiter (Provinciale Waterstaat Utrecht),
dr.ir. H.H. Tolkamp (Waterschap Zuiveringschap Limburg),
voorzitter
ir. A.W. van der Vlies (Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden).

2. DOEL

2.1. Doel van het deelonderzoek

Het deelonderzoek beoogt het karakteriseren van de natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit in de overstortvijver te Loenen, dat wil zeggen, de fysisch-chemische waterkwaliteit die zou worden aangetroffen indien nooit rioolwater-overstortingen zouden hebben plaatsgehad.

De natuurlijke waterkwaliteit kan in de overstortvijver niet worden waargenomen. De waterkwaliteit in de referentievijver is slechts een ruwe benadering van de natuurlijke waterkwaliteit. De natuurlijke waterkwaliteit moet uit waarnemingen van de waterkwaliteit in de overstortvijver en die in de referentievijver worden afgeleid. Daarover handelt het onderhavige rapport.

2.2. Functie van de natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit

Door vergelijking van deze zogenaamde, natuurlijke, fysisch-chemische waterkwaliteit met de waargenomen fysisch-chemische waterkwaliteit kunnen in principe de effecten van de overstortingen op de fysisch-chemische waterkwaliteit worden geïdentificeerd.

3. METHODIEK

3.1. Tijdschalen

Het afleiden van de natuurlijke kwaliteit uit de waarnemingen aan verscheidene toestandsvariabelen in de overstortvijver wordt bemoeilijkt door de grote tijdschaal van sommige processen in relatie tot de lengte van de periode tussen twee overstortingen. Effecten van lozingen die via accumulatie in de bodem of de organismen tot stand komen manifesteren zich als een nagenoeg permanente situatie, aangezien de onderzoeksperiode slechts ongeveer een jaar bedraagt.

Zonder schatting van de natuurlijke kwaliteit zouden alleen de effecten, die zich binnen enkele dagen tot enkele weken afspelen, van de overige verschijnselen kunnen worden onderscheiden. Met behulp van een theoretische beschouwing over de mogelijk optredende processen zou het eventueel mogelijk zijn, de tragere effecten van lozingen te beschrijven. De effecten die zich over vele jaren uitstrekken kunnen hoogstens in speculatieve zin worden ingeschat. Dat wordt hier niet beoogd.

3.2. Referentie

Met het oog op deze complicaties ligt het voor de hand, te trachten de natuurlijke kwaliteit direct te meten, dus als de kwaliteit van een vijver die niet met rioolwateroverstortingen wordt belast maar overigens gelijke afmetingen, hydraulische eigenschappen en externe milieufactoren heeft. Een dergelijke, exacte "referentie" bestaat niet. Een "referentievijver" is echter aanvaardbaar als de verschillen tussen de kwaliteit in de referentievijver en de op basis van de genoemde milieufactoren verwachte natuurlijke kwaliteit in de te onderzoeken vijver aanzienlijk kleiner dan de verwachte effecten van de overstortingen op de kwaliteit in te onderzoeken vijver zijn. De betrouwbaarheid van een referentie kan dus alleen theoretisch (namelijk door interpretatie van de milieufactoren in beide vijvers) worden beoordeeld. Bij het onderhavige onderzoek trad als extra complicatie op dat slechts een kort vooronderzoek, uitgevoerd door de Landbouwhogeschool en het Zuiveringsschap Veluwe, aan deze problematiek kon worden gewijd.

Dit onderzoek leidde tot de keuze van een vijver aan de Europalaan te Apeldoorn als referentievijver (bijlage 1, figuur 4).

De argumenten voor deze keuze waren de volgende. Zowel de vijver in Loenen als die in Apeldoorn liggen in de kwel-zone aan de oostelijke zijde van het Veluwe-massief. In beide gevallen is er sprake van een zandige ondergrond en bevat het uit-tredende grondwater aanzienlijk hoeveelheden ijzer. De laatste verschijnselen hebben duidelijke effecten op de waterkwaliteit. Beide vijvers zijn in belangrijke mate voor de wind beschermd door de aanwezigheid van bomen en struiken op de oever en, in Apeldoorn, de aanwezigheid van woonbebouwing.

Weliswaar wordt de vijver in Apeldoorn door een beekje doorstroomd, maar de kwaliteit van het water uit deze beek wijkt niet op onoverkomelijke wijze van de kwaliteit van het kwelwater ter plaatse af; bovendien is de kwaliteit van het water uit beide bronnen globaal bekend, zodat daarmee bij de interpretatie rekening kan worden gehouden. De gemiddelde verblijftijd in de referentievijver ligt mede als gevolg van de voeding door het beekje in dezelfde orde van grootte (gemiddeld 20 dagen) als in de vijver in Loenen (gemiddeld 10 dagen). Beide vijvers vallen nooit droog.

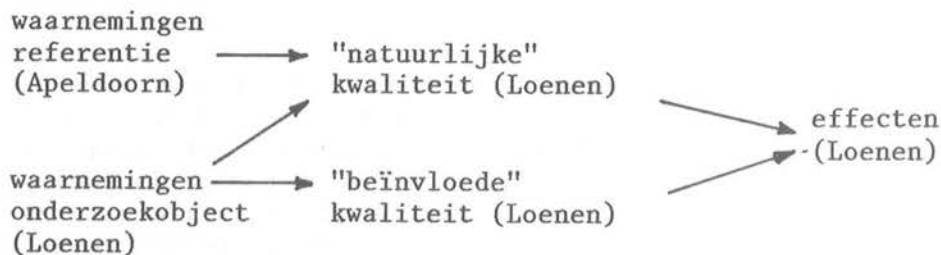
In beide vijvers is de bodem met een dikke laag, veel organisch materiaal bevattend slib bedekt.

Er zijn ook duidelijke verschillen tussen de milieufactoren in de vijvers aan te wijzen. Het feit dat de vijver in Apeldoorn in tegenstelling tot die in Loenen met oppervlaktewater wordt doorstroomd is al genoemd. Ook is de vijver in Loenen rechthoekig, terwijl de vijver in Apeldoorn langwerpiger van vorm is (bijlage 1).

De vijver in Apeldoorn bevat veel meer vis; er wordt gehengeld. Voor dat doel wordt de water-vegetatie op sommige plaatsen nabij de oever af en toe verwijderd. Deze activiteiten vinden in de vijver in Loenen niet plaats. Daarentegen zijn in Loenen door het uitvoeren het meetprogramma verstoringen van de situatie teweeggebracht, zoals het vergroten van de peilvariatiën na een overstorting ten gevolge van het aanbrengen van een meetschot in de afvoerleiding naar de beek. Met de hier besproken verschillen is bij de interpretatie in dit rapport rekening gehouden.

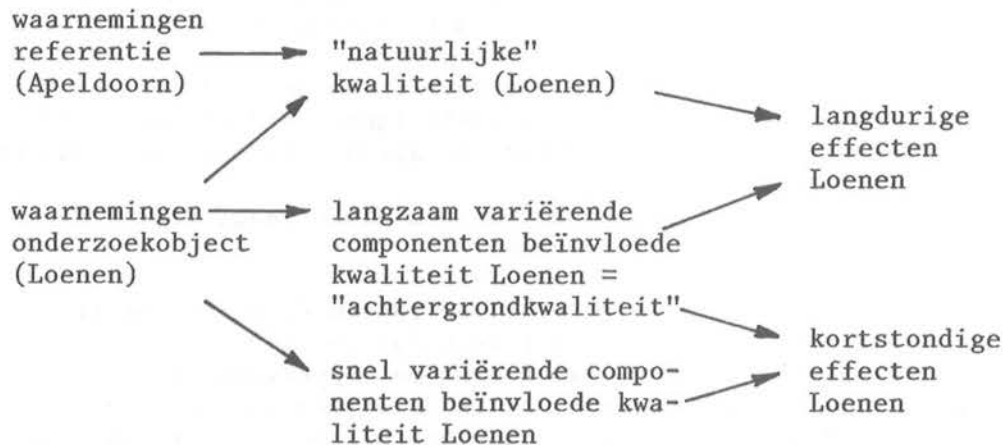
3.3. Aanpak

De natuurlijke toestand moet dus worden geschat door de resultaten van een speciaal daartoe opgezet, parallel lopend meetprogramma aan een referentievijver te Apeldoorn met de in de vijver te Loenen verrichte waarnemingen te vergelijken. Vervolgens moeten de effecten van de overstortingen worden geschat door de in Loenen verrichte waarnemingen met de geschatte, "natuurlijke" toestand te vergelijken. Figuur 1 geeft een samenvatting van deze aanpak.



Figuur 1. - Rol van de referentie-waarnemingen en de "natuurlijke" kwaliteit

Voor snelle effecten van de overstortingen is deze procedure te ingewikkeld; deze effecten kunnen directer worden bepaald door de waarnemingen met een eigen "achtergrondniveau" te vergelijken. In figuur 2. zijn beide benaderingen gecombineerd.



Figuur 2. - Rol van de referentie-waarnemingen, de "natuurlijke" kwaliteit en de "achtergrondkwaliteit"

De achtergrondkwaliteit is slechts een hulpmiddel, dat als zodanig terloops ter sprake zal komen. De natuurlijke kwaliteit is weliswaar eveneens een hulpmiddel, maar is tevens van belang als referentiekader voor het "inschatten" van de te presenteren effecten. Er is daarom in het onderzoek afzonderlijk aandacht aan de natuurlijke kwaliteit besteed [5]. Ook in dit rapport zal dat het geval zijn.

De aangegeven procedure kan aanleiding tot het maken van grote onnauwkeurigheden of zelfs onjuistheden in de verwachtingen ten aanzien van de lange termijn effecten zijn. De gevolgtrekkingen moeten op dit punt dan ook worden gerelativeerd.

3.4. Afbakening onderzoek

De natuurlijke, biologische kwaliteit van het water en het sediment is in de rapporten over de bacteriologie, virologie en hydrobiologie besproken [7, 8].

De natuurlijke, fysisch-chemische kwaliteit van het sediment komt in het deelrapport over het sediment ter sprake [8].

Het voorliggende deelrapport gaat derhalve voornamelijk over de natuurlijke, fysisch-chemische kwaliteit van het water. Daarmee is het aantal in dit deelrapport te beschouwen zeer langdurige effecten van overstortingen aanzienlijk beperkt. Uiteraard zal wel rekening worden gehouden met biologische processen in het water en met fysische, chemische en biologische processen in het sediment.

4. WAARNEMINGEN

4.1. Continue registraties water

De temperatuur en de pH van het water onder meetplatform P1, alsmede het elektrische geleidingsvermogen en de zuurstofconcentratie onder de meetplatforms P1 en P2 en bij de uitstroomoverlaat (L4) in de overstortvijver te Loenen zijn in de periode van 30 mei 1984 tot en met 13 november 1984 continu geregistreerd. De genoemde meetlokaties zijn in figuur 3 aangegeven. In Apeldoorn zijn geen continue waarnemingen verricht.

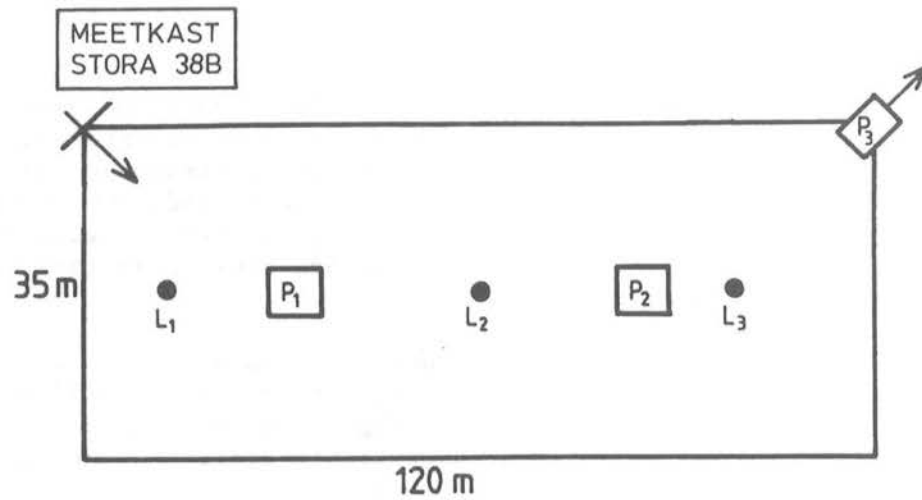
Ten behoeve van dit deelonderzoek zijn alleen de waarden van de temperatuur, het geleidingsvermogen en de pH om 12.00 uur op iedere waarnemingsdag, alsmede het dagelijkse minimum en het dagelijkse maximum van de zuurstofconcentratie grafisch weergegeven (figuren 5, 8, 9, 10, 11, 30, 31 en 32).

4.2. Interval-waarnemingen water

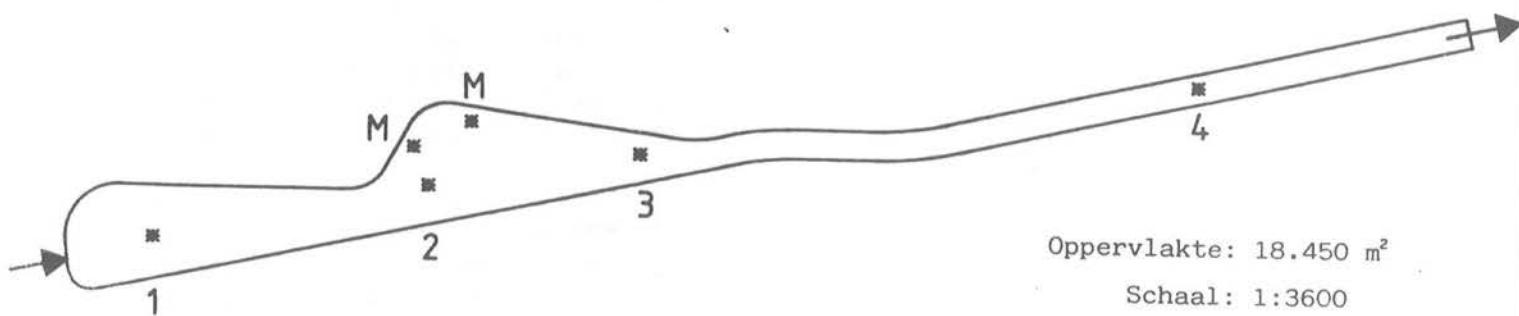
De zuurstofconcentraties op de lokaties L1, L2 en L3 in Loenen en A1, A2 en A3 in Apeldoorn zijn van december 1983 tot en met november 1984 op verschillende diepten onder het wateroppervlak waargenomen. Voor de ligging van de genoemde meetpunten wordt naar de figuren 3 en 4 verwezen. De bemonsteringsfrequentie liep in Loenen uiteen van 1 à 2 tot 8 maal per maand; in Apeldoorn varieerde deze tussen 1 en 2 maal per maand. Het waarnemingstijdstip is geen vast tijdstip op de dag, maar ligt tussen zonsopgang en zonsopgang. De resultaten van deze metingen zijn in de figuren 33 tot en met 38 weergegeven. Daarbij zijn de zuurstofconcentraties aan het oppervlak in L1, L2 en L3 nog eens in één grafiek geplaatst (figuur 36).

Ten behoeve van het onderzoek naar de natuurlijke kwaliteit zijn door de Landbouwhogeschool voorts maandelijks de temperatuur en de concentraties van het biochemisch zuurstofverbruik (BZV), het chemisch zuurstofverbruik (CZV), Kjeldahl-stikstof, ammonium, nitriet, nitraat, ortho-fosfaat en totaal fosfaat waargenomen. Deze "achtergrondmetingen" zijn steeds tenminste één week, bij voorkeur twee weken na het beëindigen van de laatste overstorting uitgevoerd.

Vanaf december 1983 tot en met november 1984 zijn deze variabelen op de lokaties L1, L2 en L3 in de overstortvijver te Loenen waargenomen, met één uitzondering. In de maand juni zijn de gehalten namelijk in een gemengd monster uit de lokaties L1, L2 en L3 bepaald. In Apeldoorn zijn de gehalten van december 1983 tot en met mei 1984 in de lokaties A1, A2, A3 en A4 waargenomen. In de maanden juni 1984 tot en met november 1984 zijn de waarnemingen iedere maand in gemengde monsters uit de lokaties A1, A2, A3 en A4 verricht.



Figuur 3 - Plattegrond vijver Loenen met bemonsteringspunten



Figuur 4 - Plattegrond vijver Apeldoorn met bemonsteringspunten

Het besluit tot de genoemde wijziging is in overleg met de begeleidingscommissie genomen. De reden daarvoor is, dat de verschillen tussen de concentraties van een bestanddeel op verschillende plaatsen in een vijver weliswaar niet kunnen worden verwaarloosd, maar voor het doel van het onderhavige, kwalitatieve onderzoek van ondergeschikt belang zijn. Bovendien vertonen deze ruimtelijke verschillen geen duidelijke, systematische relaties met elkaar en met andere gegevens. Deze constatering geldt voor alle waargenomen variabelen en voor alle waarnemingstijdstippen.

De gemiddelden van de hier besproken, maandelijks waargenomen variabelen over de meetlokaties zijn voor Loenen en Apeldoorn grafisch weergegeven in de figuren 12 tot en met 27, behalve de temperatuur. De in Apeldoorn gemeten temperaturen zijn voor elke lokatie in figuur 6 opgenomen.

Bij de interpretatie van de bovengenoemde waarnemingen zijn ook meetgegevens van het chlorofyl-a-gehalte en de extinctiecoëfficiënt gebruikt (figuren 28 en 29). De chlorofyl-a-concentratie is van december 1983 tot en met november 1984 ongeveer één maal per week op de plaatsen L1, L2 en L3 in Loenen en éénmaal per twee tot vier weken op punt A2 in Apeldoorn waargenomen. De extinctiecoëfficiënt is in dezelfde periode in Loenen ongeveer 1 maal per week gemeten; in Apeldoorn is dit niet gebeurd. Het gehalte aan zwevende stof is met deze frequentie in geen van beide vijvers waargenomen. Dat is alleen ten behoeve van de massabalansen en het onderzoek naar de dynamica gebeurd [6].

De kleur, de geur en de helderheid van het water in Loenen zijn gedurende het gehele waarnemingsjaar wekelijks "met ongewapende zintuigen" waargenomen. Bijlage 2 geeft een overzicht van de resultaten.

4.3. Waarnemingen overstortingen

De debieten van de overstortingen en de concentraties van een aantal stoffen in het overstortingen, waarvan de waargenomen waarden in bijlage 3 zijn vermeld, zijn gebruikt om de effecten van de overstortingen op de waterkwaliteit te schatten, teneinde deze van de natuurlijke kwaliteit te isoleren. De gegevens zijn ontleend aan het STORA-project 38B [10].

5. BESCHRIJVING WAARNEMINGEN EN SCHATTING NATUURLIJKE KWALITEIT

5.1. Fysische toestand

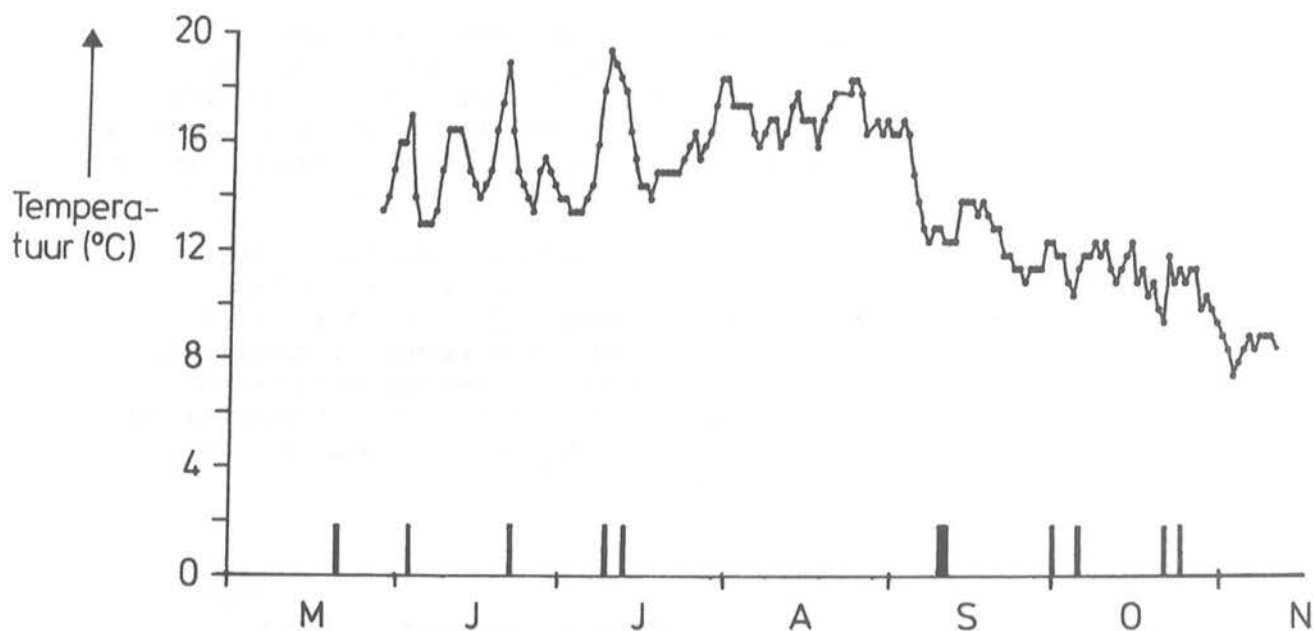
De temperatuur van het water in de vijver te Loenen om 12.00 uur 's middags is gedurende de gehele waarnemingsperiode (30 mei 1984 tot 13 november 1984) opmerkelijk laag, in warme perioden 16 tot 20°C (figuur 5). Ook in de referentievijver is de temperatuur laag; deze ligt 's zomers in wezenlijk hetzelfde bereik als de temperatuur in Loenen (figuur 6). Dit effect wordt door de vrij constante en lage temperatuur van het kwelwater veroorzaakt. Deze belooft ongeveer 10 tot 12°C.

De temperatuur om 12.00 uur vertoont in beide vijvers een seizoensafhankelijke variatie naast fluctuaties met tijdsduren tussen twee en tien dagen. Beide typen variaties worden voor een belangrijk deel door de temperatuur van de lucht en de directe zonnestraling bepaald. Er kan worden vastgesteld, dat de temperatuur van het water tijdens een overstorting in een relatief warme periode daalt. Dit is waarschijnlijk mede een gevolg van de veranderende weersomstandigheden, niet van de temperatuur van het overstortende water alleen.

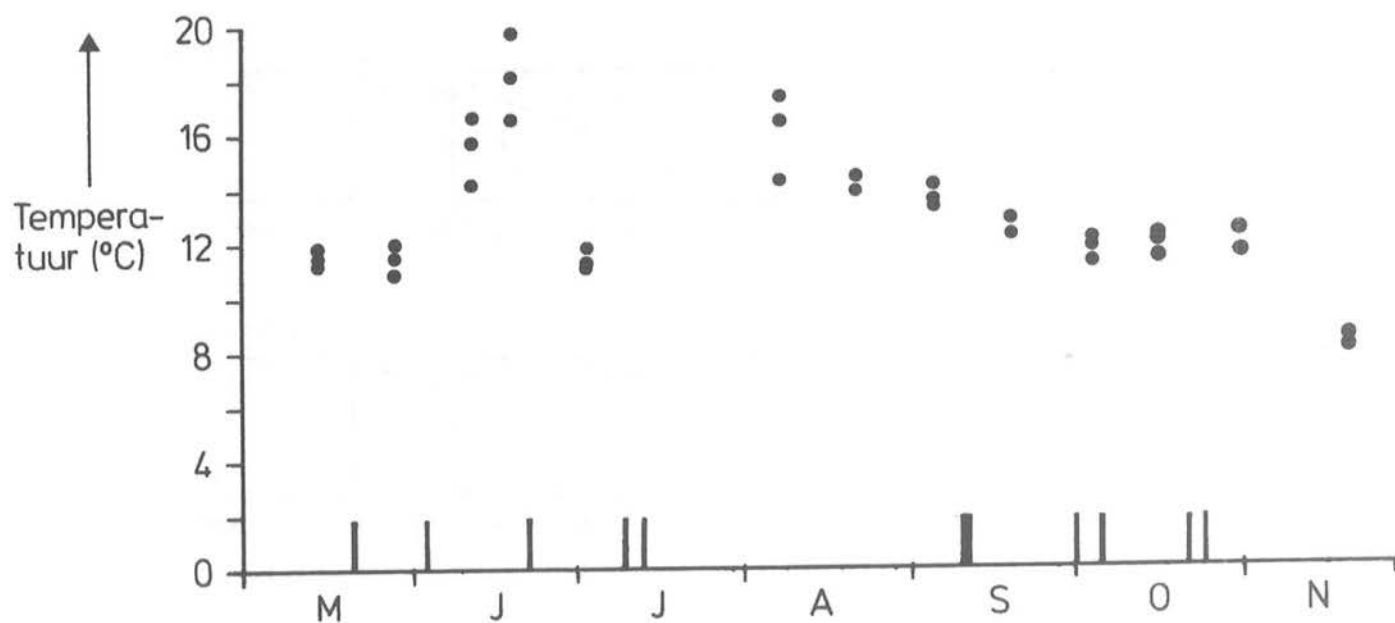
Afgezien van de kleinere fluctuaties komt het verloop van de watertemperatuur in Loenen redelijk met die in Apeldoorn overeen. Vergelijk daartoe figuur 5, lokatie P1 met figuur 6, lokatie A1 of A2. De in juni waargenomen temperatuursverhogingen zijn waarschijnlijk door twee perioden met warmer weer veroorzaakt; in Loenen zijn namelijk twee pieken gemeten (fig. 5). Dat in figuur 6 op die plaats slechts een piek optreedt, is een gevolg van gebruikte, lage bemonsteringsfrequentie.

Aan figuur 6 is goed af te lezen, dat het water tijdens het verblijf in de vijver in Apeldoorn in warme perioden wordt opgewarmd en in koude perioden wordt afgekoeld (benedenstrooms warmer respectievelijk kouder dan bovenstrooms). Dit wijst erop dat de temperatuur van het aangevoerde water vrij constant is. Ook het aangevoerde beekwater zal globaal de temperatuur van het kwelwater hebben, aangezien de verblijftijd in de beek veel kleiner is dan in de vijver. De genoemde opwarming c.q. afkoeling zal in Loenen ook optreden, maar daartoe zijn in Loenen geen waarnemingen op andere punten dan P1 verricht. Wellicht is het effect in Loenen door de kleinere verblijftijd geringer dan in Apeldoorn. De gemiddelde verblijftijd kan op basis van het uittredende debiet en het volume van de vijver slechts ruw worden geschat; in Apeldoorn bedraagt deze tijdsduur circa 20 dagen tegen circa 10 dagen in Loenen.

In het algemeen daalt het elektrisch geleidingsvermogen tijdens en na een overstorting snel. Dit beeld komt niet alleen uit de dagelijkse gegevens voor de geleidendheid in Loenen om 12.00 uur 's middags naar voren, maar ook uit de volledige, continue registraties. Daarvoor wordt naar het deelrapport over de dynamica na een overstorting verwezen. Het herstel duurt enkele dagen tot een week.



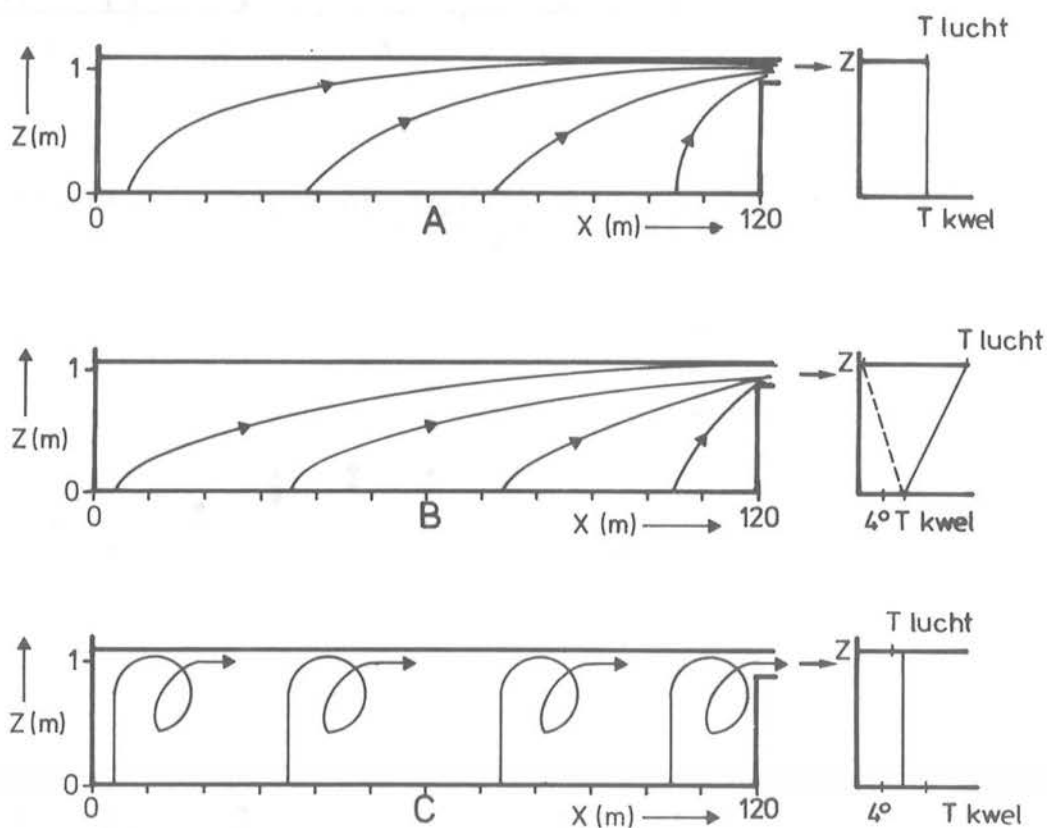
Figuur 5 - Temperatuur in de vijver in Loenen, op lokatie P1, nabij het wateroppervlak



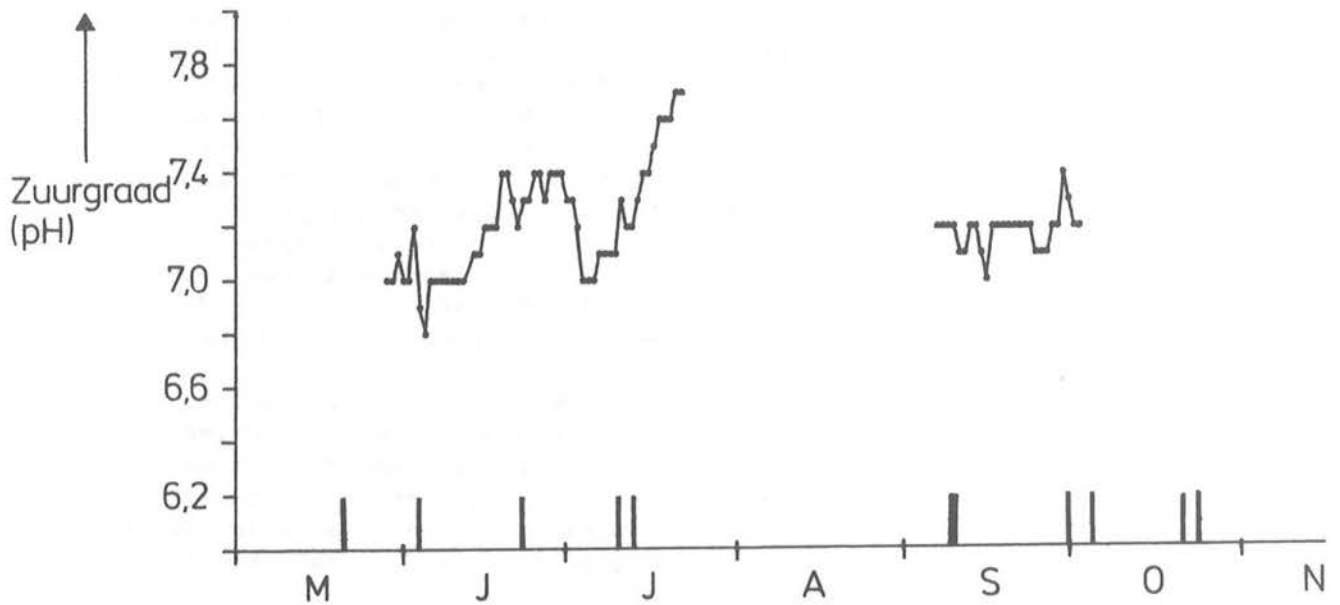
Figuur 6 - Temperatuur in de vijver in Apeldoorn, nabij het wateroppervlak, op vier lokaties

Het elektrisch geleidingsvermogen bezit een duidelijke seizoensvariatie. Het is opvallend, dat het geleidingsvermogen in Loenen toeneemt naarmate de afstand tot de overstort groter wordt. Deze richting is ook ongeveer de stroomrichting van de kwel (figuur 4). Zowel de seizoensafhankelijke variatie als de stijging van het geleidingsvermogen met de afstand in de kwelrichting kunnen het beste als volgt worden verklaard.

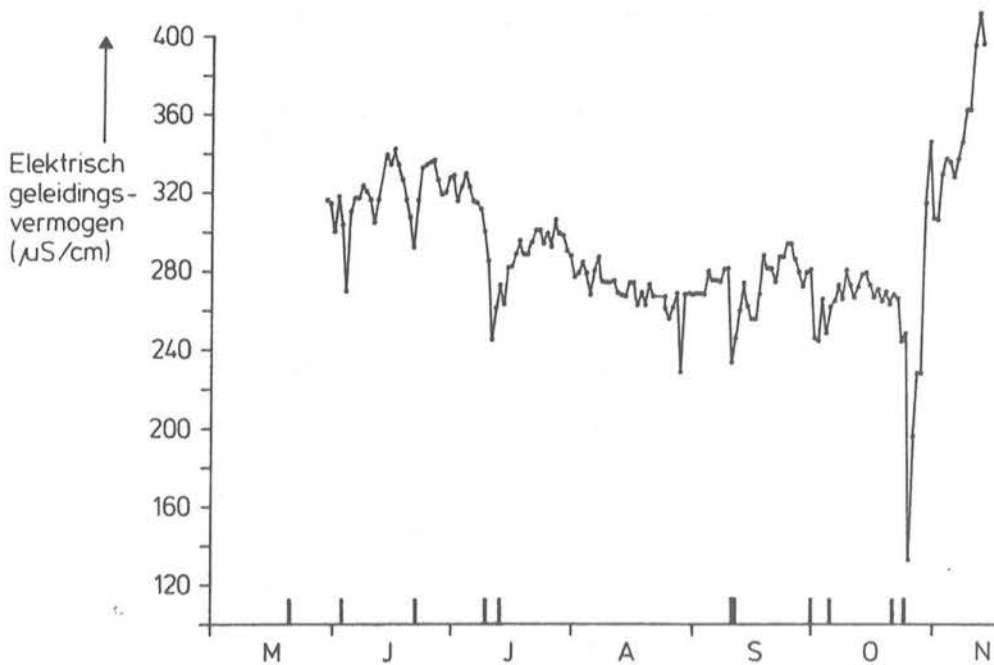
Veronderstel dat de kwelsterkte en de samenstelling van de kwel in de gehele vijver gelijk en gedurende een periode van enkele weken constant zijn. Na verloop van enige tijd (maximaal 1 week) na afloop van een overstorting zal zich een permanente, kromlijnige propstrooming instellen, tot de volgende overstorting zich voordoet (figuur 7a). Bij het optreden van een verticale temperatuur-gradiënt zal het beeld zich iets wijzigen, maar dat heeft weinig invloed op het hier te schetsen beeld (figuur 7b en 7c).



Figuur 7 - Vereenvoudigd, kwalitatief beeld van de stroomlijnen in de vijver bij afwezigheid van beïnvloeding door overstortingen en wind (links), in samenhang met de verticale temperatuurgradiënt (rechts)



Figuur 8 - pH in de vijver in Loenen, op lokatie P1, nabij het wateroppervlak



Figuur 9 - Elektrisch geleidingsvermogen in de vijver in Loenen, op lokatie P1, nabij het wateroppervlak

Als gevolg van deze stroming vertoeft aan het bovenstroomse deel van de vijver voornamelijk pas opgekweld water. Stroomafwaarts gaand verdampt het water, met name in de zomer, maar ook 's winters. Verder treedt menging van het reeds langer aanwezige, wat ingedampte water met korter aanwezig, minder ingedampt water op. Deze combinatie van processen zou een stijging van het elektrisch geleidingsvermogen in stroomafwaartse richting moeten veroorzaken. Aangezien de verdamping 's zomers groter is dan 's winters, zouden de verschillen 's zomers groter dan 's winters moeten zijn. Deze verschijnselen zijn inderdaad geconstateerd (fig. 9, 10 en 11). De verdamping bedraagt 's zomers echter hoogstens enkele procenten van de kwel. De stijging van het geleidingsvermogen in de stroomrichting is in de zomer echter 25 à 30%. Er moet dus een belangrijkere oorzaak van het laatste verschijnsel zijn.

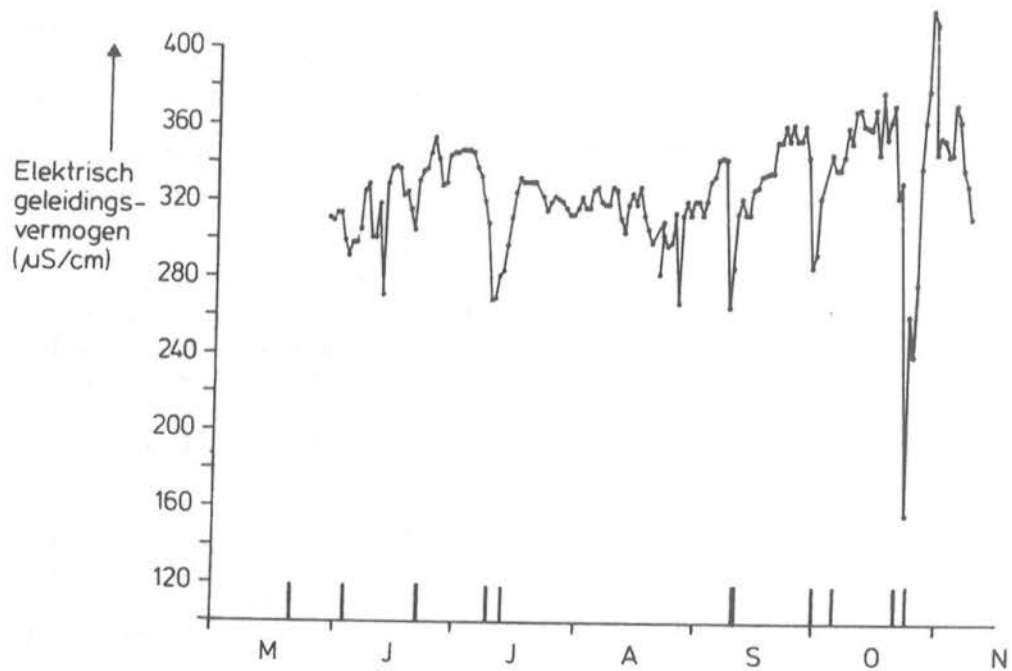
Het zojuist geschetste, vrij hypothetische beeld wordt gecompliceerder door inhomogeniteit van de kwel over de vijver, misschien enige plaatselijke verschillen in de samenstelling van de kwel over de vijver, variaties van de kwelsterkte en misschien de samenstelling over het jaar, fluctuaties van de temperatuur van het water in plaats en tijd, horizontale en verticale menging door wind en natuurlijk het optreden van overstortingen.

Na een overstorting wordt het geleidingsvermogen kleiner. De verlagingen worden bij benadering op het zojuist geschetste achtergrondbeeld gesuperponeerd. Bovendien blijkt dat het minimum na een overstorting minder diep wordt naarmate de afstand tot de overstort groter wordt (fig. 9, 10 en 11). Dit wijst op een zekere menging met het reeds aanwezige water. De stroming tijdens en na een overstorting is dus geen zuivere propstroom.

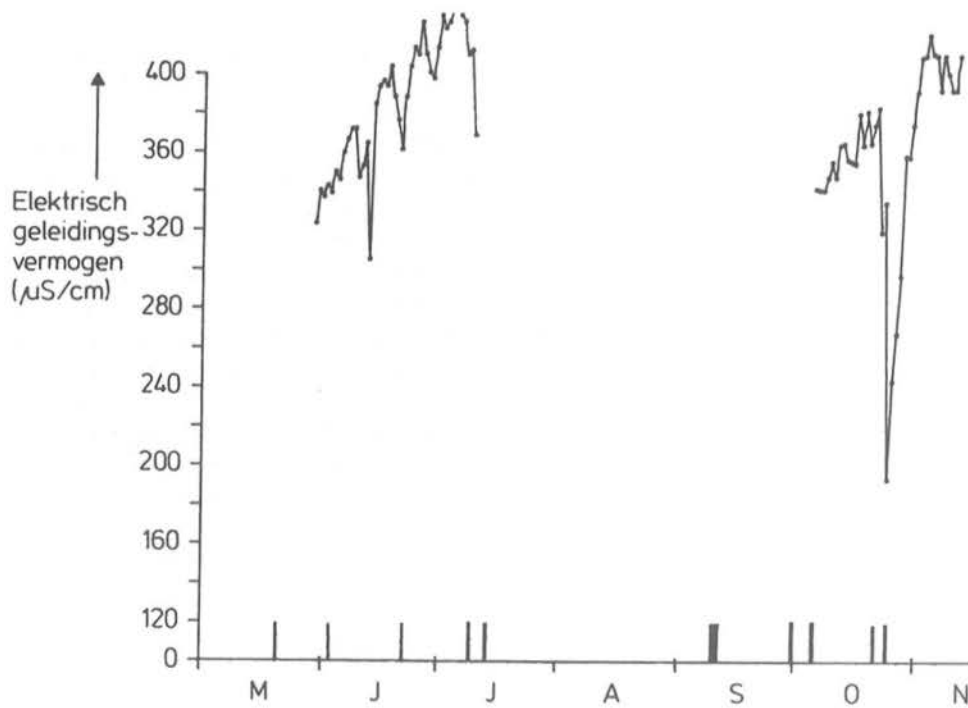
Voor meer details wordt de lezer verwezen naar het deelrapport over de dynamica, in het bijzonder naar de paragrafen over het hydraulische model.

Bij de bespreking van de temperatuur van het water is gewezen op het effect van de verblijftijd op het opwarmings- of afkoelingsproces. Daarbij is gebruik gemaakt van ruwe schattingen van deze grootheid voor beide vijvers, namelijk het gemiddeld quotiënt van het volume van de vijver en het uittredende debiet (in Loenen ca. 10 d en in Apeldoorn ca. 20 d). De werkelijke gemiddelde verblijftijden de vijvers zijn aanzienlijk kleiner dan deze getallen, zoals uit de studie naar de dynamica na een overstorting blijkt [6]. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door het optreden van inhomogene stroming: het water volgt een voorkeursroute. Dit is in Loenen meermalen geconstateerd, zie bijvoorbeeld ref. 5. In de referentievijver kan een voorkeursroute uit kleurverschillen van het water en het ontbreken van oppervlakkig groeiende waterplanten in de vermoedelijke stromingszone worden afgeleid.

Ook aan de grafieken van het geleidingsvermogen in de vijver in Loenen tegen de tijd (figuren 9 tot en met 11) kan worden ontleend dat de werkelijke gemiddelde verblijftijd aldaar uiteenloopt van 2 tot 5 dagen. Men beschouwe daartoe de periode van enkele dagen tot een week na het beëindigen van een willekeurige



Figuur 10 - Elektrisch geleidingsvermogen in de vijver in Loenen op lokatie P2, nabij het wateroppervlak



Figuur 11 - Elektrisch geleidingsvermogen in de vijver in Loenen op lokatie L4 (uitlaat)

overstorting, als het peil en de stroomsnelheden in de vijver weer redelijk constant zijn, maar de verversing door kwelwater nog niet tot een nieuwe evenwichtswaarde voor de geleidendheid heeft geleid.

In Apeldoorn zal de gemiddelde verblijftijd iets groter zijn dan de zojuist gegeven getallen, bijvoorbeeld 4 tot 10 dagen.

De in Loenen subjectief waargenomen kleur, geur en troebelheid blijken duidelijk op een overstorting te reageren.

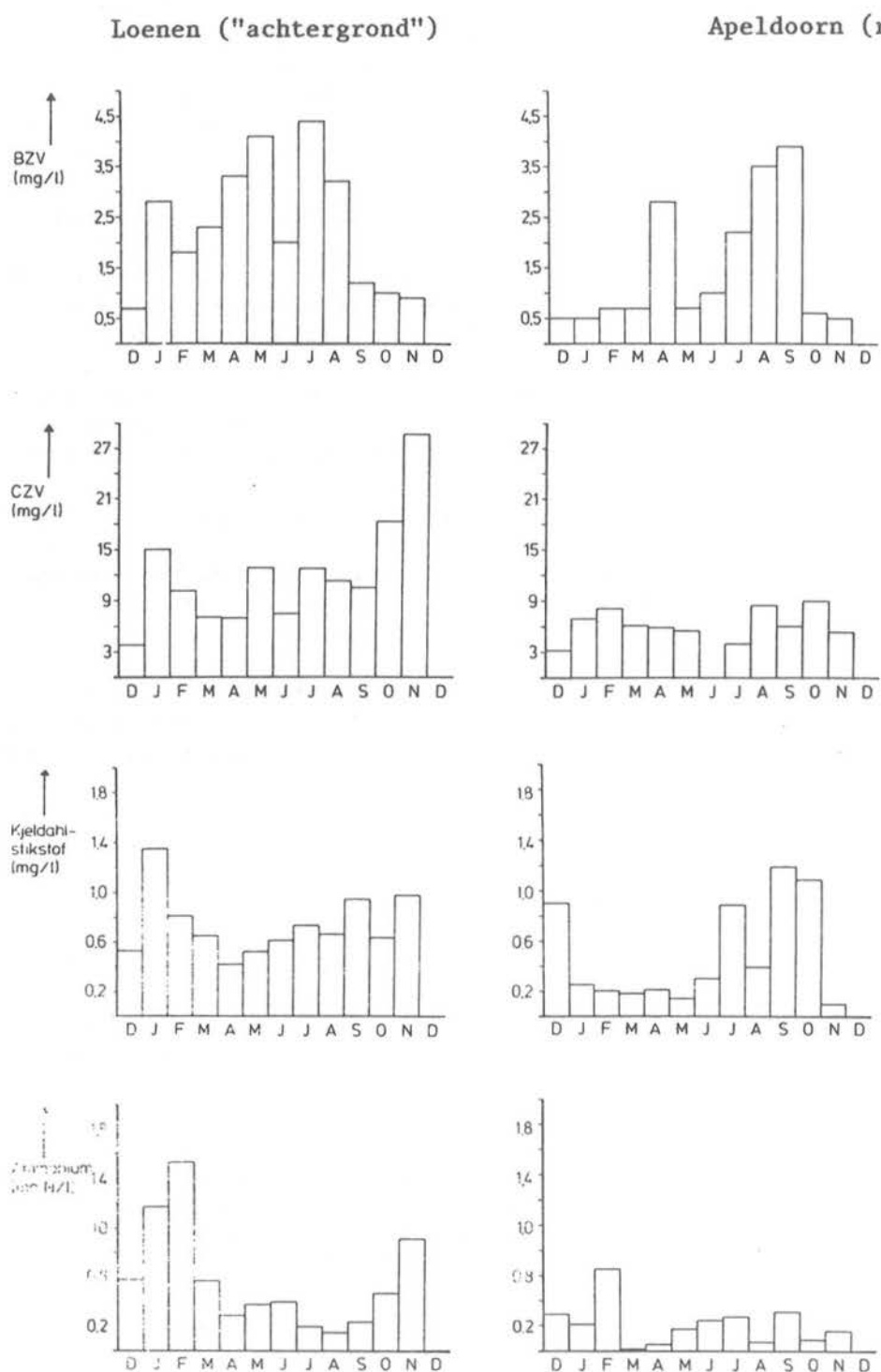
Kort na een overstorting is het water vrijwel altijd zwart tot grijs en zeer troebel, terwijl in sommige gevallen een rioolstank is waargenomen (bijlage 2). In de winter en het voorjaar herstelt de geelbruine kleur zich binnen enkele dagen, waarbij een matige troebeling aanwezig blijft. Dit kan het gevolg van colloïdaal gebonden driewaardig ijzer zijn, dat via de kwelstroom in tweewaardige vorm uit de bodem in het water terecht is gekomen. Na de overstortingen van 21 mei en 25 juni 1984 blijkt het water in verhouding bijzonder helder te zijn geworden. De groene kleur daarna wijst op algengroei. Een verklaring voor deze opeenvolging van gebeurtenissen wordt in paragraaf 5.3 geopperd.

Een positieve correlatie tussen de pH en de primaire produktie (figuren 8 en 28) blijkt in Loenen nauwelijks aanwezig te zijn. De primaire produktie is daarvoor ook niet groot genoeg (par. 5.3).

5.2. Zuurstofbindende stoffen en afbraak

In januari laten de maandelijks gemeten en zonodig over de bemonsteringspunten gemiddelde concentraties van het BZV, het CZV, Kjeldahl-stikstof, ammonium en totaal-fosfaat in Loenen ongeveer samenvallende verhogingen zien, die in Apeldoorn niet optreden (fig. 12 tot en met 19, 26 en 27). Daarbij zijn de concentraties in Loenen doorgaans hoger dan in Apeldoorn.

Dit beeld is vermoedelijk aan de reeks overstortingen, die zich in december en januari in Loenen voordeed, toe te schrijven. Aangezien ook in begin februari nog overstortingen optraden, kan het verschijnsel nog minstens een week langer hebben geduurd dan uit de figuren blijkt. Wellicht is het transport van ammonium en gedeeltelijk afgebroken organische bestanddelen van het slib door de kwelstroom een van de oorzaken van dit verschijnsel. In december, januari en februari zijn de natuurlijke concentraties van het BZV en het CZV waarschijnlijk de laagste van het gehele jaar, zo'n 0,5 à 1 mg/l respectievelijk 3 à 5 mg/l.



Figuur 12 t/m 19 - Maandelijks gemeten concentraties van zuurstofbindende stoffen en voedingsstoffen in de vijvers te Loenen (links) en Apeldoorn (rechts), als gemiddelden van de waarden die op verschillende lokaties in de vijvers zijn gemeten. Toelichting zie par. 4.2. De concentraties in Loenen zijn "achtergrondwaarden"

In maart, april en mei stijgt het BZV in Loenen terwijl er geen overstortingen optreden. Vergelijking met figuur 28 laat zien, dat een deel van deze stijging door de groei en sterfte van algen zou kunnen worden verklaard. Ook een deel van het BZV-maximum dat in juli en augustus in Loenen optreedt zou op die wijze kunnen zijn veroorzaakt. De bijdrage van de algen aan het BZV₅ kan echter slechts enkele tienden van mg/l bedragen. Een belangrijk deel van de tijdelijke verhoging van het BZV moet dus afkomstig zijn van de in die periode optredende overstortingen. In Apeldoorn treden in juli, augustus en september eveneens hoge BZV-gehalten op, die niet met algengroei (fig. 28) en uiteraard niet met overstortingen in verband kunnen worden gebracht. In beide vijvers is misschien sprake van resuspensie van organische slib-bestanddelen, hetgeen ook enigszins uit het verloop van het CZV in Apeldoorn naar voren komt (fig. 15). Dit proces zou in deze periode door het afsterven van waterplanten, die in Apeldoorn veelvuldiger aanwezig zijn dan in Loenen, nog kunnen worden versterkt.

De aanwezigheid van hoge gehalten aan organisch stikstof in de maanden juli tot en met oktober wijst ook in die richting (fig. 17 en 19). In Loenen is in de nazomer en het najaar sprake van een voortdurend hoog gehalte aan organische stikstof (fig. 16 en 18), dat onder andere door de overstortingen wordt veroorzaakt.

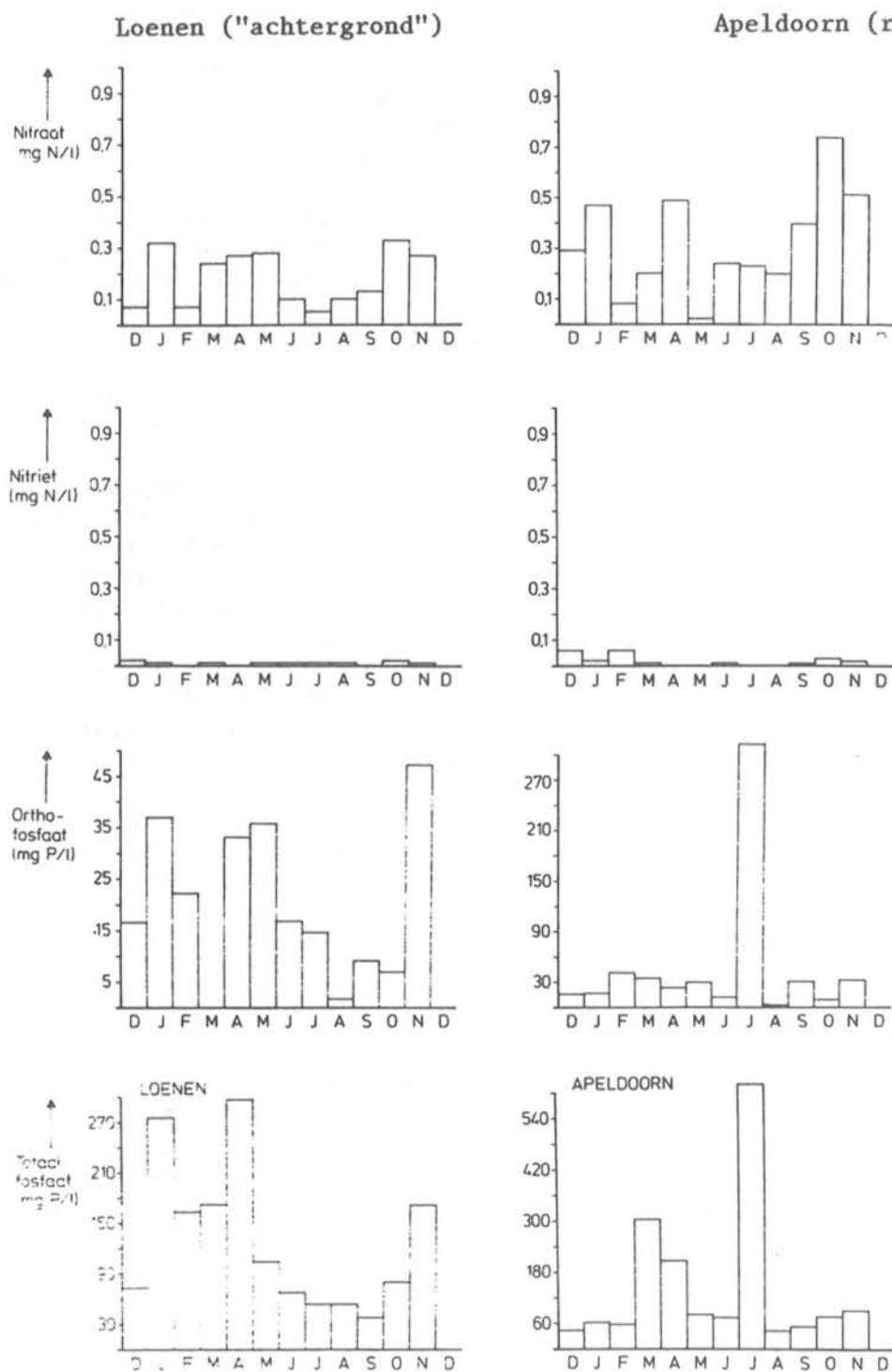
Samenvattend kan worden gesteld, dat bij afwezigheid van overstortingen de resuspensie van organisch materiaal uit de bodem en wellicht de afsterving van algen en waterplanten bijdragen aan het biochemisch zuurstofverbruik en de concentraties van organische stikstof en ammonium kunnen leveren. De natuurlijke niveaus van deze variabelen worden echter niet volledig door de besproken processen verklaard.

5.3. Nutriënten en primaire produktie

De aanwezigheid van zwevende deeltjes zoals algen en de aanwezigheid van waterplanten zorgen in beide vijvers voor een naar beneden geringer wordende lichtsterkte. De primaire produktie en de daarmee verbonden zuurstofproduktie vindt daardoor vooral in de bovenste decimeters van het water plaats (fig. 33 tot en met 36).

Uit deze figuren kan tevens worden afgelezen, dat dit verschijnsel in Apeldoorn sterker is dan in Loenen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in Apeldoorn minder licht in het water doordringt, als gevolg van de sterkere begroeiing met waterplanten en algen (flab) en de grotere troebelheid van het water, die weer door het hogere gehalte aan colloïdaal, ijzerhoudend materiaal wordt veroorzaakt. De chlorofylconcentratie is in Apeldoorn beduidend lager dan in Loenen (fig. 28); deze factor heeft dus weinig invloed op de troebelheid.

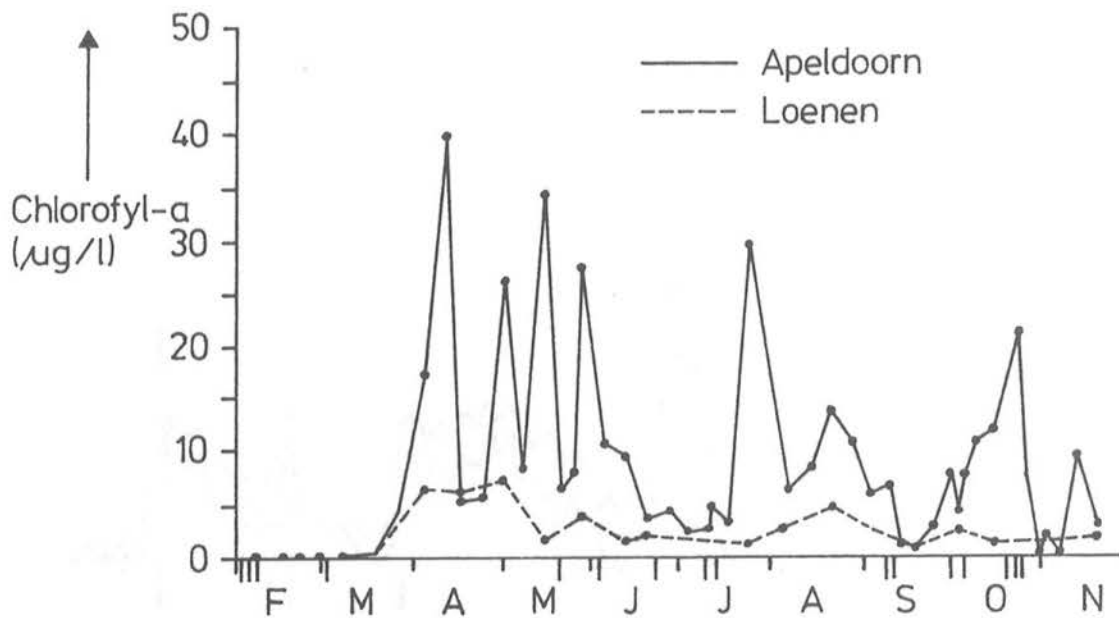
Verschillende fluctuaties van de zuurstofconcentratie in Loenen en Apeldoorn (fig. 30 t/m 36) lijken duidelijk verband te houden met variaties in de concentratie van chlorofyl-a (fig. 28). Dit wijst op primaire produktie door het fytoplankton. Opmerkelijk zijn ook de tegelijk met de algengroei optredende dalingen van het ammonium- en ortho-fosfaat-gehalte. De gelijktijdige vermindering van het Kjeldahl-stikstofgehalte en de ammoniumconcentratie duidt echter op nitrificatie.



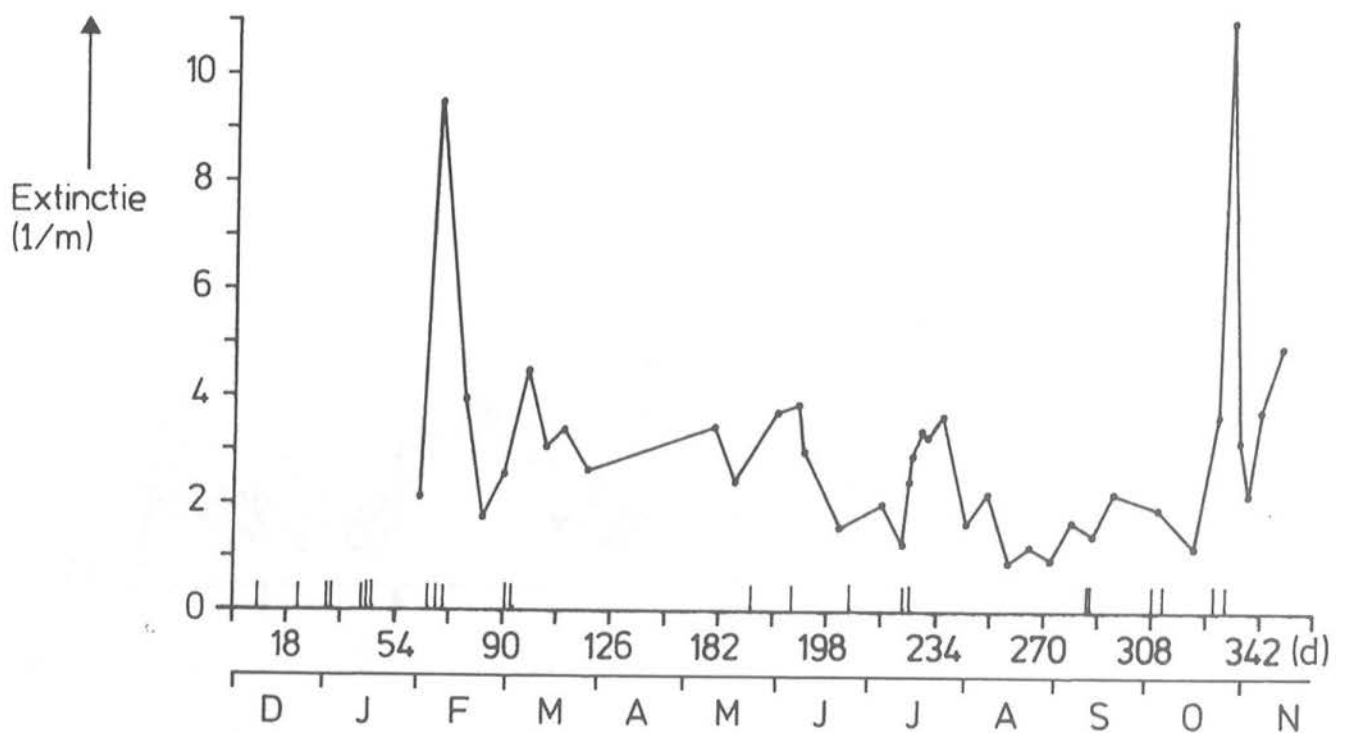
Figuur 20 t/m 27 - Maandelijks gemeten concentraties van voedingsstoffen in de vijvers te Loenen (links) en Apeldoorn (rechts), als gemiddelden van de waarden die op verschillende lokaties in de vijvers zijn gemeten. Toelichting zie par. 4.2. De concentraties in Loenen zijn "achtergrondwaarden"

Het overgestorte water verdringt het tot dan toe in de vijver aanwezige water met het daarin voorkomende fytoplankton en colloïdale materiaal uit de vijver. Door de vermindering van het gehalte aan colloïdaal materiaal wordt het water na bezinking van het zwevende materiaal uit de overstorting helderder dan het voor de overstorting was (visuele waarnemingen, bijlage 2; extinctie na overstorting 4-6, figuur 29). Als het dan tevens zonnig weer is stijgt de algengroei zeer snel, totdat het hoge algengehalte en het door de kwel opnieuw aangevoerde ijzer de troebelheid zo zeer hebben verhoogd dat de algengroei door gebrek aan licht wordt geremd. Het laatste verschijnsel deed zich in Loenen na de overstortingen op 21 mei, 10 juli, 13 juli, 9 en 10 september en 19 en 25 oktober voor, hetgeen erop wijst dat dit effect alleen na grotere overstortingen in perioden met grote algengehalten optreedt. Deze aaneenschakeling van processen verklaart een deel van het grillige verloop van de chlorofylconcentratie in Loenen in vergelijking met die in Apeldoorn. Daarnaast wordt het fytoplankton in beide vijvers door het zoöplankton geconsumeerd, wat vooral na perioden met sterke algenontwikkeling tot uiting komt. Na de overstorting van 13 juli bijvoorbeeld treedt in Loenen een sterke fytoplanktonontwikkeling op waarbij de chlorofylconcentratie, de maximale én de minimale zuurstofconcentratie en de extinctie snel toenemen. Er is sprake van lichtlimitering (fig. 29), niet van nutriëntlimitering (fig. 18, 20 en 24). De daarna volgende snelle vermindering van de algenconcentratie, de zuurstofconcentratie en de extinctie rond eind juli kan worden verklaard door een sterke groei van het grazend zoöplankton, aangezien in deze periode geen overstorting optreedt. Er kan echter ook een successie van algenpopulaties optreden. Het snel opkomen en weer instorten van "snel groeiende" algensoorten is in ieder geval een aannemelijke aanpassing aan de vaak terugkerende, mechanische verstoringen en de hoge gehalten aan voedingsstoffen [8]. Het laatste verschijnsel doet zich waarschijnlijk gedurende de maanden april en mei voor.

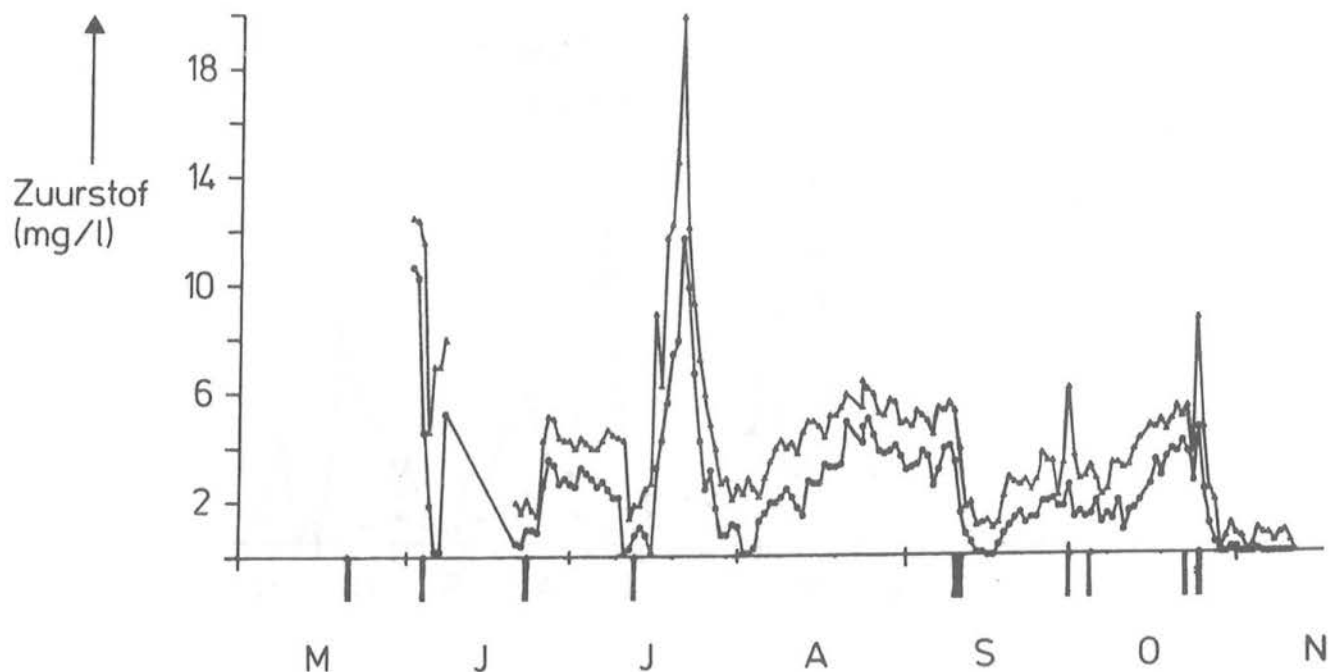
Ook in de vijver te Apeldoorn begint het groeiseizoen voor de algen en wellicht voor de waterplanten halverwege de maand maart 1984. De chlorofylconcentratie en de nutriëntenconcentraties zijn gemiddeld lager dan in de vijver in Loenen, wat erop wijst dat de vijver in Apeldoorn minder eutroof is dan die in Loenen. Afgaande op de chlorofylconcentratie en de concentratie aan totaal stikstof zou men de vijver in Apeldoorn mesotroof kunnen noemen, maar daarvoor is het gemiddelde gehalte aan totaal fosfaat te hoog [13]. In feite veroorzaakt het hoge gehalte aan colloïdaal ijzer een hoge troebelheid en daarmee lichtlimitering van de fytoplankton-groei. Door de combinatie van lichtlimitering en de beperkte verblijftijd van de vijver wordt nutriëntlimitering zelden bereikt (in augustus, zie figuur 25). De classificaties in [13] houden daarmee geen rekening.



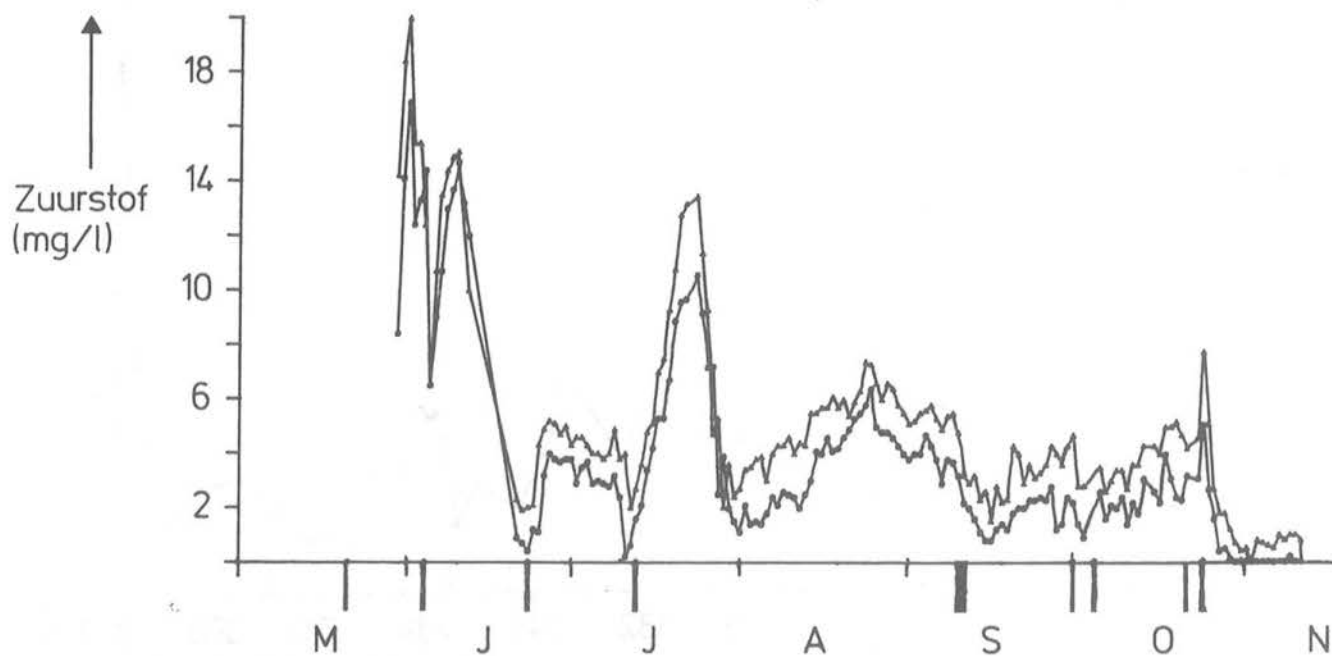
Figuur 28 - Chlorofyl-a-concentraties in de vijvers in Loenen en Apeldoorn, respectievelijk op de lokaties L2 (---) en A2 (---), nabij het wateroppervlak



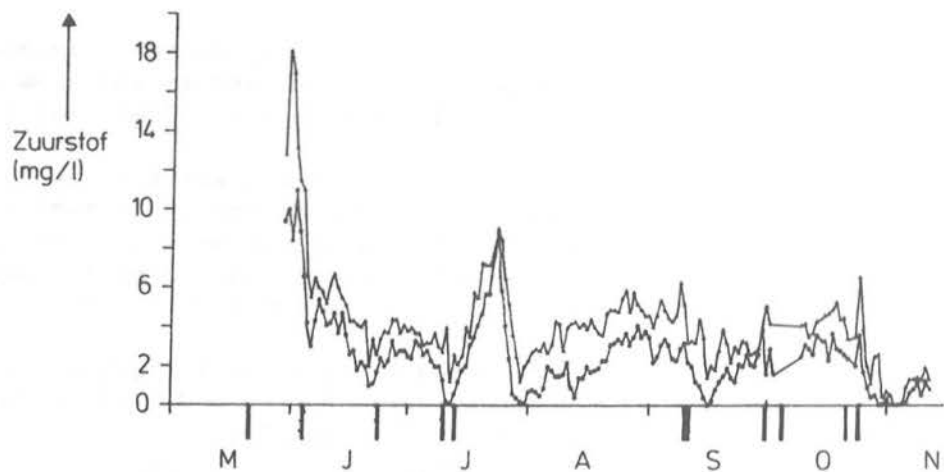
Figuur 29 - Extinctiecoëfficiënt in de vijver in Loenen op lokatie L2, nabij het wateroppervlak



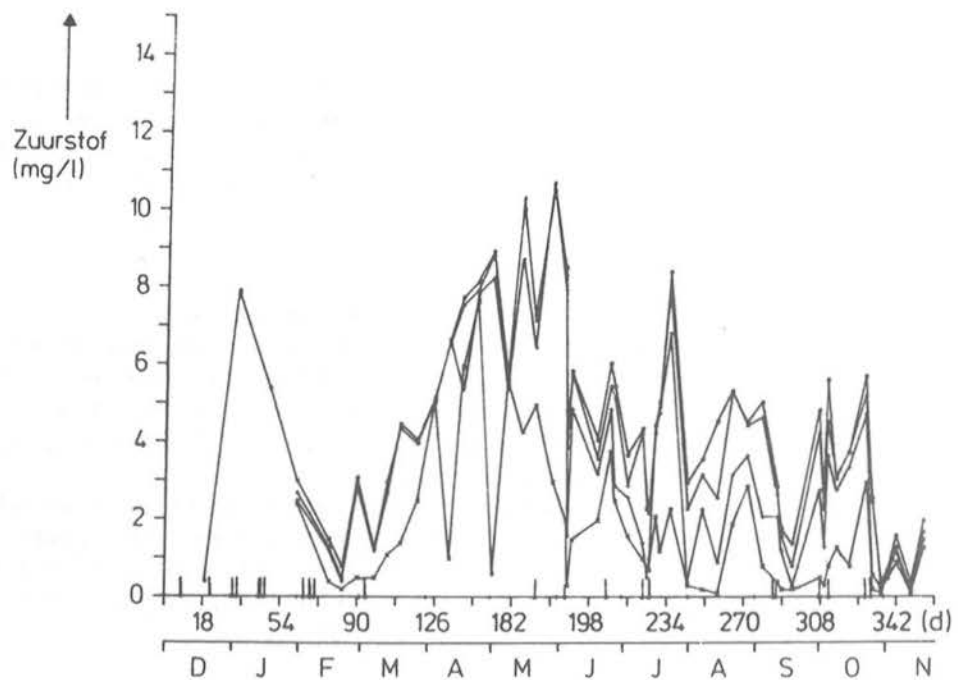
Figuur 30 - Minimale en maximale zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen op lokatie P1, nabij het wateroppervlak, dagelijks om 12.00 uur



Figuur 31 - Minimale en maximale zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen, op lokatie P2, nabij het wateroppervlak, dagelijks om 12.00 uur



Figuur 32 - Minimale en maximale zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen op lokatie L4 (uitlaat), dagelijks om 12.00 uur



Figuur 33 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen, op lokatie L1 op verschillende diepten:
 o = - 0,00 m, Δ = -0,25 m, + = - 0,50 m, x = - 0,75 m

Een en ander leidt tot de volgende verwachtingen met betrekking tot de natuurlijke kwaliteit in de vijver in Loenen.

- Als gevolg van de afwezigheid van overstortingen en de daarmee gepaard gaande verversing van de vijver, zal het door de kwel aangevoerde ijzer in de colloïdale vorm blijvend aanwezig zijn.
- De troebelheid zal daardoor groter zijn en een meer gelijkmatig verloop in de tijd vertonen dan in de door overstortingen beïnvloede situatie.
- Bij de omzetting van de resten van waterplanten en andere organismen in het sediment zullen onder andere ammonium en ortho-fosfaat vrijkomen, die door de kwel voor een deel naar de water-massa worden vervoerd.

Door het optreden van nitrificatie in het water en in de bodem en de toevoer van nitraat uit de ondergrond in de kwel kan de nitraatconcentratie in de natuurlijke situatie aanzienlijk blijven. Nutriëntlimitering kan dus alleen door lage ortho-fosfaatconcentraties worden veroorzaakt; dit gebeurt een enkele maal per jaar.

- Als de hiervoor genoemde verwachtingen juist zijn, zal lichtlimitering van de algengroei vaker optreden dan in de door overstortingen beïnvloede situatie het geval is.
- De ontwikkeling van het fytoplankton zal geringer zijn dan die welke nu (ondanks de verversing tijdens overstortingen) in Loenen optreedt.

Omdat de vijver in Loenen niet door een beek wordt gevoed, kan de vijver in de achtergrondsituatie misschien zelfs minder eutroof worden dan die in Apeldoorn.

5.4. Zuurstofhuishouding

De zuurstofconcentratie in Loenen vertoont in januari een piek die het voorkomen van hogere BZV-gehalten lijkt tegen te spreken. Dit verschijnsel wordt door het hogere zuurstofgehalte van het overstortwater en de beluchting tijdens overstortingen veroorzaakt. De hoge zuurstofconcentratie is namelijk tijdens een overstorting gemeten.

Tussen 3 maart en 21 mei treedt geen overstorting op.

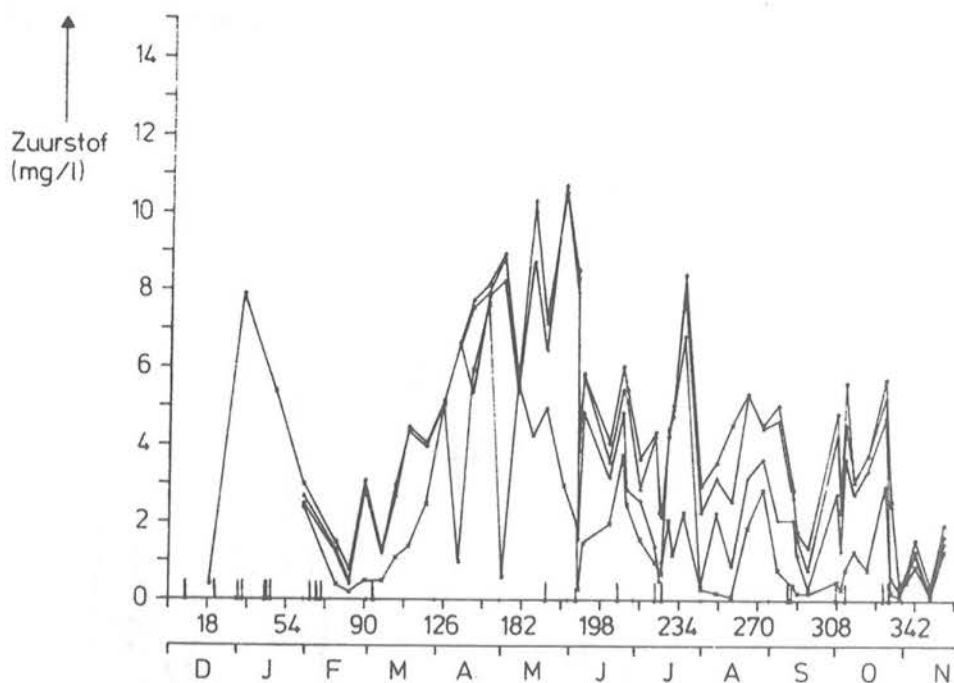
Het zuurstofgehalte van de vijver in Loenen krijgt dus de kans zich te herstellen. Bovendien komt de primaire produktie vanaf half maart op gang, hetgeen zich aanvankelijk vooral in de ontwikkeling van flab en zwevende algen openbaart (zie bijlage 3 en chlorofyl-a-concentratie, fig. 28).

De om 12.00 uur gemeten zuurstofconcentratie stijgt als gevolg van de primaire produktie vanaf het eerder genoemde minimum tegen eind februari tot boven de verzadigingsconcentratie rond eind mei. De dagelijkse maxima van de zuurstofconcentratie zijn gedurende deze periode duidelijk hoger (fig. 30, 31 en 32).

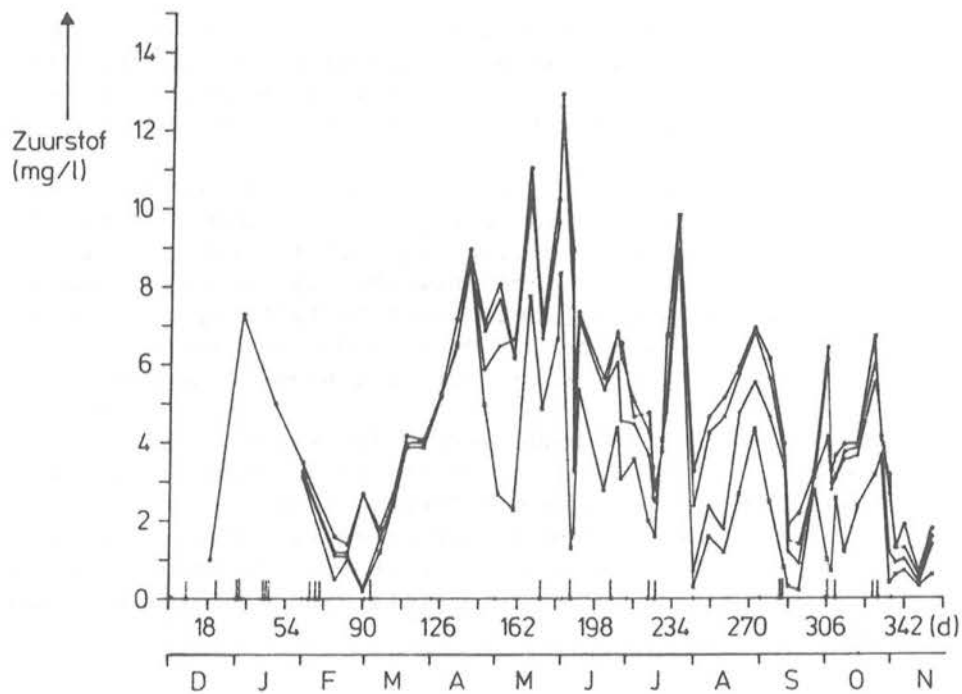
Door het verhoogde zuurstofverbruik in het water na een overstorting, het zuurstofverbruik van het sediment en het geringe zuurstofgehalte van het kwelwater blijft de gemiddelde zuurstofconcentratie echter beperkt (fig. 33 tot en met 36).

Gedurende de tweede helft van de maand mei en de gehele maand juni is het zuurstofgehalte in de vijver te Loenen aanzienlijk lager dan voor die tijd; bovendien zijn het BZV en het CZV gestegen. In Apeldoorn doet deze ontwikkeling zich niet voor; daar treedt een stijging van het zuurstofgehalte op. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk het verdwijnen van het merendeel van het fytoplankton tijdens enkele overstortingen te Loenen.

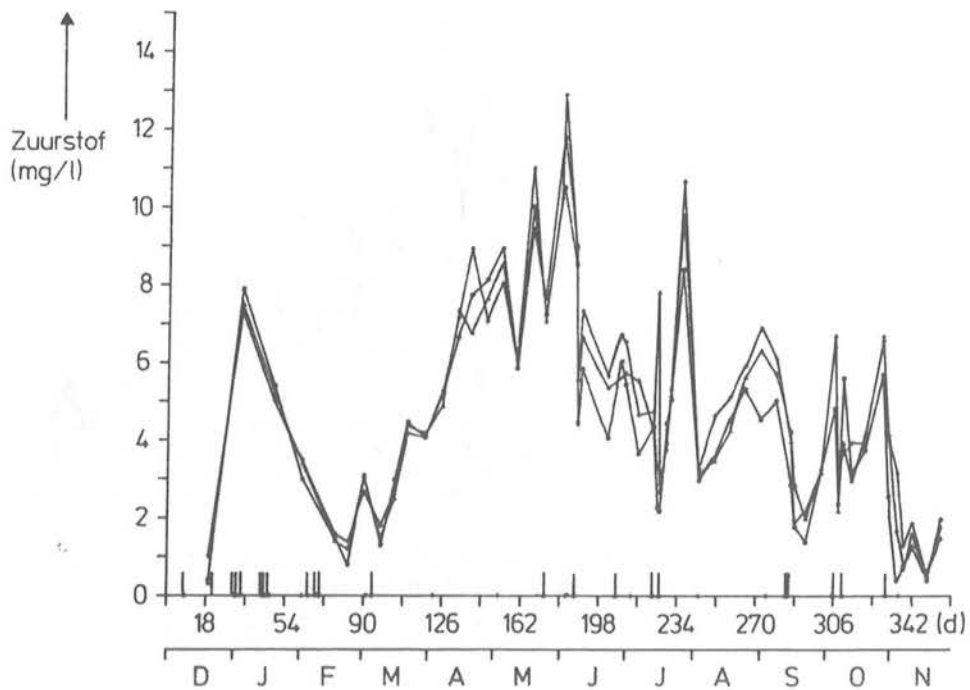
De vanaf april sterker wordende verticale verschillen in de zuurstofconcentratie zoals deze voor Loenen in figuren 33, 34 en 35 kunnen worden afgelezen, zijn gevolgen van, onder andere, de troebelheid in combinatie met de algen- en plantengroei in de bovenste waterlagen. Een tweede oorzaak is een enigszins verhoogd zuurstofverbruik van de bodem als gevolg van de enigszins gestegen temperatuur.



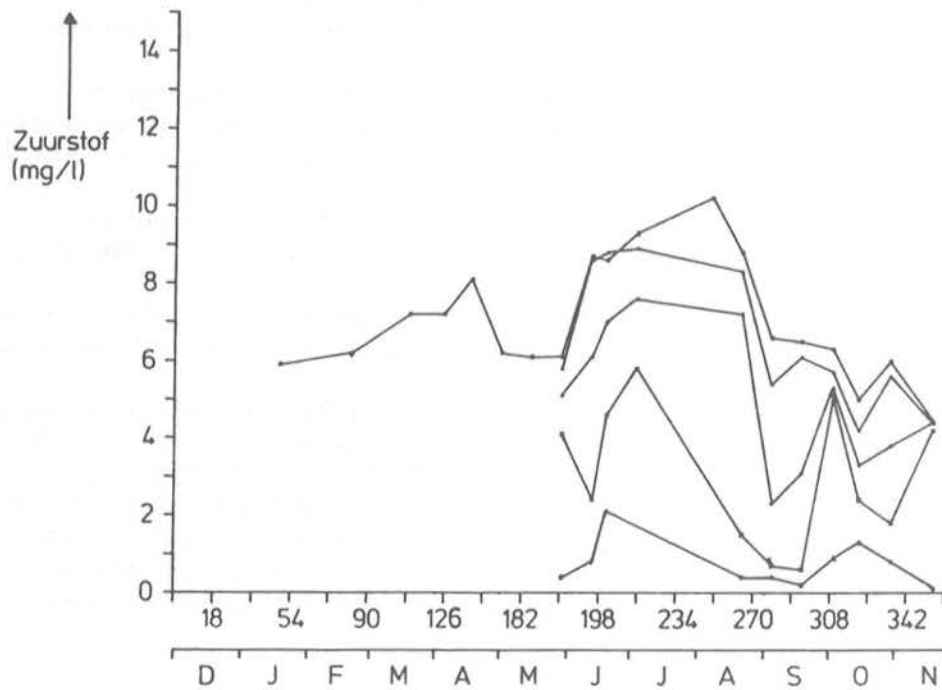
Figuur 34 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen, op lokatie L2, op verschillende diepten:
 o = - 0,00 m, Δ = - 0,25 m, + = - 0,50 m, x = - 0,75 m



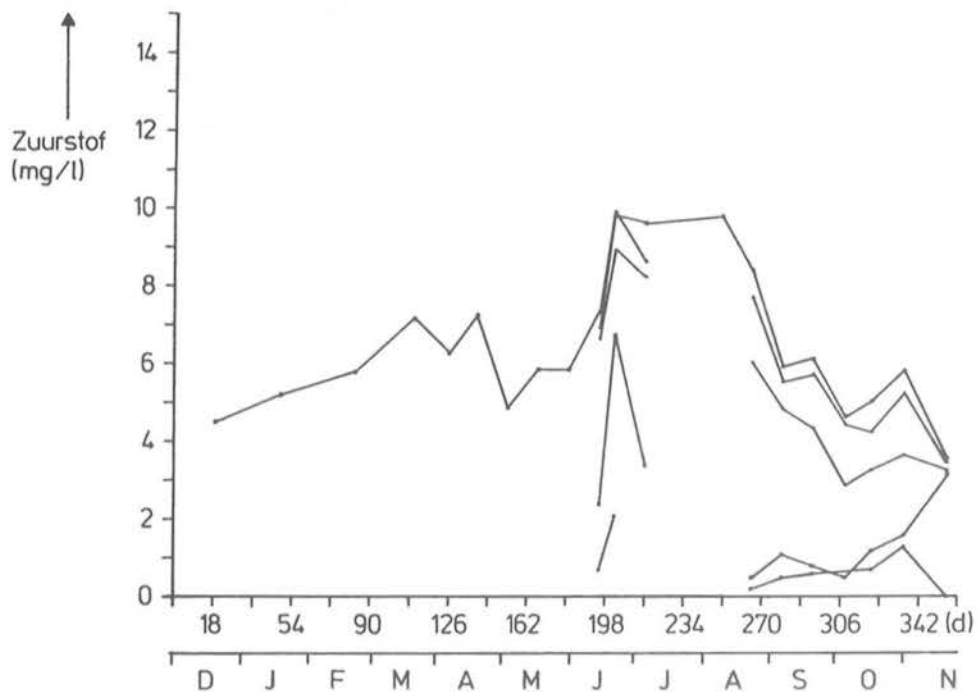
Figuur 35 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen, op lokatie L3, op verschillende diepten:
 $o = - 0,00 \text{ m}$, $\Delta = - 0,25 \text{ m}$, $+ = - 0,50 \text{ m}$, $x = - 0,75 \text{ m}$



Figuur 36 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Loenen op verschillende lokaties, nabij het wateroppervlak:
 $o = L1$, $\Delta = L2$, $+ = L3$



Figuur 37 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Apeldoorn, op lokatie A1, op verschillende diepten:
 o = - 0,00 m, Δ = - 0,25 m, + = - 0,70 m, x = - 0,75 m
 $\diamond$ = - 1,00 m



Figuur 38 - Zuurstofconcentratie in de vijver in Apeldoorn, op lokatie A2, op verschillende diepten:
 o = - 0,00 m, Δ = - 0,25 m, + = - 0,50 m, x = - 0,75 m
 $\diamond$ = - 1,00 m

De verticale verschillen in de zuurstofconcentratie worden mede door de zuurstofarme kwel veroorzaakt. Deze treedt gedurende het gehele jaar op.

Tenslotte veroorzaakt de koude kwel een versterking van de verticale temperatuurgradiënt, waardoor de verticale uitwisseling van algen en met name zuurstof wordt beperkt. Dit effect versterkt op zijn beurt de verticale zuurstofgradiënt.

De verticale zuurstofgradiënt hangt dus duidelijk samen met

- de primaire produktie, die door het ijzergehalte van de kwel wordt beïnvloed,
- de verticale temperatuurgradiënt, gekoppeld aan de lage temperatuur van de kwel en de wisselende temperatuur van de lucht
- het lage zuurstofgehalte van de kwel.

De seizoensfluctuatie in de primaire produktie en de lucht-temperatuur worden derhalve in de seizoensfluctuatie van de verticale zuurstofgradiënt weerspiegeld. In september en oktober neemt deze duidelijk af. Daarna wordt het zuurstofgehalte door het optreden van een grote overstorting overal in de overstortvijver drastisch verlaagd. In de referentievijver dalen de primaire produktie en daardoor de zuurstofconcentratie in het najaar geleidelijker dan in de overstortvijver.

De zuurstofhuishouding wordt in de natuurlijke situatie dus het meest beïnvloed door

- de zuurstofarme, koude en ijzerrijke kwel
- de primaire produktie
- de afsterving van waterplanten en algen
- het zuurstofverbruik van de bodem
- en de door voornoemde processen veroorzaakte chemische en thermische stratificatie

De zuurstofconcentraties zullen aan het oppervlak in de zomer rond de verzadigingswaarde schommelen en in de koudere jaargetijden ruwweg half zo groot zijn. Er zal een naar grotere diepte kleiner wordende zuurstofconcentratie aanwezig zijn, ook als de bovenlaag kouder dan de onderlaag is (dus kouder dan 4°C is).

6. CONCLUSIES

De natuurlijke kwaliteit in de vijver in Loenen kan door de volgende conclusies worden gekarakteriseerd.

- Als de temperatuur van de lucht meestentijds hoger dan de temperatuur van het kwelwater (10 tot 12°C) en tevens als de temperatuur van de lucht meestentijds lager is dan 4°C is, heerst een stabiele dichtheidsstroming in de vijver. Een zekere vorm van stratificatie met een duidelijk, vertikaal temperatuursverloop treedt op. In de andere gevallen is de stroming instabiel of nog juist stabiel en varieert de temperatuur in verticale richting weinig. De temperatuur ligt in dit geval tussen die van de lucht en die van de kwel in. Deze situaties doen zich ook in de referentievijver en in de overstortvijver voor; in de laatste vijver alleen nadat de verstoring van de stroming door een overstorting is verdwenen.
- Het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) zal kleiner zijn dan in de beïnvloede situatie, naar verwachting ongeveer even groot als in Apeldoorn (0,5 tot 4 mg/l, gemiddeld ca. 1 mg/l). Het BZV in de beïnvloede situatie is 1 tot 5 mg/l, gemiddeld ca. 1,5 mg/l.
- Het chemisch zuurstofverbruik (CZV) zal kleiner zijn dan in de beïnvloede situatie, naar verwachting ongeveer even groot als in Apeldoorn (3 tot 9 mg/l, gemiddeld ca. 5 mg/l). Het CZV in de beïnvloede situatie is 4 tot 30 mg/l, gemiddeld ca. 9 mg/l.
- De belangrijkste oorzaken van het (bio)chemisch zuurstofverbruik zijn de resuspensie van bodemmateriaal en de afsterfing van het plankton, dus uiteindelijk de primaire produktie. De laatste is naar verwachting kleiner dan in de beïnvloede situatie, hoewel een vergelijking met de vijver in Apeldoorn laat zien dat dit wat de waterplanten betreft niet het geval behoeft te zijn. Er komen meer efficiënte soorten voor, vooral met betrekking tot stikstof.
- De natuurlijke situatie in Loenen is minder eutroof dan de daar waargenomen situatie. Weliswaar voert de kwel stikstof-nutriënten en ook wat ortho-fosfaat aan, maar door de afwezigheid van overstortingen zullen vooral minder stikstof-nutriënten voorkomen.
- Ten gevolge van de doorstroming van vijver bereikt het fytoplankton niet steeds een door licht- of nutriëntentekort bepaalde maximum chlorofylconcentratie. In plaats daarvan is de verblijftijd, met name die in de stromingszone, vaak limiterend. Dit geldt ook voor de beïnvloede situatie en de referentie.
De oorzaak daarvan is de kwel (hoge extinctie, eindige verblijftijd).

- Als gevolg van de afwezigheid van overstortingen en de daarmee gepaard gaande verversing van de vijver, zal het door de kwel aangevoerde ijzer in de colloïdale vorm blijvend aanwezig zijn.
- De troebelheid zal daardoor groter zijn en een meer gelijkmatig verloop in de tijd vertonen dan in de door overstortingen beïnvloede situatie.
- Bij de omzetting van de resten van waterplanten en andere organismen in het sediment zullen onder andere ammonium en ortho-fosfaat vrijkomen, die door de kwel voor een deel naar de water-massa worden vervoerd.
Door het optreden van nitrificatie in het water en in de bodem en de toevoer van nitraat uit de ondergrond in de kwel kan de nitraatconcentratie in de natuurlijke situatie aanzienlijk blijven. Nutriëntlimitering kan dus alleen door lage ortho-fosfaatconcentraties worden veroorzaakt; dit gebeurt een enkele maal per jaar.
- Als de hiervoor genoemde verwachtingen juist zijn, zal licht-limitering van de algengroei vaker optreden dan in de door overstortingen beïnvloede situatie het geval is.
- De ontwikkeling van het fytoplankton zal geringer zijn dan die welke nu (ondanks de verversing tijdens overstortingen) in Loenen optreedt.
Omdat de vijver in Loenen niet door een beek wordt gevoed, kan de vijver in de achtergrondsituatie misschien zelfs minder eutroof worden dan die in Apeldoorn.
- Het verloop van de chlorofylconcentratie zal in de natuurlijke situatie veel minder snel en minder sterk variëren dan in de door overstortingen verstoorde situatie.
- De combinatie van primaire produktie en reaeratie in de bovenste waterlagen enerzijds en afbraak in het water en in de bodem anderzijds veroorzaakt een verticale gradiënt in de zuurstofconcentratie. Deze wordt door het optreden van zuurstofarme, ijzerrijke kwel versterkt.
- De zuurstofhuishouding wordt in de natuurlijke situatie het meest beïnvloed door
 - . de zuurstofarme, koude en ijzerrijke kwel
 - . de primaire produktie
 - . de afsterving van waterplanten en algen
 - . het zuurstofverbruik van de bodem
 - . en de door voornoemde processen veroorzaakte chemische en thermische stratificatie
 De zuurstofconcentraties zullen aan het oppervlak in de zomer rond de verzadigingswaarde schommelen en in de koudere jaargetijden ruwweg half zo groot zijn. Er zal een naar grotere diepte kleiner wordende zuurstofconcentratie aanwezig zijn, ook als de bovenlaag kouder dan de onderlaag is (dus kouder dan 4°C is).

Referenties

1. Onderzoekplan, Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit, Leidschendam 1983.
2. Globaal onderzoek naar de effecten van vuilemissies van rioolstelsels op de waterkwaliteit (thema 9), Projectbeschrijving, Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit, Leidschendam, 1983.
3. Gedetailleerd onderzoek naar effecten van vuilemissies van rioolstelsels op de waterkwaliteit (thema 10), Projectbeschrijving, Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit, Leidschendam, 1983.
4. Effecten van directe vuilemissies uit gemengde rioolstelsels op de kwaliteit van oppervlaktewater, Projectvoorstel voor een praktijkonderzoek te Loenen, uitgebracht aan de Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater door de Landbouwhogeschool, Wageningen en DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Amersfoort, 1983.
5. Smit, H., en Kappe, B., Effecten van overstortingen op de waterkwaliteit in een bergingsvijver, Landbouwhogeschool, Vakgroep Waterzuivering, Wageningen, 1984, Doktoraal verslagen serie, nr. 84-07 (2 delen: Tekst en Bijlagen).
6. Effecten van directe vuilemissies uit het gemengde rioolstelsel van Loenen op de waterkwaliteit van de ontvangende bergingsvijver, Deelrapport 2, Deelonderzoek II, Dynamica van zwevende stof, zuurstofverbruik en opgeloste zuurstof na een overstorting, Deelonderzoek III, Massabalansen voor water, zwevende stof, nutriënten en zuurstofverbruik, Landbouwhogeschool, Vakgroep Waterzuivering, Wageningen, 1986.
7. Effecten van directe vuilemissies uit het gemengde rioolstelsel van Loenen op de waterkwaliteit van de ontvangende bergingsvijver, Deelrapport 3, Deelonderzoek IV, Bacteriologische en virologische kwaliteit, Deelonderzoek V, Sediment, Landbouwhogeschool, Vakgroep Waterzuivering, Wageningen, 1986.
8. Effecten van directe vuilemissies uit het gemengde rioolstelsel van Loenen op de waterkwaliteit van de ontvangende bergingsvijver, Deelrapport 4, Deelonderzoek VI, Hydrobiologische effecten, Landbouwhogeschool, Vakgroep Waterzuivering, Wageningen, 1986.
9. Effecten van directe vuilemissies uit het gemengde rioolstelsel van Loenen op de waterkwaliteit van de ontvangende bergingsvijver, Eindrapport, DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Amersfoort, 1986

10. Vierde rapport inzake de metingen aan de vuilemissie van rioolstelsels, Rapport uitgebracht door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Amersfoort aan de Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater, 's-Gravenhage 1985.
11. Landelijk onderzoek naar de typologie van niet door afvalwaterlozingen beïnvloede binnenwateren, Rapport opgesteld door het Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen ten behoeve van de Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater, Rijswijk (Z.H.), 1985, project 38J.
12. Hovenkamp-Obbema, I.R.M., Klapwijk, S.P., en Landman, J.E.F., "Biologische beoordeling van de waterkwaliteit in Noord- en Zuid-Holland", H₂O, 15 (1982), 406-412.
13. Eutrofication of Waters, Monitoring, assessment and control, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1982.

JJvD/C-437/85

Bijlage 1

Beschrijving van de onderzoekslokaties

1. Overstortvijver Loenen

De overstortvijver is oostelijk van het dorp Loenen (Gld) gesitueerd (figuur 1).

De vijver is tegen het einde van de jaren zestig als een recht-hoekige waterpartij met een vlakke bodem gegraven.

De lengte bedraagt 120 meter en de breedte 35 meter, inclusief vegetatiekraag. De overstort bevindt zich in de meest westelijke hoek van de vijver. De afvoer naar een beek heeft in de noordelijke hoek plaats. Zie figuur 2. De diepte varieert bij normale waterstand van ongeveer 0,4 meter bij de overstort tot circa 1,1 meter aan het andere uiteinde van de vijver (figuur 3).

Rond de vijver bevindt zich een windsingel die de vijver aan het zicht onttrekt. De begroeiing van de oeverzone in de vijver varieert langs de oever en in de loop van de tijd van samenstelling en van breedte (0 tot 2 meter). De oever is op de waterlijn met een azobéconstructie versterkt.

De vijver ligt in het kwelgebied van de oostelijke Veluwezoom (zandgrond); de vijver wordt dus met grondwater gevoed. De kwelstroom bedraagt 3 tot 20 cm/d. Het gemiddelde van de in 1983 en 1984 waargenomen kwelsterkten is 9,3 cm/d. De kwel is sterk afhankelijk van de plaats en enigzins afhankelijk van de tijd [5, 6].

2. Karakteristieken van het rioolstelsel

Het rioolstelsel van de dorpskern Loenen is een gemengd stelsel. De overstort bevindt zich in het hoofdriool, dat het water afvoert naar de rioolwaterzuiveringsinrichting.

De berging in het stelsel is ongeveer 5,3 mm en de gemiddelde pompoevercapaciteit is 0,875 mm/uur. Er is ongeveer 15,8 ha verhard oppervlak aangesloten op het stelsel [9].

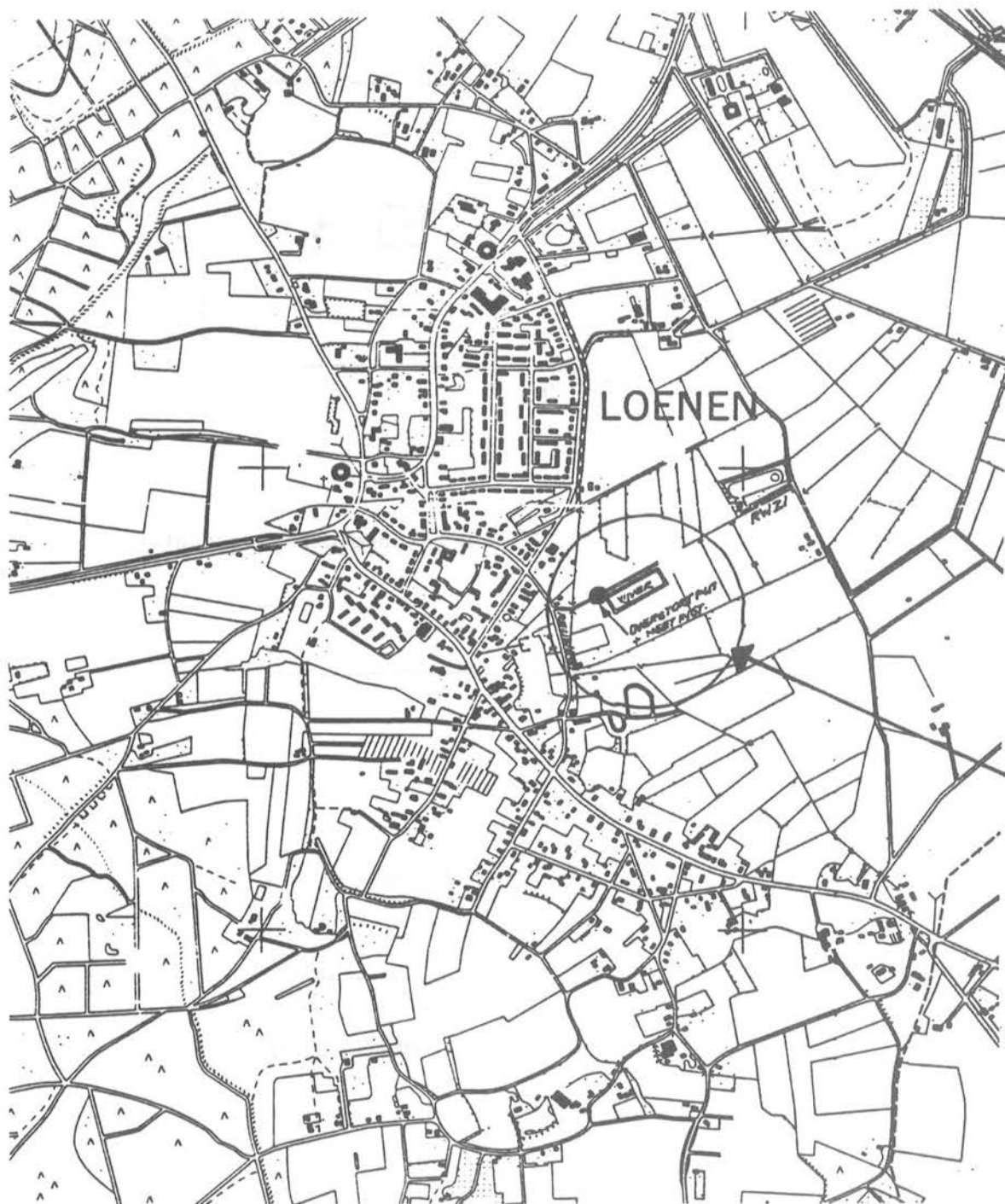
De waargenomen overstortfrequentie (1981 t/m 1984) is gemiddeld 15/jaar.

3. Referentievijver Apeldoorn

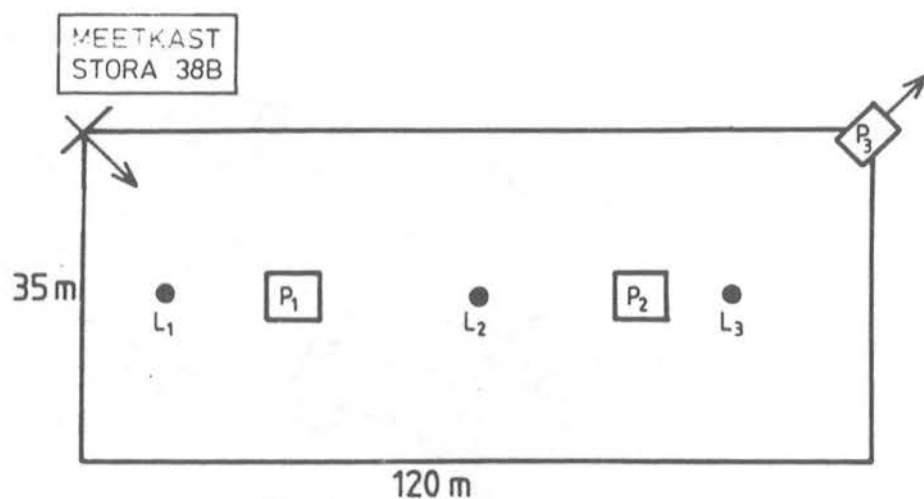
De referentievijver ligt aan de Europalaan te Apeldoorn (figuur 4). De vijver is een onderdeel van het stelsel van sloten en singels dat voor de ontwatering van het bebouwde gebied dient. De vijver is derhalve doorstroomd (figuur 5). De vijver dient tevens ter verfraaiing van de wijk en doet dienst als viswater voor hengelaars.

De zuidelijke en de westelijke oever van de vijver zijn met bomen beplant; aan de overzijde bevinden zich struikgewas, gazons en flatgebouwen. De oever van de vijver is beschoeid.

Op 20 december 1983 was de aanvoer door de beek $29 \text{ m}^3/\text{h}$ en de afvoer $48 \text{ m}^3/\text{h}$, hetgeen op een kwelstroom van $19 \text{ m}^3/\text{h}$, dus een kwelsterkte van 2 tot 3 cm/d als gemiddelde voor de vijver neerkomt. 's Zomers zal de kwel geringer zijn. Op 17 april 1984 is met behulp van een kwelmeter op lokatie A4 een kwelsterkte van ca. 7 cm/d waargenomen. Daaruit volgt dat de kwelsterkte ook in Apeldoorn afhankelijk van de plaats is.



Figuur 1 - Plattegrond Loenen en omgeving met overstortvijver



Figuur 2 - Plattegrond vijver Loenen met bemonsteringspunten

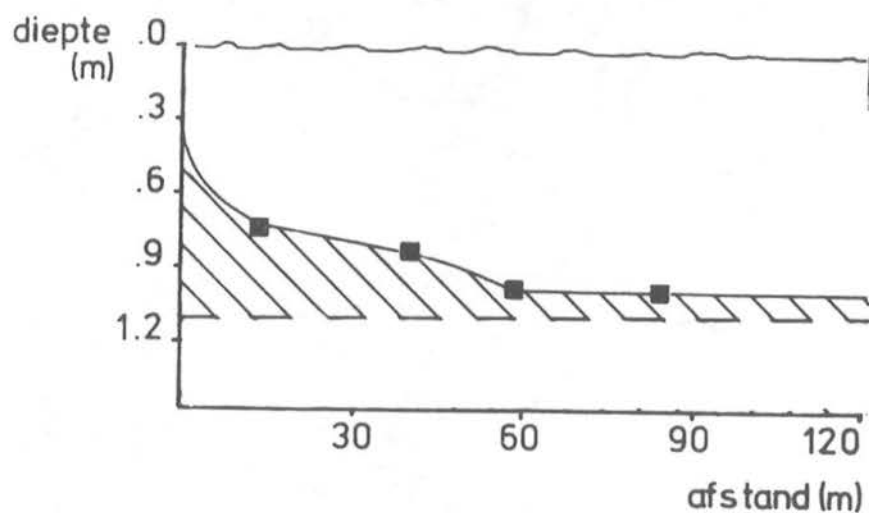
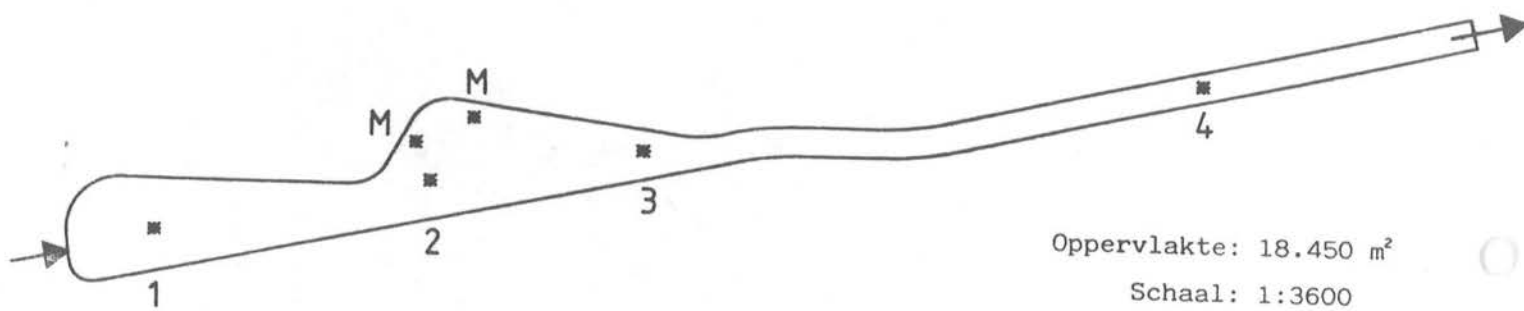


fig.3.a.Profielschets van de vijver.
- lengtedoorsnede -

Figuur 3 - Lengteprofiel vijver Loenen



Figuur 4 - Plattegrond Apeldoorn met referentievijver



Figuur 5 - Plattegrond vijver Apeldoorn met bemonsteringspunten

Bijlage 2

Kleur, geur, troebelheid en uiterlijk van het water in Loenen (direct zintuiglijke waarnemingen)

datum overst.	datum waarneming	kleur	geur	troebel- heid	opmerking
16-1	20-12-'83	lichtbruin	-	+	
	18-01-'84	lichtbruin	-	+	
	31-01-'84	-	-	o	
03-2	06-02-'84	-	-	++	tijdens overstorting
08-2	15-02-'84	geelbruin	-	+	
	21-02-'84	lichtbruin	-	+	gedeeltelijk bedekt ijs
	28-02-'84	geelbruin	-	+	
03-3	07-03-'84	geelbruin	-	+	
	19-03-'84	geelbruin	-	+	
	27-03-'84	geelbruin	-	+	
	04-04-'84	geelbruin	-	+	
	11-04-'84	geelbruin	-	+	
	17-04-'84	geelbruin	-	+	flab; oeeverzone groenig
	24-04-'84	geelbruin	-	+	flab
	01-05-'84	geelbruin	-	+	flab
	08-05-'84	geelbruin	-	+	veel flab
	15-05-'84	geelbruin	-	+	veel flab
21-5	21-05-'84	zwart	stank riool	++	
	28-05-'84	groen	-	-	
	29-05-'84	groen	-	--	
	30-05-'84	groen	-	-	
04-6	04-06-'84	grijsgroen	stank riool	++	
	05-06-'84	grijsgroen	-	++	
	07-06-'84	geelbruin	-	+	
	19-06-'84	groen	-	--	flab, olieachtig laagje oppervlak: bacteriën
23-6	25-06-'84	groen	-	--	
	27-06-'84	groen	-	--	
	03-07-'84	groen	-	-	
10-7	10-07-'84	-	-	--	flab
13-7	12-07-'84	groengrijs	stank riool	++	vettig laagje palen+planten
	13-07-'84	groengrijs	-	+	
	16-07-'84	bruin	-	++	
	18-07-'84	bruin	-	+	flab; zeer veel watervlooiën
	23-07-'84	groen	-	+	"sluiers"
	31-07-'84	-	-	-	
	07-08-'84	grijsgroen	-	+	veel flab
	14-08-'84	-	-	+	flab
	21-08-'84	groenig	-	+	flab
	04-09-'84	blauwig	-	+	

Kleur, geur, troebelheid en uiterlijk van het water in Loenen (direct zintuiglijke waarnemingen)

datum overst.	datum waarneming	kleur	geur	troebel- heid	opmerking
09-9	09-09-'84	grijs		+	niveau kunstmatig opgezet
10-9	13-09-'84	groenbruin	stank	+	tussen vegetatie zwartgrijs
	18-09-'84	zwartbruin	stank	++	olieachtig laagje, bellen
	25-09-'84	geelbruin	-	+	
01-10	01-10-'84	zwartbruin	-	++	olie-achtig grijs
	03-10-'84	bruin		+	
05-10	15-10-'84	grijs		+	slechte menging, onderlaag bruin
	09-10-'84	bruin		+	
	15-10-'84	bruin		+	veel blad-banen oevers
19-10	23-10-'84			+	
25-10	30-10-'84	bruin		+	sliblaag op planten
	02-11-'84	bruin		+	olieachtige laag hele vijver
	06-11-'84	bruin		+	
	13-11-'84	bruin		+	vieze olieachtige laag, bellen
	19-11-'84	roodbruin		+	
23-11	29-11-'84	bruin		+	

Verklaring

kleur	- = geen waarneming
geur	- = niet van toepassing
troebelheid	-- zeer helder (zicht diepte 1 m)
	- helder (zicht diepte 0,5-1 m)
	0
	+ matig troebel
	++ zeer troebel

Opmerkingen

Winter en voorjaar kleur geelbruin en matig troebel.
Na overstorting verhoogde troebelheid.

Stank is waargenomen na de overstortingen van 21-5, 4-6 en 10-7.

Na overstortingen van 21-5 en 4-6 wordt water aanmerkelijk minder troebel
- > kleur groen algenbloei.

Kort na overstorting water zwartgrijs en troebel.

In voorjaar en zomer vaak flab, drijflaag algen oscillatoria, groen/rood.

In najaar olieachtige laag, laag O₂, bellen, ziet er erg vies uit. Dit
wijst op een bacterie.

JJvD/C-437/85b1

Bijlage 3

Gegevens vuiluitworp Loenen

nr ov	datum	afzetting		afzetting		duur bui	neerslag totaal	max neerslag 15 min	max neerslag 30 min	afvloei- ingscoef.	max nsl 15 min	max nsl 30 min	overst hoev.	overst duur	GEM. CONCENTRATIE						VUILVRACHT						
		periode	periode	periode	periode										CZV	BZV	N-kj	P-tot	chloride	droog- rest	CZV	BZV	N-kj	P-tot	chloride	droog- rest	
		bui	bui	overst	overst										mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
		uren	dagen	uren	dagen										g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
1	810628	7	0	NA	NA	1365	368	14	19	0.96	13	18	1744	529	NA	42.4	NA	NA	NA	NA	NA	73.9	NA	NA	NA	NA	NA
2	810710	9	0	267	11	218	132	20	38	0.79	16	30	295	117	NA	73.9	NA	NA	NA	NA	NA	21.8	NA	NA	NA	NA	NA
3	810820	631	26	962	40	1092	183	20	35	0.72	14	25	31	33	200.0	83.9	16.5	2.2	24.0	90.3	6.2	2.6	0.5	0.1	0.7	2.8	
4	810918	70	3	692	29	355	138	54	68	0.91	49	62	405	72	304.2	62.7	10.7	3.1	16.5	415.6	123.2	25.4	4.3	1.2	6.7	168.3	
5	811004	18	1	365	15	741	207	41	75	1.05	43	79	952	76	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
6	811130	22	1	1361	57	835	146	9	16	1.37	12	22	1042	177	158.9	16.1	6.2	1.7	20.6	146.2	165.6	16.8	6.4	1.7	21.5	152.3	
7	811204	76	3	76	3	705	175	12	22	1.27	15	28	1193	235	165.0	28.0	7.6	2.0	27.6	148.0	196.8	33.4	9.0	2.4	32.9	176.6	
8	820105	54	2	766	32	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	536	140	274.3	32.1	10.9	2.8	22.5	278.4	147.0	17.2	5.8	1.5	12.0	149.2	
9	820303	31	1	1356	57	1052	189	14	20	1.2	17	24	869	197	152.0	31.1	9.8	2.9	19.6	91.1	132.1	27.0	8.5	2.5	17.0	79.2	
10	820613	47	2	2439	102	852	168	44	70	0.79	35	55	142	57	189.4	35.2	9.5	1.8	22.4	243.0	26.9	5.0	1.4	0.3	3.2	34.5	
11	820619	10	0	123	5	750	193	38	50	0.96	36	48	394	69	202.8	38.3	9.5	2.4	15.8	223.9	79.9	15.1	3.7	0.9	6.2	88.2	
12	820818	30	1	1445	60	246	104	32	40	0.79	25	32	69	33	63.8	11.6	5.8	1.1	NA	NA	4.4	0.8	0.4	0.1	NA	NA	
13	821007	12	0	1180	49	424	156	18	22	1	18	22	619	174	110.8	27.0	8.0	1.4	16.2	49.3	68.6	16.7	5.0	0.9	10.0	30.5	
14	821010	64	3	64	3	351	96	15	23	0.91	14	21	3	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
15	821211	12	0	1486	62	505	112	19	34	1.1	21	37	328	69	162.5	36.6	10.1	2.2	18.1	156.1	53.3	12.0	3.3	0.7	5.9	51.2	
16	830103	307	13	552	23	1344	253	12	18	1.35	16	24	1421	890	80.3	16.4	5.9	1.8	18.6	48.3	114.1	23.3	8.4	2.5	26.4	68.7	
17	830131	72	3	650	27	1040	155	25	31	NA	NA	NA	2421	611	52.2	8.9	5.8	0.9	16.6	20.9	126.4	21.6	14.2	2.3	40.1	50.6	
18	830323	19	1	1204	50	956	194	13	16	1.27	17	20	1177	300	116.2	31.6	7.4	1.6	29.8	55.6	136.8	37.2	8.7	1.9	35.1	65.5	
19	830325	35	1	35	1	726	123	8	16	1.32	11	21	257	110	123.7	28.8	8.3	2.0	28.0	63.8	31.8	7.4	2.1	0.5	7.2	16.4	
20	830421	56	2	634	26	731	191	19	37	0.93	18	34	315	286	80.6	18.4	8.4	1.7	32.3	45.4	25.4	5.8	2.6	0.5	10.2	14.3	
21	830501	6	0	230	10	475	113	40	53	0.98	39	52	89	36	192.1	30.3	10.5	3.2	27.2	214.6	17.1	2.7	0.9	0.3	2.4	19.1	
22	830521	5	0	469	20	493	87	18	30	0.97	17	29	12	37	225.0	16.7	10.8	3.3	43.6	208.3	2.7	0.2	0.1	0	0.5	2.5	
23	830525	10	0	76	3	709	351	16	32	1.24	20	40	2854	487	159.8	15.2	6.1	2.0	12.0	103.3	456.2	43.3	17.5	5.8	34.2	294.8	
24	830602	14	1	194	8	55	82	44	60	0.79	35	47	9	23	266.7	55.6	14.1	3.4	38.2	233.3	2.4	0.5	0.1	0	0.3	2.1	
25	830608	88	4	148	6	263	192	41	54	0.87	36	47	1099	188	350.0	119.2	15.6	3.8	12.0	519.3	604.4	131.0	17.1	4.2	13.2	570.7	
26	830624	9	0	378	16	74	139	62	123	NA	NA	NA	840	49	724.6	118.1	23.2	6.2	28.7	986.2	608.7	99.2	19.5	5.2	24.1	828.4	
27	830724	705	29	705	29	133	182	54	108	0.88	48	95	1445	120	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
28	830912	5	0	1197	50	1414	282	34	46	0.88	30	40	721	509	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
29	831125	19	1	1768	74	1150	290	41	63	0.98	40	62	1420	621	357.8	44.8	11.1	3.0	50.8	299.2	508.1	63.6	15.7	4.2	72.1	424.9	
30	831126	6	0	6	0	1196	561	29	42	1.33	39	56	8012	915	188.1	13.2	5.6	2.0	NA	215.1	1506.9	106.0	45.0	15.8	NA	1723.2	
31	831208	63	3	264	11	1206	271	25	38	1.14	29	43	1400	370	236.9	23.2	4.7	3.1	27.6	293.9	331.6	32.5	6.6	4.4	38.7	411.5	
32	831222	51	2	318	13	210	115	16	26	1	16	26	389	77	218.0	49.1	9.7	1.8	26.3	159.1	84.8	19.1	3.8	0.7	10.2	61.9	
33	840101	124	5	233	10	591	167	19	30	1.1	21	33	677	108	228.1	49.8	7.0	2.3	13.9	232.1	154.4	33.7	4.8	1.6	9.4	157.1	
34	840102	16	1	16	1	1351	299	57	71	1.47	84	104	2114	919	350.4	64.4	11.8	5.7	11.7	917.8	1163.6	136.2	24.9	12.0	24.8	1940.2	
35	840113	16	1	225	9	622	142	43	54	1.7	73	92	1123	128	799.1	44.0	17.5	6.8	12.2	986.6	897.4	49.4	19.7	7.7	13.7	1108.0	
36	840114	16	1	16	1	361	98	19	28	1.45	28	41	370	87	187.0	17.0	9.4	2.8	27.4	190.9	69.2	6.3	3.5	1.0	10.1	70.6	
37	840116	25	1	50	2	484	156	14	22	1.66	23	37	1686	314	143.6	11.2	6.8	1.9	30.0	162.0	242.1	18.9	11.5	3.2	50.5	273.2	
38	840203	6	0	417	17	540	105	19	23	1.68	32	39	522	111	282.8	24.2	9.7	3.0	19.6	332.5	147.6	12.7	5.0	1.6	10.2	173.6	
39	840206	6	0	60	2	1527	334	30	42	NA	NA	NA	8528	1098	413.1	20.0	10.7	4.2	22.0	437.2	3522.7	170.6	90.9	33.6	188.0	3728.3	
40	840208	22	1	22	1	996	99	10	17	1.82	18	31	NA	171	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
41	840301	201	8	530	22	1387	128	26	38	1.69	44	64	56	69	260.7	39.3	11.2	3.5	56.1	253.2	14.6	2.2	0.6	0.2	3.1	14.2	
42	840521	24	1	1908	80	1257	322	17	32	1.17	20	37	NA	413	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
43	840603	14	1	302	13	624	187	54	56	1.13	61	63	623	61	522.3	82.5	14.7	3.8	39.3	545.7	325.4	51.4	9.1	2.3	24.5	340.0	
44	840622	199	8	444	18	606	148	22	25	0.84	18	21	54	34	114.8	22.2	11.0	2.0	36.8	62.0	6.2	1.2	0.6	0.1	2.0	3.4	
45	840710	167	7	424	18	38	136	130	132	0.94	122	124	1044	61	877.1	141.2	26.3	7.2	35.4	1201.2	915.7	147.4	27.5	7.6	36.9	1254.1	
46	840713	9	0	63	3	107	93	75	77	0.93	70	72	228	47	341.7	49.6	11.9	3.9	30.3	543.2	77.9	11.3	2.7	0.9	6.9	123.9	
47	840909	33	1	1392																							

Tabel 1 : Zodanig monsters

nr ov	datum	afzettingafzettingafzettingafzetting				duur bui	neerslag totaal	max		afvloei- ingscoef.	max nsl		overst hoev.	overst duur	G E M . C O N C E N T R A T I E						V U I L V R A C H T						
		periode	periode	periode	periode			neerslag	neerslag		* afvlc	* afvlc			CZV	CONCENTRATIE					CZV	VUILVRACHT					
		bui	bui	overst	overst			15 min	30 min		15 min	30 min				BZV	N-kj	P-tot	chloride	droog- rest		BZV	N-kj	P-tot	chloride	droog- rest	
		uren	dagen	uren	dagen			.1 mm	.1 mm		.1 mm	.1 mm															
51	841019	20	1	336	14	712	156	16	18	1.01	16	18	198	110	86.0	16.0	7.3	1.6	36.0	61.0	17.0	3.2	1.4	0.3	7.1	12.1	
52	841022	40	2	72	3	2008	246	31	39	1.33	41	52	319	187	136.0	34.0	9.0	2.4	12.0	97.0	43.4	10.8	2.9	0.8	3.8	30.9	
53	841025	32	1	72	3	195	254	88	138	1.73	152	239	4837	239	665.0	46.0	16.5	6.9	10.0	1050.0	3216.6	222.5	79.8	33.4	48.4	5078.9	
54	841122	13	1	672	28	1755	257	17	30	1.45	25	44	988	227	209.0	36.0	11.9	3.2	17.0	81.0	206.5	35.6	11.8	3.2	16.8	80.0	
55	841123	10	0	0	0	784	167	35	42	1.57	55	66	1138	307	775.1	42.1	18.8	6.5	10.8	1027.2	882.1	47.9	21.4	7.4	12.3	1169.0	

Vervolg tabel 1: Zodanig monsters

Tabel 2: Bezonken monsters

nr ov	datum	afzetting				duur bui min	neerslag totaal .1 mm	max neerslag 15 min .1 mm	max neerslag 30 min .1 mm	afvloei- ingscoef. -	max nsl 15 min .1 mm	max nsl 30 min .1 mm	overst hoev. m3	overst duur min	GEM. CONCENTRATIE					VUILVRACHT				zwev. stof kg		
		periode bui uren	periode bui dagen	periode overst uren	periode overst dagen										CZV	BZV	M-kj	P-tot	zwev. stof mg/l	CZV kg	BZV kg	N-kj kg	P-tot kg			
1	810628	7	0	NA	NA	1365	368	14	19	0.96	13	18	1744	529	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	810710	9	0	267	11	218	132	20	38	0.79	16	30	295	117	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	810820	631	26	962	40	1092	183	20	35	0.72	14	25	31	33	11.9	71.0	12.1	1.8	51.6	0.4	2.2	0.4	0.1	1.6	24.7	NA
4	810918	70	3	692	29	355	138	54	68	0.91	49	62	405	72	NA	43.2	4.7	2.0	61.0	NA	17.5	1.9	0.8	NA	NA	NA
5	811004	18	1	365	15	741	207	41	75	1.05	43	79	952	76	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	811130	22	1	1361	57	835	146	9	16	1.37	12	22	1042	177	74.9	10.8	4.7	1.4	36.1	78.0	11.3	4.9	1.4	37.6	42.9	NA
7	811204	76	3	76	3	705	175	12	22	1.27	15	28	1193	235	57.7	5.7	5.8	1.6	36.0	68.8	6.8	6.9	1.9	71.4	42.0	NA
8	820105	54	2	766	32	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	536	140	153.4	21.5	7.7	1.9	133.2	82.2	11.5	4.1	1.0	71.4	42.0	NA
9	820303	31	1	1356	57	1052	189	14	20	1.2	17	24	869	197	117.7	19.9	7.4	2.0	48.3	102.3	17.3	6.5	1.8	11.1	10.6	NA
10	820613	47	2	2439	102	852	168	44	70	0.79	35	55	142	57	78.2	17.6	7.4	1.5	78.2	11.1	2.5	1.1	0.2	11.1	10.6	NA
11	820619	10	0	123	5	750	193	38	50	0.96	36	48	394	69	66.2	20.6	6.7	1.2	26.9	26.1	8.1	2.7	0.5	10.6	NA	NA
12	820818	30	1	1445	60	246	104	32	40	0.79	25	32	69	33	62.3	10.1	5.2	0.9	NA	4.3	0.7	0.4	0.1	NA	10.6	NA
13	821007	12	0	1180	49	424	156	18	22	1	18	22	619	174	52.8	9.0	6.3	1.0	17.1	32.7	5.6	3.9	0.6	10.6	NA	NA
14	821010	64	3	64	3	351	96	15	23	0.91	14	21	3	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
15	821211	12	0	1486	62	505	112	19	34	1.1	21	37	328	69	69.5	28.7	7.6	1.3	55.2	22.8	9.4	2.5	0.4	18.1	NA	NA
16	830103	307	13	552	23	1344	253	12	18	1.35	16	24	1421	890	52.4	14.5	5.0	1.1	NA	74.5	20.6	7.1	1.6	NA	NA	NA
17	830131	72	3	650	27	1040	155	25	31	NA	NA	NA	2421	611	52.4	7.4	5.0	0.9	10.3	126.9	17.9	12.1	2.2	25.0	29.2	7.9
18	830323	19	1	1204	50	956	194	13	16	1.27	17	20	1177	300	86.5	24.9	6.6	1.3	24.8	101.8	29.3	7.7	1.6	29.2	7.9	7.2
19	830325	35	1	35	1	726	123	8	16	1.32	11	21	257	110	98.8	19.1	6.4	1.5	30.7	25.4	4.9	1.6	0.4	7.9	7.2	5.4
20	830421	56	2	634	26	731	191	19	37	0.93	18	34	315	286	65.1	15.2	7.0	1.5	22.9	20.5	4.8	2.2	0.5	7.2	5.4	1.1
21	830501	6	0	230	10	475	113	40	53	0.98	39	52	89	36	106.7	24.7	8.0	2.0	60.7	9.5	2.2	0.7	0.2	5.4	1.1	217.7
22	830521	5	0	469	20	493	87	18	30	0.97	17	29	12	37	141.7	16.7	7.7	2.6	87.5	1.7	0.2	0.1	.0	1.1	217.7	0.9
23	830525	10	0	76	3	709	351	16	32	1.24	20	40	2854	487	95.3	11.4	4.5	1.6	76.3	272.1	32.4	12.8	4.5	217.7	0.9	79.1
24	830602	14	1	194	8	55	82	44	60	0.79	35	47	9	23	155.6	33.3	11.1	2.4	94.4	1.4	0.3	0.1	.0	0.9	79.1	48.4
25	830608	88	4	148	6	263	192	41	54	0.87	36	47	1099	188	151.5	33.5	9.2	2.1	72.0	166.5	36.8	10.1	2.3	79.1	48.4	NA
26	830624	9	0	378	16	74	139	62	123	NA	NA	NA	840	49	140.4	26.7	10.0	1.9	57.6	117.9	22.4	8.4	1.6	48.4	NA	NA
27	830724	705	29	705	29	133	182	54	108	0.88	48	95	1445	120	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
28	830912	5	0	1197	50	1414	282	34	46	0.88	30	40	721	509	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
29	831125	19	1	1768	74	1150	290	41	63	0.98	40	62	1420	621	121.3	22.1	6.4	1.6	100.6	172.3	31.4	9.0	2.3	142.8	725.7	NA
30	831126	6	0	6	0	1196	561	29	42	1.33	39	56	8012	915	102.7	7.6	4.5	1.5	90.6	822.5	60.5	36.0	11.8	725.7	NA	NA
31	831208	63	3	264	11	1206	271	25	38	1.14	29	43	1400	370	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
32	831222	51	2	318	13	210	115	16	26	1	16	26	389	77	100.5	31.4	3.9	1.6	74.8	39.1	12.2	1.5	0.6	29.1	NA	NA
33	840101	124	5	233	10	591	167	19	30	1.1	21	33	677	108	53.5	10.6	1.5	1.0	17.3	36.2	7.2	1.0	0.7	11.7	346.4	267.9
34	840102	16	1	16	1	1551	299	57	71	1.47	84	104	2114	919	166.8	20.1	4.2	2.2	163.9	352.6	42.5	8.9	4.8	346.4	267.9	25.3
35	840113	16	1	225	9	622	142	43	54	1.7	73	92	1123	128	218.0	31.9	8.7	3.0	238.6	244.8	35.8	9.8	3.3	267.9	25.3	161.3
36	840114	16	1	16	1	361	98	19	28	1.45	28	41	370	87	94.9	15.1	7.4	2.1	68.4	35.1	5.6	2.7	0.8	25.3	161.3	65.9
37	840116	25	1	50	2	484	156	14	22	1.66	23	37	1686	314	105.3	10.1	5.6	1.5	95.7	177.5	17.1	9.4	2.5	161.3	65.9	NA
38	840203	6	0	417	17	540	105	19	23	1.68	32	39	522	111	129.1	12.8	6.8	2.0	126.2	67.4	6.7	3.6	1.0	65.9	NA	NA
39	840206	6	0	60	2	1527	334	30	42	NA	NA	NA	8528	1098	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
40	840208	22	1	22	1	996	99	10	17	1.82	18	31	NA	171	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
41	840301	201	8	530	22	1387	128	26	38	1.69	44	64	56	69	148.2	25.0	8.8	2.3	100.0	8.3	1.4	0.5	0.1	5.6	NA	NA
42	840521	24	1	1908	80	1257	322	17	32	1.17	20	37	NA	413	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
43	840603	14	1	302	13	624	187	54	56	1.13	61	63	623	61	144.8	32.7	7.8	1.5	46.2	90.2	20.4	4.8	0.9	28.8	0.3	73.4
44	840622	199	8	444	18	606	148	22	25	0.84	18	21	54	34	83.3	18.5	9.8	1.4	5.6	4.5	1.0	0.5	0.1	0.3	73.4	4.0
45	840710	167	7	424	18	38	136	130	132	0.94	122	124	1044	61	221.0	39.9	6.9	1.6	70.3	230.7	41.7	7.2	1.7	73.4	4.0	131.3
46	840713	9	0	63	3	107	93	75	77	0.93	70	72	228	47	179.8	31.6	6.8	2.0	17.5	41.0	7.2	1.5	0.5	4.0	131.3	8.0
47	840909	33	1	1392	58	547	235	49	68	1.04	51	71	1684	167	99.8	18.5	5.7	1.5	78.0	168.1	31.2	9.6	2.5	131.3	8.0	22.3
48	840910	5	0	24	1	510	124	15	30	1.2	18	36	434	76	78.2	14.0	5.0	2.0	18.5	33.9	6.1	2.2	0.9	8.0	22.3	9.0
49	840930	12	1	480	20	1427	231	19	30	1.26	24	38	722	158	44.6	8.7	2.9	0.7	30.8	32.2	6.3	2.1	0.5	22.3	9.0	NA
50	841005	34	1	120	5	506	119	15	26	1.25	19	33	209	126	95.7	17.7	6.1	2.3	43.0	20.0	3.7	1.3	0.5	9.0	NA	NA

nr ov	datum	afzetting				duur bui min	neerslag		max afvloe- ingscoef. -	max nsl		overst hoev. mJ	overst duur min	GEM. CONCENTRATIE					VUILVRACHT				
		periode bui- uren	periode bui dagen	periode overst uren	periode overst dagen		totaal	neerslag 15 min		neerslag 30 min	neerslag 15 min	neerslag 30 min		CZV	BZV	N-kj	P-tot	zwe- stof mg/l	CZV kg	BZV kg	N-kj kg	P-tot kg	zwe- stof kg
51	841019	20	1	336	14	712	156	16	1.01	16	18	198	110	76.1	12.7	6.5	0.7	40.4	15.1	2.5	1.3	0.1	8.0
52	841022	40	2	72	3	2008	246	31	1.33	41	52	319	187	79.8	23.0	8.4	2.1	30.8	25.5	7.3	2.7	0.7	9.8
53	841025	32	1	72	3	195	254	88	1.73	152	239	4837	239	246.3	17.7	8.9	3.2	361.7	1191.4	85.6	42.8	15.3	1749.5
54	841122	13	1	672	28	1755	257	17	1.45	25	44	988	227	154.1	28.6	11.0	3.0	32.8	152.3	28.3	10.8	3.0	32.4
55	841123	10	0	0	0	784	167	35	1.57	55	66	1138	307	309.3	11.1	10.8	3.8	331.7	352.0	12.6	12.2	4.3	377.5

Tabel 3: Metalen

nr ov	datum afzetting		duur bui	neerslag		max neerslag 15 min	max neerslag 30 min	afvloei- ingscoef.	max nsl 15 min	max nsl 30 min	overst hoev.	overst duur	G E M . C O N C E N T R A T I E										V U I L V R A C H T															
	periode			periode									Pb	Zn	Fe	Cr	Cu	Ni	Hg	Cd	As	Pb	Zn	Fe	Cr	Cu	Ni	Hg	Cd	As								
	bui	overst		overst									min	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	g	g	g	g	g	g	g	g	g							
	dagen	dagen		min	.1 mm								.1 mm	.1 mm	-	.1 mm	.1 mm	m3	min	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1 810628	0	NA	1365	368	14	19	0.96	13	18	1744	529	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
2 810710	0	11	218	132	20	38	0.79	16	30	295	117	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
3 810820	26	40	1092	183	20	35	0.72	14	25	31	33	42	255	NA	5	14	5	NA	1	NA	1.3	7.9	NA	0.2	0.4	0.2	NA	0.03	NA	NA	NA							
4 810918	3	29	355	138	54	68	0.91	49	62	405	72	250	500	NA	10	85	10	NA	1.6	2	101.3	202.5	NA	4.1	34.4	4.1	NA	0.65	0.8	NA	NA							
5 811004	1	15	741	207	41	75	1.05	43	79	952	76	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
6 811130	1	57	835	146	9	16	1.37	12	22	1042	177	95	240	NA	5	70	5	6.3	0.5	5	99.0	250.1	NA	5.2	72.9	5.2	65.65	0.52	5.2	NA	NA							
7 811204	3	3	705	175	12	22	1.27	15	28	1193	235	95	240	NA	5	40	5	9.5	0.5	4	113.3	286.3	NA	6.0	47.7	6.0	113.34	0.60	4.8	NA	NA							
8 820105	2	32	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	536	140	205	380	NA	10	70	5	6.1	1.1	8	109.9	203.7	NA	5.4	37.5	2.7	32.70	0.59	4.3	NA	NA							
9 820303	1	57	1052	189	14	20	1.2	17	24	869	197	90	500	NA	5	90	5	13	1.3	12	78.2	434.5	NA	4.3	78.2	4.3	112.97	1.13	10.4	NA	NA							
10 820613	2	102	852	168	44	70	0.79	35	55	142	57	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
11 820619	0	5	750	193	38	50	0.96	36	48	394	69	170	330	5100	12	75	5	NA	0.8	10	67.0	130.0	2009.4	4.7	29.6	2.0	NA	0.32	3.9	NA	NA							
12 820818	1	60	246	104	32	40	0.79	25	32	69	33	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
13 821007	0	49	424	156	18	22	1	18	22	619	174	85	340	1900	5	60	5	30	0.2	5	52.6	210.5	1176.1	3.1	37.1	3.1	185.70	0.12	3.1	NA	NA							
14 821010	3	3	351	96	15	23	0.91	14	21	3	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
15 821211	0	62	505	112	19	34	1.1	21	37	328	69	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
16 830103	13	23	1344	253	12	18	1.35	16	24	1421	890	NA	NA	1500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2131.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
17 830131	3	27	1040	155	25	31	NA	NA	NA	2421	611	35	125	1200	4	25	4	0.1	0.3	5	84.7	302.6	2905.2	9.7	60.5	9.7	2.42	0.73	12.1	NA	NA							
18 830323	1	50	956	194	13	16	1.27	17	20	1177	300	NA	NA	3100	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3648.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
19 830325	1	1	726	123	8	16	1.32	11	21	257	110	NA	NA	2500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	642.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
20 830421	2	26	731	191	19	37	0.93	18	34	315	286	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
21 830501	0	10	475	113	40	53	0.98	39	52	89	36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
22 830521	0	20	493	87	18	30	0.97	17	29	12	37	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
23 830525	0	3	709	351	16	32	1.24	20	40	2854	487	55	170	6400	5	205	5	4.3	0.2	NA	157.0	485.2	18265.6	14.3	585.1	14.3	122.72	0.57	NA	NA	NA							
24 830602	1	8	55	82	44	60	0.79	35	47	9	23	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
25 830608	4	6	263	192	41	54	0.87	36	47	1099	188	200	750	3400	49	205	49	145	4.9	9	219.8	824.3	3736.6	53.9	225.3	53.9	1593.55	5.39	9.9	NA	NA							
26 830624	0	16	74	139	62	123	NA	NA	NA	840	49	500	950	3000	49	175	49	110	4.9	17	420.0	798.0	2520.0	41.2	147.0	41.2	924.00	4.12	14.3	NA	NA							
27 830724	29	29	133	182	54	108	0.88	48	95	1445	120	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
28 830912	0	50	1414	282	34	46	0.88	30	40	721	509	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
29 831125	1	74	1150	290	41	63	0.98	40	62	1420	621	205	570	8500	15	130	15	2	1.5	10	291.1	809.4	12070.0	21.3	184.6	21.3	28.40	2.13	14.2	NA	NA							
30 831126	0	0	1196	561	29	42	1.33	39	56	8012	915	85	178	7000	13	65	10	2.2	1.3	8	681.0	1426.1	56084.0	104.2	520.8	80.1	176.26	10.42	64.1	NA	NA							
31 831208	3	11	1206	271	25	38	1.14	29	43	1400	370	100	240	6300	100	100	100	100	100	4	140.0	336.0	8820.0	140.0	140.0	140.0	1400.00	140.00	5.6	NA	NA							
32 831222	2	13	210	115	16	26	1	16	26	389	77	125	370	4100	100	100	100	100	100	3	48.6	143.9	1594.9	38.9	38.9	38.9	389.00	38.90	1.2	NA	NA							
33 840101	5	10	591	167	19	30	1.1	21	33	677	108	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
34 840102	1	1	1551	299	57	71	1.47	84	104	2114	919	270	400	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13	570.8	845.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	27.5	NA	NA							
35 840113	1	9	622	142	43	54	1.7	73	92	1123	128	415	540	NA	NA	NA	NA	NA	NA	24	466.0	606.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	27.0	NA	NA							
36 840114	1	1	361	98	19	28	1.45	28	41	370	87	150	215	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6	55.5	79.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.2	NA	NA							
37 840116	1	2	484	156	14	22	1.66	23	37	1686	314	NA	155	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA	261.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8.4	NA	NA							
38 840203	0	17	540	105	19	23	1.68	32	39	522	111	180	160	NA	10	45	10	1	1.3	17	94.0	83.5	NA	5.2	23.5	5.2	5.22	0.68	8.9	NA	NA							
39 840206	0	2	1527	334	30	42	NA	NA	NA	8528	1098	123	201	11230	5.2	77.2	9.8	23.4	1.7	6.5	1048.9	1714.1	95769.4	44.3	658.4	83.6	1995.55	14.50	55.4	NA	NA							
40 840208	1	1	996	99	10	17	1.82	18	31	na	171	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA							
41 840301	8	22	1387	128	26	38	1.69	44	64	56	69	NA</																										

7

In deze reeks zijn tot dusverre verschenen:

1.1. Overstortsituaties in Nederland ISBN 90 346 0366 0	f 7,50
2.1. Ervaringen bij waterkwaliteitsbeheerders ISBN 90 346 0367 9	f 10,--
3.1. Randvoorzieningen aan rioolstelsels ISBN 90 346 0368 7	f 25,--
4.1. Regionale verschillen in neerslaggebeurtenissen	f 12,50
4.4. Regenmeters ISBN 90 346 1297 X	f 9,--
5.1. Vuiluitworp uit rioolstelsels ISBN 90 346 1299 6	f 17,50
6.1. Slib in rioolstelsels	f 20,--
7.1. Verhard oppervlak en watervervuiling	f 22,50
8.1. Rendement randvoorzieningen bergbezinkbassin Amersfoort	f 15,--
8.2. Rendement randvoorzieningen bergbezinkbassin Kerkrade	f 15,--
8.4. Verbeterde overstortputten	f 15,--
10.1. Invloed overstortwater vijver te Loenen ISBN 90 346 1353 4	f 15,--
10.1.1. Invloed overstortwater vijver te Loenen ISBN 90 346 1354 2	f 12,--
10.1.2. Invloed overstortwater vijver te Loenen ISBN 90 346 1300 3	f 19,--
10.1.3. Invloed overstortwater vijver te Loenen ISBN 90 346 1298 8	f 14,--
10.1.4. Invloed overstortwater vijver te Loenen ISBN 90 346 1352 6	f 15,--
11.1. Waterhuishoudkundige maatregelen ISBN 90 346 1243 0	f 11,--

