

# Ontwikkelingen bij het automatisch meten van de waterkwaliteit

## 1. Inleiding

Het routinematig onderzoek naar de kwalitatieve toestand van de Rijkswateren geschiedt door op een 400-tal plaatsen periodiek monsters te nemen en deze in de verschillende Rijkslaboratoria te onderzoeken. Sinds midden 1974 is aan dit onderzoek een nieuwe dimensie toegevoegd door de ingebruikname van twee meetstations, één in de Rijn bij Lobith en één in de Maas bij Eijsden.

In dit artikel zal worden ingegaan op de argumenten die tot het bouwen van deze

— het beter kunnen volgen van de 'trend' van de waterkwaliteit. De gemiddelde gehalten zijn thans vaak onbetrouwbaar door te weinig gegevens waardoor ook de berekening van de vracht van een bepaalde component een vrij grote toevallige fout in zich bergt;

— het opzetten van meer betrouwbare mathematische modellen;

— het vaststellen van het effect van genomen maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit, waarbij tevens kan worden vastgesteld welke verdere maatregelen nog nodig zijn.



P. H. A. HOOGWEG  
Rijksinstituut voor Zuivering  
van Afvalwater,  
Lelystad

2.3. *Het opsporen of signaleren van lozingen*

2.4. *Het controleren van de normen vastgelegd in internationale verdragen voor de grensoverschrijdende wateren*

meetstations hebben geleid en zullen de verschillende aspecten worden behandeld, waarop moet worden gelet bij de realisering van zo'n station.

Verder zal worden gerapporteerd over de meetinstrumenten die in gebruik zijn en over de eerste ervaringen en resultaten met deze meetapparatuur.

## 2. Motivering voor het automatisch kontinu of met hoge frekwentie meten van de waterkwaliteit

Voor het inrichten van een station voor het automatisch kontinu of met hoge frekwentie meten van de waterkwaliteit gelden onder meer de volgende redenen:

### 2.1. De behoefte aan snelle informatie

Enerzijds is deze snelle informatie nodig voor een operationeel waterbeheer waarbij niet uitsluitend wordt geregeld op de hoeveelheid water, maar ook op de kwaliteit van dit water; dit operationeel waterbeheer is mogelijk geworden o.a. door het uitvoeren van de Deltawerken en de kanalisatie van de Neder-Rijn.

Anderzijds kan deze informatie worden gebruikt om te waarschuwen bij calamiteiten waarna het inlaten t.b.v. drinkwater, industriewater of de landbouw kan worden stopgezet.

### 2.2. De behoefte aan meer informatie

De bemonsteringsprogramma's zoals die tot op heden zijn uitgevoerd waren altijd een compromis tussen het wenselijke en het mogelijke.

Meer informatie is nodig voor:

— betere kennis van de processen die zich in dit water afspelen, bijv. nitrificatie en algenbloei;

Literatuuroverzichten over het kontinu meten van de waterkwaliteit zijn opgesteld door Brezonik (1, 2).

## 3. Keuze van de meetplaats

### 3.1. Algemene plaatsbepaling

Indien besloten is tot het bouwen van automatische meetstations komen een aantal plaatsen bijzonder in aanmerking, waarbij de volgende argumenten van belang kunnen zijn:

— op politieke gronden kan worden besloten op de landgrens te gaan meten, terwijl dit om bouwtechnische of andere redenen vaak niet de meest geschikte plaatsen zijn;

— op operationele gronden bij een waterinlaatpunt naar een estuarium, meer of de zee, ofwel bij een inlaat voor drinkwater, industriewater of water ten behoeve van de landbouw. Ook recreatieve doeleinden behoren tot dit punt;

— om studiedoelstellingen, teneinde bepaalde processen in het water te volgen bijv. de processen die bij de afsluiting van de zeearmen verlopen;

— ten behoeve van lozingscontrole in de nabijheid van een lozing.

Meestal zal een combinatie van deze factoren een rol spelen bij de plaatskeuze.

### 3.2. Nadere plaatsbepaling

Indien de locatie is vastgesteld moet een geschikte bouwplaats worden gezocht. Hierbij spelen een groot aantal factoren mee waarvan de voornaamste hier volgen:

— het waterinnamepunt moet liggen in de hoofdstroom en gegevens over de menging ter plaatse moeten bekend zijn;

— de toevoerleiding moet kort zijn om

veranderingen in de watersamenstelling te voorkomen;

- de bouwplaats moet niet te dicht liggen bij een zijrivier of een lozing, tenzij controle van de lozing hoofdzakelijk is;
- het station moet goed bereikbaar zijn, ook voor zware apparatuur;
- telefoon en electriciteit van goede kwaliteit moeten beschikbaar zijn, electriciteit bij voorkeur met eigen trafo op 10kV net;
- combinatie met een afvoermeting van de rivier verdient de voorkeur o.a. voor vrachtberekening;
- bij de waterinname moet rekening worden gehouden met de scheepvaart;
- vandalisme kan worden tegengegaan indien toezicht aanwezig is bijv. bij een bestaand waterstaatsobject.

#### 4. Bouw en inrichting meetstation

##### 4.1. Omvang van een station

De omvang van een meetstation wordt bepaald door geplande activiteiten nu en in de toekomst.

Deze activiteiten kunnen omvatten: uitgebreid fysisch en chemisch onderzoek, biologisch onderzoek en bewaking, alsmede onderzoek naar de aanwezigheid van organische microverontreinigingen. Verder zijn vereist laboratoriumfaciliteiten, proportionele monsternemers en een verblijfsruimte. De stations in Lobith en Eijsden kunnen gezien worden als een combinatie van een automatisch meetstation en een mini-laboratorium met een vaste bemanning.

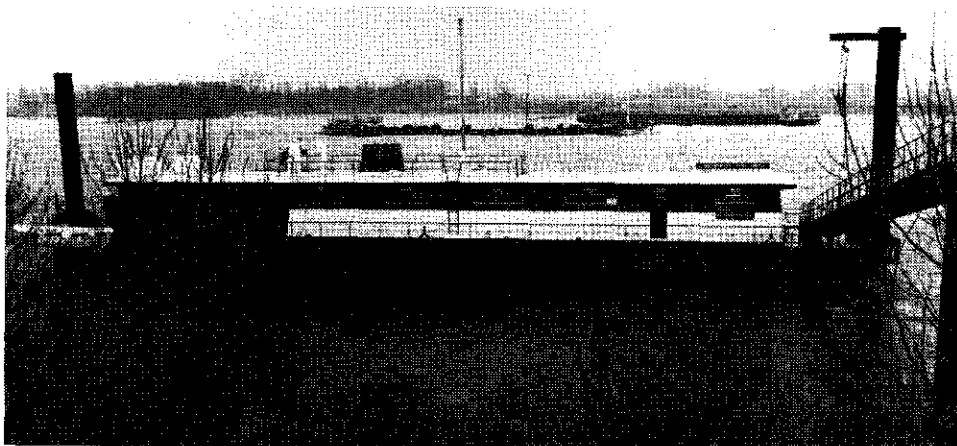
Naast deze grote meetstations zullen een aantal kleine onbemande meetstations worden gebouwd.

##### 4.2. Waterinname

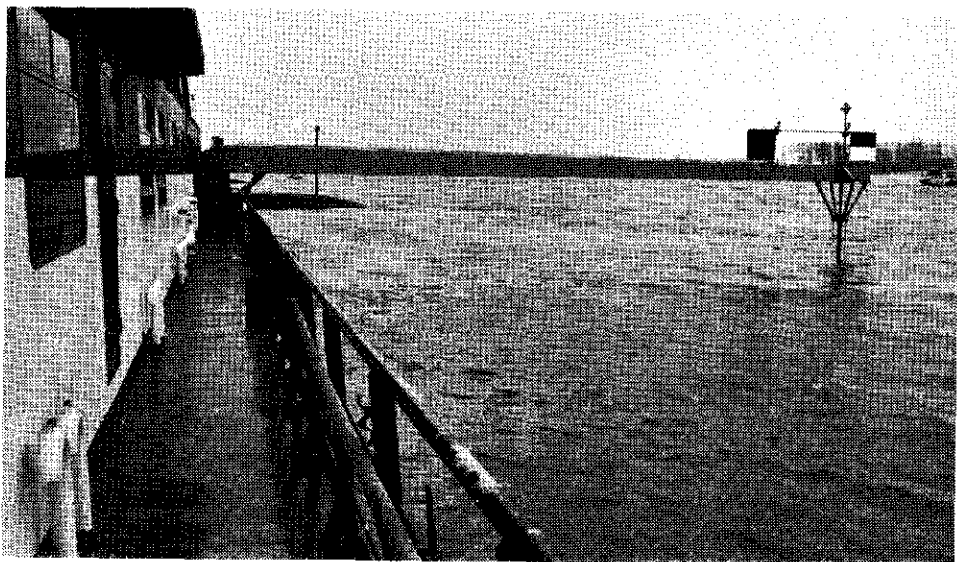
Aan de waterinname moet veel aandacht worden besteed om te voorkomen dat de samenstelling van het water bij het transport verandert.

De volgende punten zijn onder meer van belang:

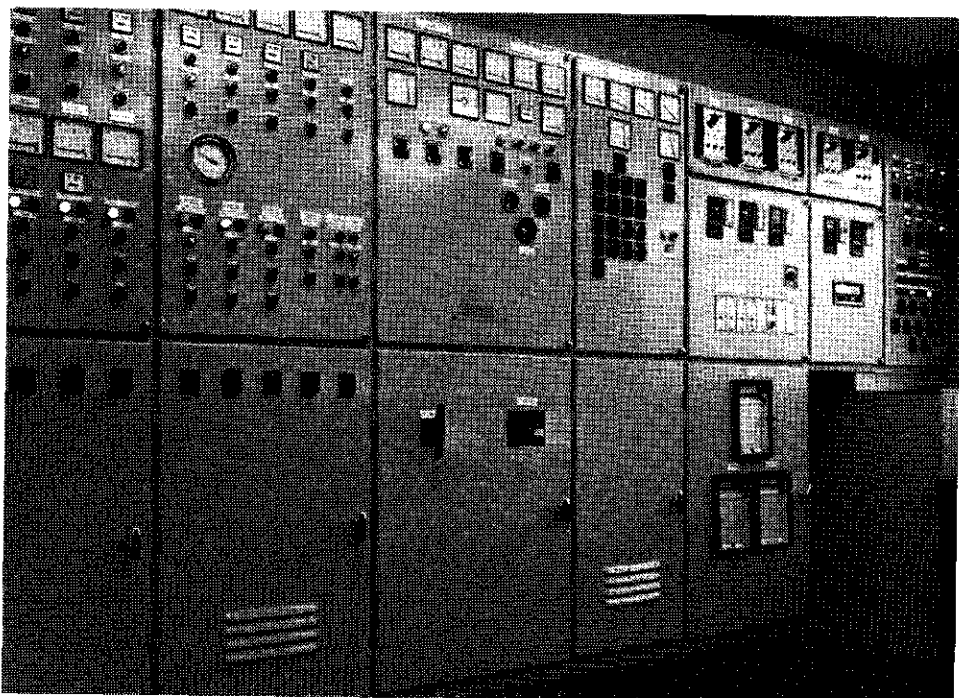
- bij het innamepunt grove filtratie toepassen door middel van staafroosters met 1 cm staafafstand;
- als pomp bij voorkeur een onderwaterperspomp gebruiken. Indien een zelfaanzuigende pomp onvermijdelijk is, zuigen met zo gering mogelijke onderdruk (ontgassing!). Een reservepomp moet aanwezig zijn;
- de snelheid in de leidingen moet tenminste 1,5 m/s bedragen om sedimentatie en aangroei te voorkomen;
- het leidingmateriaal moet zo worden gekozen, dat geen stoffen worden afgegeven dan wel geadsorbeerd.



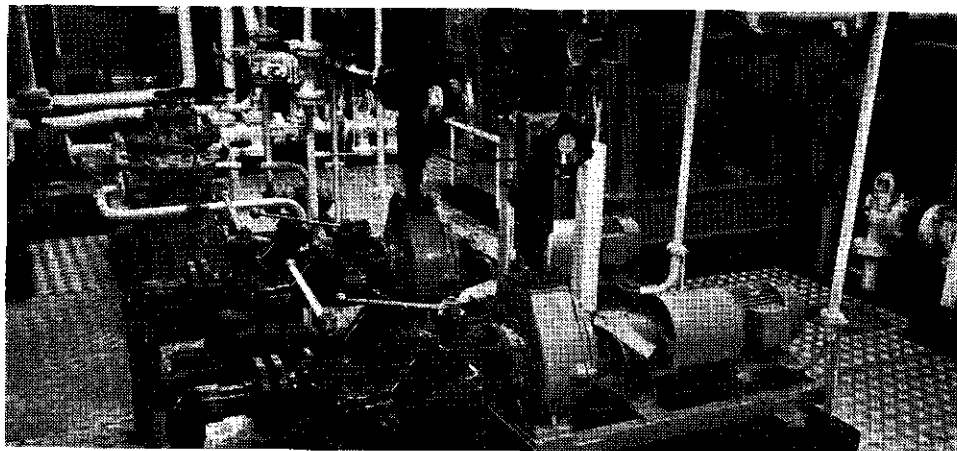
*Het meetstation in de Rijn bij Lobith.*



*Vrijhangende zuigarm, lengte 22 m. van het meetstation te Lobith.*



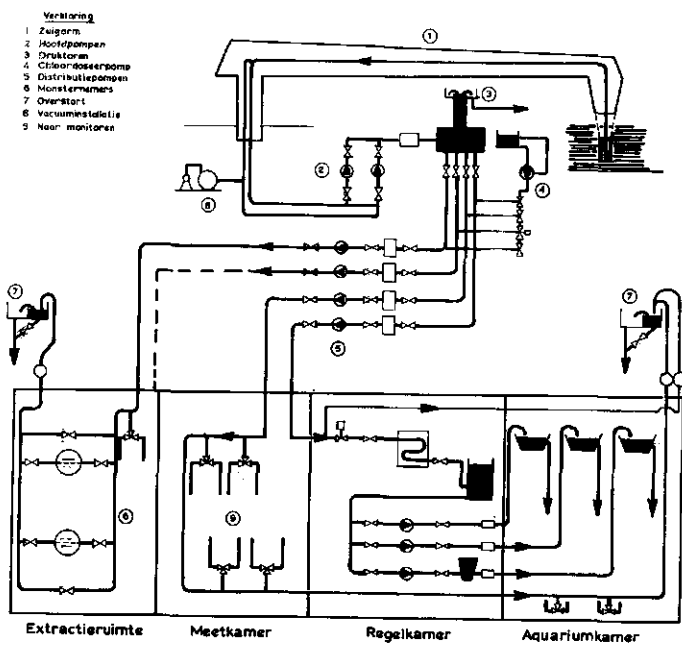
*Centraal regelpaneel van de meetstations te Lobith en Eijsden.*



Machinekamer in de meetstations te Lobith en Eijsden.



Vrij bewegende en schokvrije meerconstructie met behulp van 4 autowielen rondom afmeerpaal. Elk wiel kan schokken tot 10 ton opvangen.



Afb. 1 - Schema wateronderzoek in de meetstations te Lobith en Eijsden.

Dit is vooral van belang indien monsters worden verzameld voor de analyse van anorganische en organische microverontreinigingen;

— de hoeveelheid water moet groot worden gekozen zodat de verblijftijd kort en de kans op contaminatie klein is;

— conditionering van het water voor biologisch onderzoek moet mogelijk zijn (beluchten en op temperatuur brengen).

#### 4.3. Diversen

Aanvullende voorzieningen:

— een airconditioningsinstallatie voor de

temperatuurgevoelige meet- en telemetrie-apparatuur;

— personeel zal ook op de onbemande stations periodiek langdurig aanwezig zijn zodat ramen (bij voorkeur op het noorden) en een toilet moeten worden aangebracht;

— een goede filterinstallatie voor die parameters die in opgeloste toestand aanwezig zijn zal de vervuiling van de meetinstrumenten belangrijk verminderen;

— het periodiek chloreren van het leidingstelsel met chloorbleekloog (ongeveer 5 mg/l) verdient aanbeveling;

— een noodstroomvoorziening is zeker

voor het biologisch onderzoek onmisbaar.

#### 4.4. De stations Maas-Eijsden en Rijn-Lobith

Om de toevoerleiding kort te houden is bij deze stations gekozen voor de bouw op een ponton.

Het station in Bimmen (Dld) aan de Rijn is buitendijks gebouwd waardoor een aanzuigleiding van 150 meter nodig is.

Om de scheepvaart niet te hinderen moest het station in Lobith tussen de rivierkribben worden gelegd zodat een zuigarm van 22 m die tot in de stroom reikt moest worden aangebracht.

In Eijsden kon worden volstaan met een aanzuigleiding van 3 meter.

De zuigarm is vrijhangend gekonstrueerd met hydraulische hef- en draaiinrichting. De arm wordt ingenomen als bij hoge rivierafvoer de kribben overstroomden en de scheepvaart dicht onder de oever komt. Een dompelpomp aan deze vrijhangende arm is vanwege het gewicht niet mogelijk daarom zijn de hoofdpompen als zuigpompen uitgevoerd met een vacuüminstallatie voor het aanzuigen van de hoofdpomp.

Aan de meerconstructie moest bijzondere aandacht worden besteed om vrij op en neer bewegen met de waterstand mogelijk te maken en om schokken op te vangen.

Dit is bereikt door aan de ene kant 4 en aan de andere kant 3 autowielen rondom de afmeerpalen te plaatsen, per wiel kunnen schokken tot 10 ton worden opgevangen. De meetstations zijn 41,5 m lang en 8 m breed.

Het leidingschema voor het wateronderzoek van de stations in Lobith en Eijsden is weergegeven in afb. 1.

De hoofdpompen, één in bedrijf en één reserve, leveren 40 m<sup>3</sup>/h.

Het water bestemd voor de extractieruimte wordt geheel via roestvrijstalen leidingen

gevoerd zodat contaminatie is uitgesloten. In de extractieruimte staan monsternemers opgesteld waarin het monster gekoeld wordt tot 2 °C. Verder staan twee extractoren opgesteld die batchgewijs werken.

In de meetkamer kunnen via een regelbaar drukventiel met afsluiter de waterkwaliteitsmonitoren worden aangesloten.

In de regelkamer kan het water bestemd voor de aquariumkamer worden belucht, instelbaar tussen 50 en 100 % zuurstofverzadiging, en op temperatuur worden gebracht, instelbaar tussen 15 en 25 °C, beide met registratie.

Eén van de aquariumbakken kan gevoerd worden via een doorstroomcentrifuge.

Verder zijn aanwezig een centrale verwarmingstallatie, airconditioning en een noodagregaat met 24V startinstallatie.

Het gehele leidingsysteem kan automatisch of met de hand worden gechlloreerd.

Benedendeks bevinden zich 12 waterdichte compartimenten waarin zich de machinekamer, de brandstoftanks en de drinkwatertanks bevinden.

## 5. Meetinstrumenten

### 5.1. Algemeen

Een meetinstrument moet om te kunnen worden opgenomen in een meetnet voldoen aan enige eisen die ook voor laboratoriuminstrumenten gelden, het moet betrouwbaar meten en weinig onderhoud vragen.

Aan de betrouwbaarheid van de meetresultaten met waterkwaliteitsmonitoren mankeert nog al eens wat en ook de storingskansen zijn vaak erg groot.

Liptak [3] constateert dat 50 % van de monitoren voor lucht en waterverontreiniging na installatie onbevredigend functioneert.

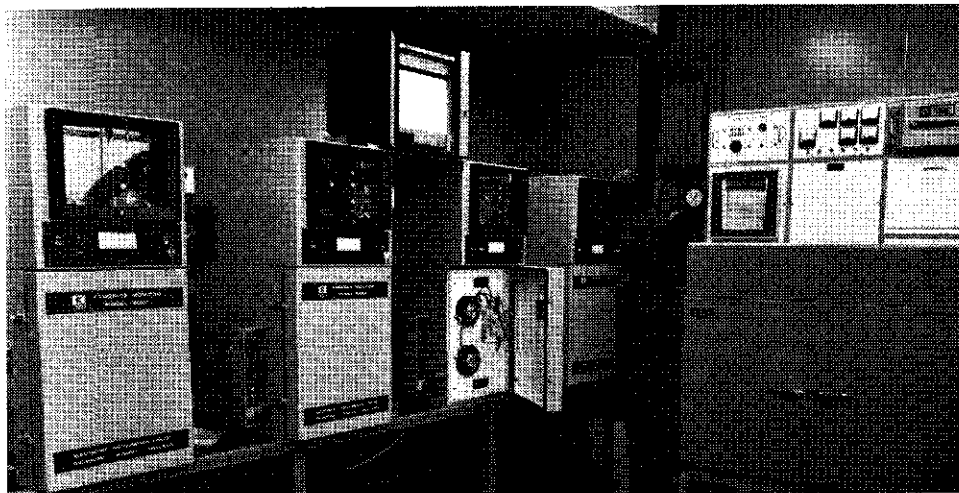
Om de betrouwbaarheid te vergroten moeten maatregelen worden genomen om vervuiling tegen te gaan en moet de monitor periodiek automatisch geijkt worden, bij voorkeur op twee ijkpunten.

Een goed filter voor die parameters die in opgeloste vorm worden gemeten en gebruik van middelen om algengroei tegen te gaan geven enige verbetering, ook een hoge doorstroomsnelheid vermindert de kans op vervuiling.

Het bedrijven van een automatisch meetnet is alleen mogelijk als gebruik kan worden gemaakt van instrumenten die passen in een totaal systeem van meetinstrumenten, telemetrie en verwerking.

Zonder on-line overbrenging van de meetgegevens is de waarde van een automatisch meetnet gering.

Voor de waterkwaliteitsmonitoren betekent dit onder meer dat het meetsignaal continu aanwezig moet zijn, statussignalen de



Opstelling van de meetapparatuur in het meetstation te Lobith.

TABEL I - Overzicht van de in Lobith aanwezige meet- en bemonsteringsapparatuur.

Monitor en parameters	Bijzonderheden	Modificaties
Plessey MM 5 —pH —O <sub>2</sub> —T —geleidbaarheid —troebelheid	Intermitterende meting om vervuiling tegen te gaan. Accu's bij stroomuitval Eigen datalogger Eigen pomp pH en geleidbaarheid niet temperatuur gecompenseerd (gebeurt met een computerprogramma) Meetsignaal niet continu beschikbaar Ijking op één punt Hoge doorstroomsnelheid	Accu's vervallen Pomp vervangen door magneetklep Meetsignaal in geheugen dat periodiek ingelezen wordt. Ijkcycclus door computer te starten Status 'Ijken' wordt gegeven
EIL-8000 serie —NO <sub>3</sub> —NH <sub>4</sub> —Cl —F	Kontinue meting Monster wordt gekonditioneerd: —temperatuur 30 °C —ionen- en pH-buffer Ijking op één punt met compensatie Ijkwaarde wordt niet doorgegeven Lage doorstroomsnelheid	Ijkcycclus door computer te starten Status ijken wordt gegeven Signalering wegvallen voedingsspanning Monsterwater wordt gefiltreerd en gesteriliseerd
Aan de zuigarm: —O <sub>2</sub> (EIL) —T	Kontinue meting rechtstreeks in de rivier Geen automatische ijking	
Monsternemers 2 stuks	Monsterfrequentie en hoeveelheid instelbaar. Gekoeld monstervat (2 °C): — een plastic vat — een roestvrij staal vat Hoge doorstroomsnelheid	

toestand aan moeten geven waarin de monitor zich bevindt, ijkcycli op afstand gestart moeten kunnen worden en storingen worden doorgegeven.

Met de centrale computer is controle op de werking van de meetapparatuur mogelijk; ijkpunten kunnen vergeleken worden met vroegere ijkpunten, controle is mogelijk op verlopen van het signaal van een instrument.

Voor onderhoud en handijking van de monitoren moeten een uitlezing en registratie op een schrijver ter plaatse aanwezig zijn en de waarden moeten direct temperatuur gecompenseerd zijn.

Een modulaire opbouw van de instrumenten vereenvoudigt de service. Briggs [4] geeft een overzicht van de thans beschikbare apparatuur en de ervaringen in Engeland daarmee.

### 5.2. Meetinstrumenten op stations in Lobith en Eijsden

Tabel I en II geven een overzicht van de in Lobith en Eijsden aanwezige meet- en bemonsteringsapparatuur.

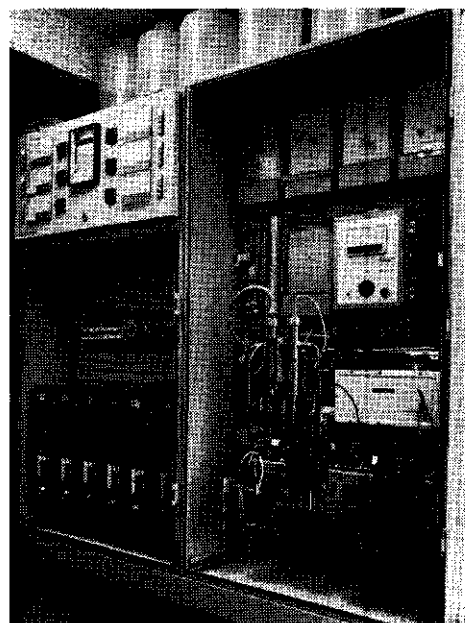
Afb. 2 geeft een beeld van de mate van overeenstemming tussen de aanwijzing van de chloride-monitor in het meetstation

TABEL II - Overzicht van de in Eijsden aanwezige meet- en bemonsteringsapparatuur.

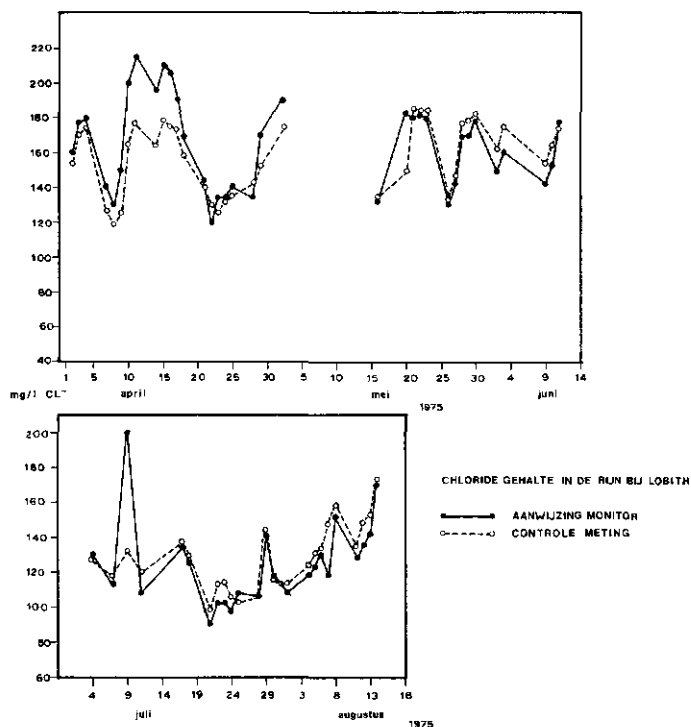
Monitor en parameters	Bijzonderheden	Modificaties
Electrofact		
—pH	Kontinue meting	Geen, op eigen specificaties gebouwd
—O <sub>2</sub>	Alle metingen temperatuur gekompenseerd	
—T		
—Cl	IJking op twee punten:	
—geleidbaarheid	— pH, O <sub>2</sub> , Cl en troebelheid op standaardvloeistoffen	
—troebelheid	— T en geleidbaarheid op standaardweerstand	
	IJkcyclus door computer te starten	
	Statussignalen geven toestand monitoren aan	
	Filter ingebouwd	
	Chloreren toegestaan	
	Lage doorstromingsnelheid	

EIL-8000-serie: NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, F  
 Aan de zuigarm: O<sub>2</sub> en T  
 Monsternemers: 2 stuks

als Lobith, zie tabel I



Inwendige van de Electrofact monitor voor het meten van pH, zuurstof, temperatuur, chloride, geleidbaarheid en troebelheid in het meetstation te Eijsden.



Afb. 2 - Chloridegehalte in de Rijn bij Lobith van 1 april tot 15 augustus 1975. Vergelijking tussen aanwijzing monitor en controlemeting (argentometrische titratie).

'Rijn-Lobith' en de dagelijkse controlemeting in de periode van 1 april tot 15 augustus 1975.

6. Meetresultaten

Aan de hand van twee voorbeelden zullen enkele in de motivering voor automatisch meten genoemde argumenten nader worden bekeken, waarbij een vergelijking wordt gemaakt tussen de automatische meting resp. monsternamen in het meetstation Eijsden en de wekelijkse bemonstering van de Maas bij Eijsden zoals die volkomen onafhankelijk volgens een routineprogramma wordt uitgevoerd.

6.1. Kennis van de processen die zich in de rivier afspelen

Variaties in het zuurstofgehalte

Tengevolge van algenbloei treden grote variaties in het zuurstofgehalte op. Overdag is het zuurstofgehalte hoog ten gevolge van zuurstofproductie bij de fotosynthese, 's nachts daalt het zuurstofgehalte door de ademhaling van de algen. Afb. 3 geeft de dag- en nachtvariatie in het zuurstofverzadigingspercentage in de Maas bij Eijsden van 8 tot 11 augustus 1975. Dat is op het hoogtepunt van de in de zomer van 1975 opgetreden hittegolf met

een watertemperatuur van ongeveer 26 °C. Maxima van ca. 110 % treden op om ongeveer 3 uur 's middags, minima van ca. 60 % in de vroege ochtend.

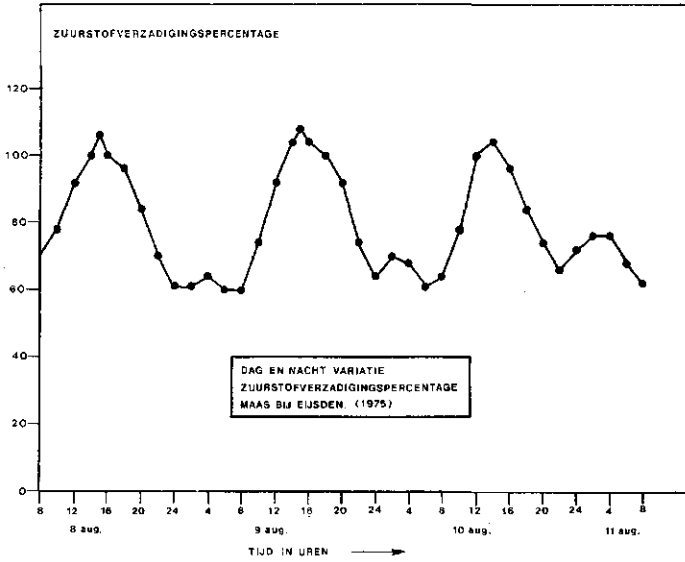
Afb. 4 geeft een beeld van de variatie in het zuurstofgehalte over een heel jaar: van september 1974 tot en met augustus 1975. De maandgemiddelden van de dagelijkse bepaalde maximum en minimum zuurstofverzadigingspercentages en van de waarde om 8.00 uur zijn hier uitgezet.

Onderaan afb. 4 zijn de maandgemiddelden van de verschillen tussen maximum en minimum verzadigingspercentage uitgezet. Van november t/m april waren deze verschillen kleiner dan 4 %. In september 1974 was het verschil echter 28,6 % en in augustus 1975 zelfs 40,5 %.

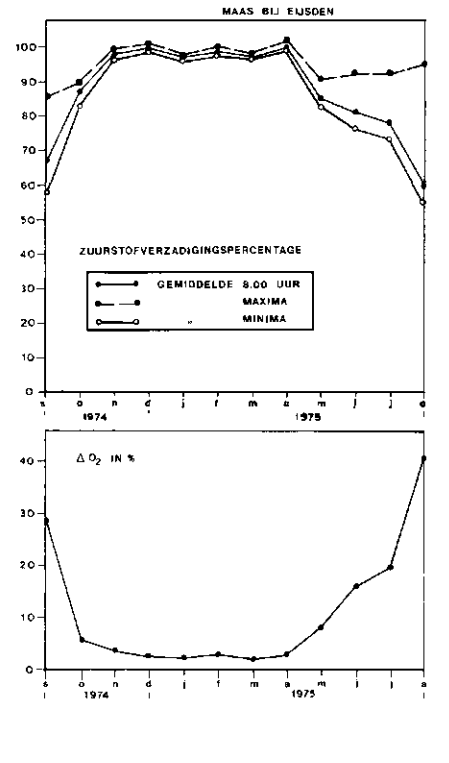
Het hoogste zuurstofgehalte was 112 % op 2 september 1974 om 15.45 uur en het laagste was 30 % op 24 augustus 1975 om 8.00 uur.

Een en ander betekent dat de zuurstofwaarden die gevonden worden bij een incidentele bemonstering sterk afhankelijk zijn van het tijdstip van bemonstering; hetzelfde geldt in mindere mate voor de temperatuur: afb. 5, in augustus 1975 was het verschil tussen gemiddelde maximumtemperatuur en gemiddelde minimumtemperatuur 1,9 °C. Een bemonsteringstocht van een rivier wordt gewoonlijk volgens een vast schema uitgevoerd, zo ook de Maasbemonsteringstocht welke eens per 14 dagen wordt uitgevoerd.

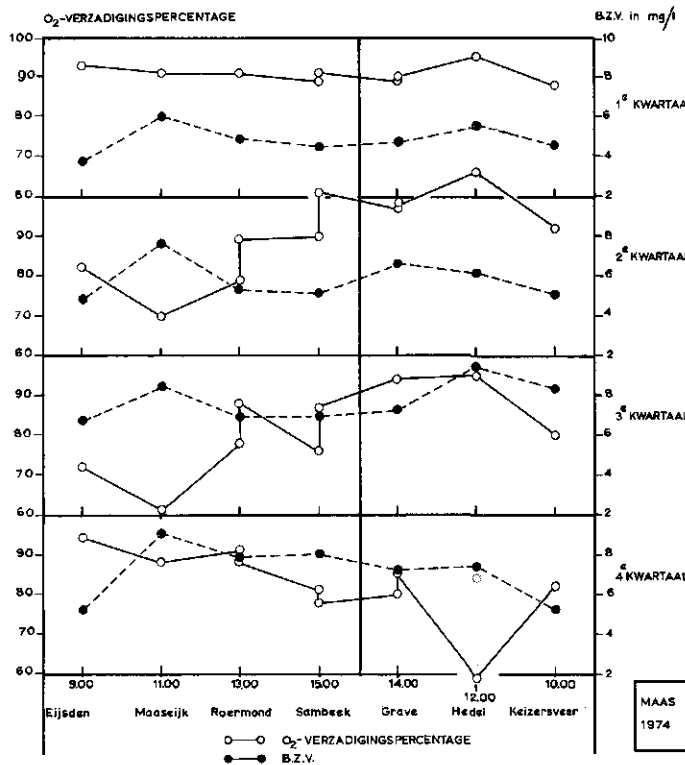
Eén monsternemer begint 's morgens om ongeveer 10 uur in Keizersveer, een ander om ongeveer 9 uur in Eijsden, waarna ze



Afb. 3 - Dag- en nachtvariatie in het zuurstof verzadigingspercentage in de Maas bij Eijsden van 8 tot 11 augustus 1975.



Afb. 4 - Maandgemiddelden van de dagelijkse maximum-, minimum- en 08.00 uurwaarden van het zuurstofverzadigingspercentage in de Maas bij Eijsden van september 1974 tot september 1975, alsmede de maandgemiddelden van de verschillen tussen maxima en minima ( $\Delta O_2$ ).



Afb. 6 - Lengteprofiel van het zuurstofverzadigingspercentage en het BZV<sub>5</sub> in de Maas per kwartaal in 1974.

elkaar 's middags in Gennep ontmoeten. Dit betekent dat bepaalde plaatsen altijd 's morgens worden bemonsterd en andere 's middags wat in de zomer konsekventies heeft voor de gevonden zuurstofgehaltenes.

Afb. 6 geeft per kwartaal van 1974 een lengteprofiel van de Maas waarin O<sub>2</sub>-verzadigingspercentage en BZV zijn uitgezet met

globaal de tijdstippen waarop de bemonsteringen zijn uitgevoerd.

In het eerste kwartaal is het zuurstofgehalte over de Maas vrijwel konstant. In het tweede en derde kwartaal zijn de zuurstofgehaltenes van de punten die 's middags bemonsterd zijn duidelijk hoger dan de plaatsen die 's ochtends bemonsterd zijn.

De lage zuurstofgehaltenes in Maaseijk worden mede veroorzaakt door het hoge BZV aldaar.

In het vierde kwartaal toont het zuurstofgehalte van Eijsden naar Keizersveer een dalende tendens.

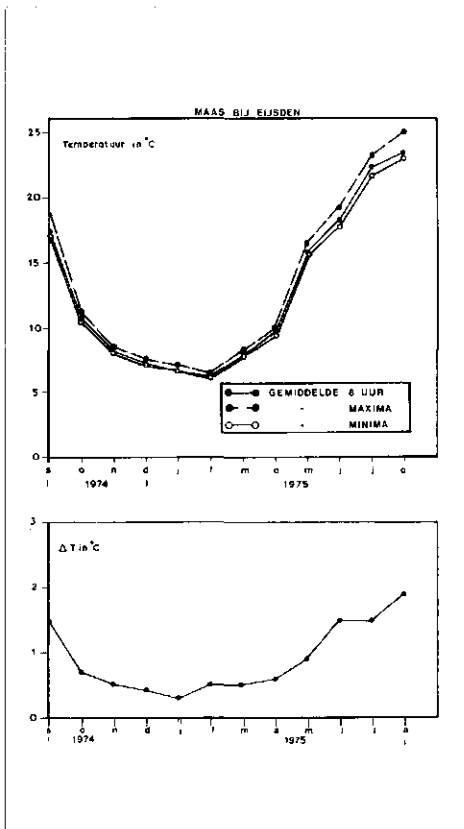
Konklusie: Indien het zuurstofgehalte in een eutrofe rivier als de Maas moet worden bepaald, is in de zomermaanden continue meting de enig juiste weg.

### 6.2. Trendberekening met behulp van verzamelmonsters

Bij de motivatie is onder 3.3. gesteld dat de met wekelijkse bemonsteringen gevonden gemiddelde gehaltenes vaak onbetrouwbaar zijn door te weinig gegevens zodat ook het effect van genomen maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit moeilijk is vast te stellen.

Op de stations in Lobith en Eijsden wordt sinds oktober automatisch een verzamelmonster genomen, op werkdagen dagelijks en in de weekends over het gehele weekend. Dit verzamelmonster wordt direct gekoeld tot 2 °C.

In de verzamelmonsters worden ter plaatse de volgende bepalingen uitgevoerd: pH,



Afb. 5 - Maandgemiddelden van de dagelijkse maximum-, minimum- en 08.00 uurwaarden van de watertemperatuur van de Maas bij Eijsden van september 1974 tot september 1975, alsmede de maandgemiddelden van de verschillen tussen maxima en minima ( $\Delta T$ ).

ammonium, nitraat, opgelost ortho-fosfaat en chloride.

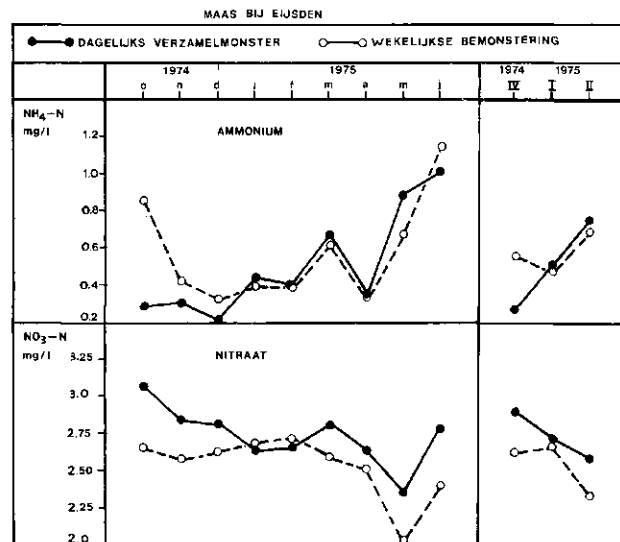
Afb. 7 geeft de maand- en kwartaalgemiddelden over het tijdvak oktober 1974 t/m juni 1975 voor ammonium en nitraat van de verzamelmonsters en van de wekelijkse bemonsteringen.

Globaal is er duidelijk overeenkomst, maar de verschillen kunnen aanzienlijk zijn.

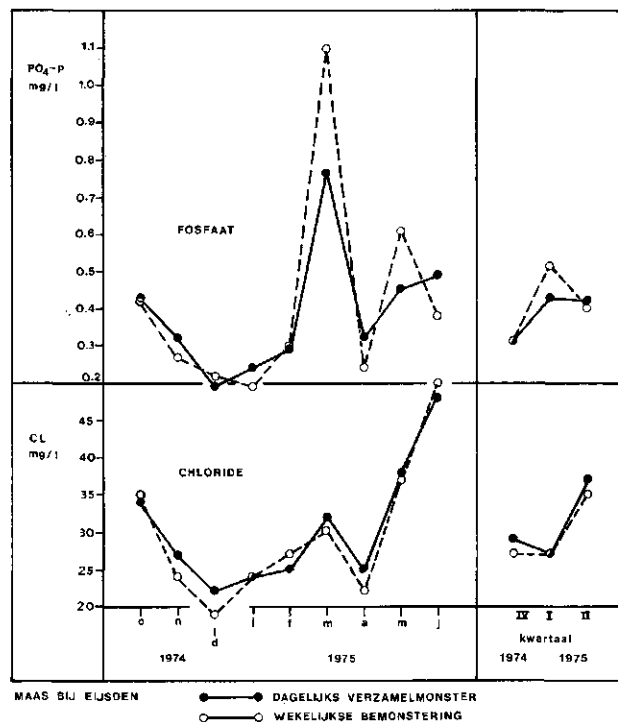
Dit geldt eveneens voor ortho-fosfaat, terwijl chloride de beste overeenstemming vertoont (afb. 8).

Bij het fosfaat valt de piek én het grote verschil in maart op, daarom is in afb. 9 het fosfaatgehalte tussen half februari en half april 1975 gedetailleerd uitgezet. Hieruit blijkt dat het verschil voornamelijk wordt veroorzaakt door de enorme 'fosfaatgolf' van begin maart.

Enerzijds toont deze afbeelding aan hoe toevalligheid een rol speelt bij het nemen van steekmonsters, als in plaats van op maandag 3 op donderdag 6 maart was bemonsterd was de piek bijna niet opgemerkt, anderzijds blijkt uit afb. 9 ook de afvlakkende werking van een verzamelmonster waardoor de juiste hoogte van een plotselinge piek verloren gaat.



Afb. 7 - Maand- en kwartaalgemiddelden van het ammonium- en nitraatgehalte in de Maas bij Eijsden van oktober 1974 tot juli 1975 in dagverzamelmonsters en wekelijkse steekmonsters.



Afb. 8 - Maand- en kwartaalgemiddelden van het ortho-fosfaat- en chloridegehalte in de Maas bij Eijsden van oktober 1974 tot juli 1975 in dagverzamelmonsters en wekelijkse steekmonsters.

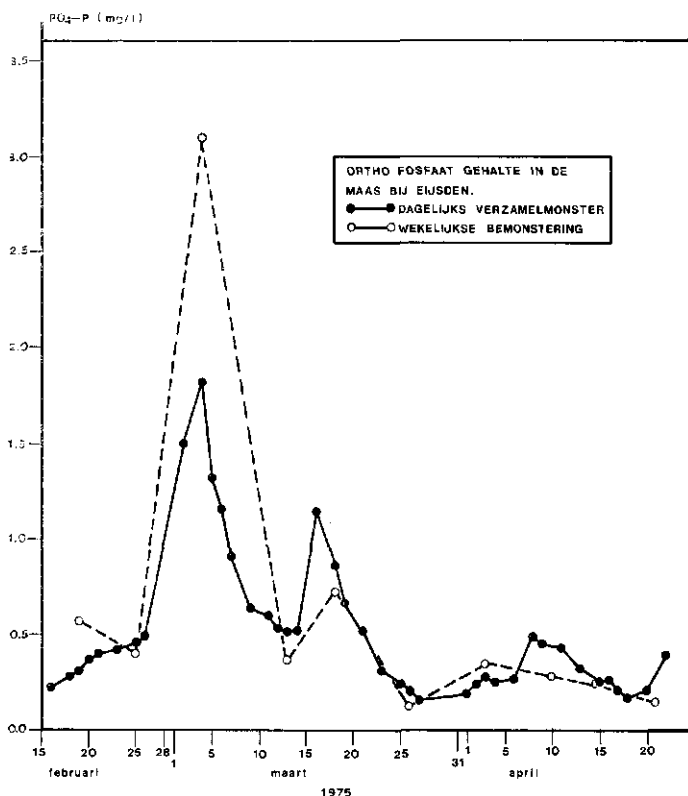
**Konklusie:** voor trendberekening verdient het nemen van verzamelmonsters duidelijk de voorkeur boven vrij frekwent genomen steekmonsters.

Het kontinu meten en daaruit berekenen van een gemiddelde zal naast een goed gemiddelde ook een goed inzicht geven over optredende fluktuaties, alleen ontbreekt

het nog veelal aan betrouwbare monitoren.

### 7. Kosten

De aannemingsom voor de stations te Lobith en Eijsden bedroeg geheel compleet, maar exclusief meetapparatuur, tesamen f 3.600.000,—. De steigers en afmeerinrichtingen werden aangelegd voor



Afb. 9 - Ortho-fosfaatgehalte in de Maas bij Eijsden van 16 februari tot 22 maart 1975 in dagverzamelmonsters en wekelijkse steekmonsters.

f 450.000,—. Voor de bijkomende werken was f 570.000,— nodig.

De aanschafprijs voor de meetapparatuur bedroeg totaal f 400.000,—. Voor telemetrie en dataloggers zal in totaal ca. f 600.000,— nodig zijn.

De totale kosten bedragen dus voor de twee stations tesamen ongeveer f 5.700.000,—.

#### Literatuur

1. Brezonik, P. L., *Continuous monitoring, automated analysis and sampling procedures*. J. Water Poll. Contr. Fed. 46 (1974), pp. 1100 - 1109 (94 ref.).
2. Idem 47 (1975), pp. 1241 - 1249 (92 ref.).
3. Liptak, B. G. *Trends in on stream analyzers for pollution control*. Contr. Eng. 20 (1973), p. 43.
4. Briggs, R. *Instrumentation for monitoring water quality*. Water treatment and Exam. Journal 24 (1975), pp. 23 - 45.

#### 8. Conclusies

Het automatisch continu of met hoge frekwentie meten van de waterkwaliteit is thans mogelijk voor een beperkt aantal parameters waarbij nog zeer veel onderhoud noodzakelijk is.

Door het nemen van verzamelmonsters kunnen veel betrouwbaarder gemiddelden bepaald worden dan met het nemen van steekmonsters in de praktijk ooit mogelijk zal zijn.

Het bouwen van stations met uitgebreide technische voorzieningen voor een goede waterinname is zeker noodzakelijk om tot een juiste meting te kunnen komen.

Aan de monitoren zal nog veel verbeterd moeten worden voor ze passen in een echt automatisch net, inclusief data-overbrenging en verwerking.