

# Meetnet regenwaterkwaliteit\*

## 1. Inleiding

De gemiddelde neerslag in Nederland bedraagt ongeveer 750 mm hetgeen overeenkomt met een jaarlijkse aanvoer van  $30 \times 10^9 \text{ m}^3$  zoet water.

Hiermee is de regen, na de Rijn die een toevoer van gemiddeld  $58 \times 10^9 \text{ m}^3$  water per jaar naar ons land verzorgt (1971 t/m 1975), kwantitatief gezien de belangrijkste zoetwaterbron van Nederland. De neerslag is aan verdamping onderhevig. Als nuttige neerslag resteert jaarlijks gemiddeld een waterschijf van 300 à 350 mm. Van deze



DR. F. J. J. BRINKMANN  
Rijksinstituut voor  
Drinkwatervoorziening  
Leidschendam

nuttige neerslag wordt door middel van grondwaterwinning intensief gebruik gemaakt in het kader van de openbare watervoorziening.

De urbanisatie en industrialisatie alsmede de verkeersontwikkeling gedurende de laatste decennia hebben geleid tot een toeneming van de luchtverontreiniging waardoor ook het regenwater beïnvloed wordt. Gezien de mogelijke invloed van de achteruitgang van de regenwaterkwaliteit op de kwaliteit van grondwater en stagnerend oppervlaktewater, waaronder water in spaarbekkens, werd de noodzaak gevoeld de invloed van de neerslag op de kwaliteit van de bronnen voor de drinkwaterbereiding aan een nader onderzoek te onderwerpen.

In deze publicatie zal, na een overzicht van reeds bestaande meetactiviteiten met betrekking tot de kwaliteit van het regenwater, de noodzaak van aanvullende metingen en de opzet van het kortgeleden operationeel geworden meetnet van het RID worden belicht.

## 2. Bestaande meetreeksen en meetnetten met behulp van de regenwaterkwaliteit

Verscheidene Nederlandse instellingen, diensten en bedrijven hebben reeds geruime tijd metingen van de kwaliteit van neerslag uitgevoerd. Zonder compleet te zijn kunnen genoemd worden: GG en GD te Amsterdam, Keuringsinstituut van Waren te

\* Op 22 september 1977 heeft dr. F. J. J. Brinkmann een voordracht gehouden voor de Hydrologische Kring onder de titel 'De interpretatie van de samenstelling van de neerslag in relatie tot grondwater en oppervlaktewater. Een meetnet regenwaterkwaliteit'.

Inmiddels is het betreffende RID meetnet gerealiseerd hetgeen reden was de tekst van de voordracht te actualiseren.

Rotterdam, Bouw- en Woningtoezicht te 's-Gravenhage, Bouw- en Woningtoezicht te Eindhoven, Instituut voor Gezondheidstechniek-TNO te Delft, Provinciale Waterstaat van Limburg, Vrije Universiteit te Amsterdam, Rijksuniversiteit te Utrecht, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen, Staatsmijnen te Geleen en Hoogovens te IJmuiden. Ook een aantal waterleidingbedrijven heeft metingen naar de kwaliteit van de neerslag uitgevoerd. In het algemeen betreft het lokale meetreeksen welke gericht zijn op sterk verschillende doelstellingen. De reeksen van te bepalen stoffen en eigenschappen vertonen weinig uniformiteit. De Provinciale Waterstaat van Noord-Holland heeft tot 1 april 1978 een uitgebreider meetnet onderhouden met tweentwintig meetpunten; in het aldaar opgevangen regenwater werden vijftien stoffen en eigenschappen bepaald. Na de evaluatie van de resultaten heeft de provincie besloten het korte termijn onderzoek af te sluiten en het lange termijn onderzoek beperkt te houden tot een zestal meetpunten.

Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut heeft, na in eerste opzet slechts de kwaliteit op enige meetpunten gevolgd te hebben, in 1978 een meetnet met een twaantal opvangpunten ingesteld. De metingen worden uitgevoerd in samenwerking met het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid. De monsterpunten zijn veelal gelegen op de regionale luchthavens. Er wordt met een maandelijks frequentie bemonsterd en de navolgende parameters worden bepaald:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,

$\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH, geleidingsvermogen en droge stofgehalte, en voorts Cd, Ni, Pb, Mn, Zn, V, Be, As, Cr en Hg.

## 3. Meting van de regenwaterkwaliteit in het kader van bronnen voor de drinkwatervoorziening

Dat de kwaliteit van de neerslag, natte en droge depositie tesamen, de aandacht verdient omdat de kwaliteit van het oppervlaktewater hierdoor beïnvloed kan worden bleek ondermeer uit een uitgebreide stofbalansstudie naar de herkomst van sporelementen in Lake Michigan (Winchester en Nifong).

Bij een evaluatie naar de gevolgen van intensief luchtverkeer voor de omgeving van een luchthaven is gebleken dat grond- en oppervlaktewater door natte en droge depositie ongunstig beïnvloed kunnen worden voor wat betreft polycyclische aromaten, doch ook voor wat betreft een element als chroom (Zoeteman en Brinkmann).

De verwachting was dat de kwaliteit van de neerslag een belangrijke factor zou blijken te zijn bij de evaluatie van projecten voor grondwaterwinning en -opslag. Dit vermoeden werd bevestigd bij bestudering van regenwaterkwaliteitsgegevens in het kader van de onderzoeken voor een mogelijk infiltratieproject op de Veluwe (Brinkmann, Hrubec en Zoeteman). Dit resultaat is mede de aanleiding geweest voor de opzet van een beperkt meetnet naar de kwaliteit van het regenwater dat door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening sinds

TABEL I - Gemiddelde concentraties resp. concentratie-ranges voor een aantal stoffen in enkele watersoorten.

		Spijkenisse regenwater	Epe regenwater	Lobith a) Rijnwater 1976	Eijsden a) Maaswater 1976	Veluwe b) grondwater 1974-1975	Duinwater 1975-1976
Chloride	(1)	12	6	224	73	10 — 20	
Ammonium	(1)	2,9	2,1	1,5	2,0	0,3— 0,4	
Nitraat	(1)	4,6	4,0	17,3	9,7	1	
Fosfaat	(1)	1,6	0,3	2,9	2,4	0 — 0,5	
DOC	(1)	1,8	2,1	13,5	7,8	—	
Sulfaat	(1)	15	5	89	61	15	
IJzer	(1)	0,4	0,13	1,3			
Mangaan	(1)	0,06	0,03				
Chroom	(2)	3,5	0,8	53	8	1 — 5	<1— 3
Koper	(2)	21	8,7	27	9	2 — 50	<1— 2
Zink	(2)	150	130	174	176	5 — 200	<5—45
Loo:d	(2)	30	4,9	24	13	1 — 25	<1— 2
Nikkel	(2)	19	3	14	8	1 — 12	<1— 2
Vanadium	(2)	55	<5	13	13	2 — 10	

(1) in mg/l  
(2) in  $\mu\text{g/l}$

- a) Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren door Rijkswaterstaat, RIV en RID. Compilatie RIZA, Lelystad.  
b) Rapport van de Ad-hoc Werkgroep Geochemie van de Technische Werkgroep Infiltratie Veluwe, RID.

TABEL II - RID Meetnet Regenwaterkwaliteit — Oude opzet. Gemeten waarden gemiddeld over 1977.

		Middelburg		Zierikzee		Spijkenisse		Dordrecht		Epe	
Geleidbaarheid pH *)	μS/cm	76	76	76	76	81	81	65	65	44	44
Chloride	mg/l	4,69	6,63	4,21	6,42	3,82	6,44	4,50	6,85	3,77	6,79
Nitriet	mg/l	14	25	12	9	0,20	0,07	0,08	0,24	0,15	0,15
Nitraat	mg/l	3,5	4,1	4,6	4,1	3,5	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0
Sulfaat	mg/l	9	10	15	10	9	10	10	10	5	5
Hydrocarbonaat	mg/l	9	9	8	10	9	10	10	10	7	7
Vrij kooldioxide	mg/l	6	6	7	6	6	7	6	6	5	5
Carbonaat	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfaat	mg/l	0,24	0,33	1,59	0,60	0,24	0,33	0,60	0,60	0,28	0,28
Ammonium	mg/l	2,3	2,7	2,9	3,6	2,3	2,7	3,6	3,6	2,1	2,1
IJzer	mg/l	0,22	0,23	0,39	0,19	0,22	0,23	0,19	0,19	0,13	0,13
Mangaan	mg/l	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
Fluoride	mg/l	—	—	0,9	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—
DOC	mg/l	2,0	4,1	1,8	2,7	2,0	4,1	2,7	2,7	2,1	2,1
Siliciumdioxide	mg/l	—	0,2	0,4	1,7	—	—	1,7	1,7	—	—
KMnO <sub>4</sub> -verbruik	mg/l	—	—	—	—	—	—	—	—	9	9
Calcium	mg/l	2,5	2,5	3,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,4	0,9	0,9
Magnesium	mg/l	1,1	0,8	0,9	0,8	1,1	1,1	0,8	0,8	0,4	0,4
Chroom	μg/l	1,9	2,0	3,5	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0	0,8	0,8
Koper	μg/l	19	14	21	13	19	19	13	13	8,7	8,7
Zink	μg/l	80	150	150	110	80	80	110	110	130	130
Lood	μg/l	57	23	30	26	57	57	26	26	4,9	4,9
Nikkel	μg/l	5	4	19	7	5	5	7	7	3	3
Vanadium	μg/l	9	8	55	14	9	9	14	14	< 5	< 5
Cadmium	μg/l	0,6	0,6	1,2	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	0,5	0,5
Arseen	μg/l	1	1	2	2	1	1	2	2	< 1	< 1
Kwik	μg/l	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

\* min. en max. waarde

1975 werd geëxploiteerd. Uit de resultaten over 1977 van dit net zijn de waarden voor een aantal parameters, gemeten te Spijkenisse en Epe, geselecteerd. In tabel I wordt een vergelijking gegeven met de waarden van concentraties van dezelfde stoffen in rivier- en grondwater.

Deze gegevens bevestigen de conclusie dat de kwaliteit van de neerslag een belangrijke factor kan zijn voor de kwaliteit van waterbronnen. Componenten die extra aandacht vragen, blijken onder andere ammonium, koper, lood, zink, nikkel en plaatselijk mogelijk ook vanadium.

#### 4. RID meetnet - oude opzet Resultaten 1977

De oorsprong van het meetnet is gelegen in de project-gerichte metingen van de kwaliteit van de neerslag te Dordrecht en Epe. Later is het meetnet uitgebreid met de meetpunten Spijkenisse, Zierikzee, 's-Heer Arendskerke. In het afgelopen jaar (1977) is het laatstgenoemde meetpunt verplaatst naar Middelburg. De bemonstering vond oorspronkelijk wekelijks plaats en werd voor de punten Dordrecht, 's-Heer Arendskerke, Zierikzee en Spijkenisse uitgevoerd door de afdeling milieuonderzoek van de Deltadient. De bemonstering te Epe werd verricht door de NV Waterleiding Maatschappij Gelderland. Om praktische redenen is later overgegaan op een twee wekelijkse bemonstering, welke frequentie ook in 1977 aangehouden is. De resultaten van de metingen uitgevoerd

in het laboratorium van het RID, over 1977 zijn samengevat in tabel II.

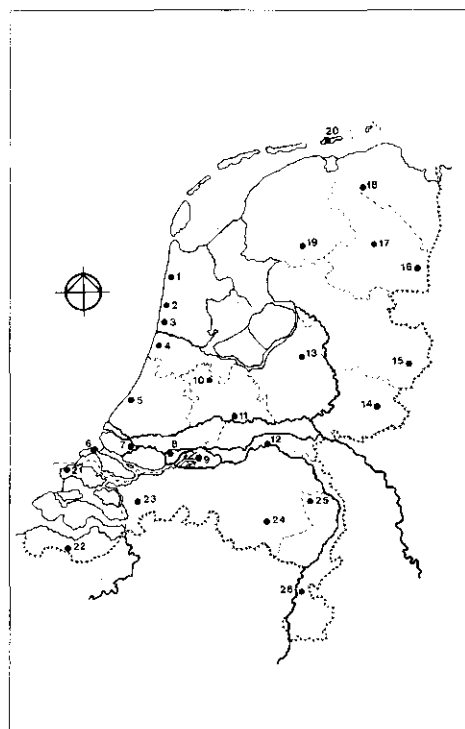
#### 5. RID meetnet - nieuwe opzet

In overleg met de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland en in directe samenwerking met een zestiental waterleidingbedrijven heeft het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening een op de drinkwaterbronnen gericht meetnet regenwaterkwaliteit opgezet.

De locaties voor bemonstering zijn door de doelstelling bepaald en betreffen bestaande ontbrekkingsgebieden van grondwater, plaatsen van open en ondergrondse voorraadvoering van oppervlaktewater en locaties waar in de nabije toekomst mogelijk infrastructurele werken ten behoeve van de drink- en industriewatervoorziening uitgevoerd zullen worden.

In het kader van de doelstelling is tevens gestreefd naar een zo sterk mogelijke koppeling van het meetnet regenwaterkwaliteit en het op zeer korte termijn door het RID op te zetten meetnet grondwaterkwaliteit.

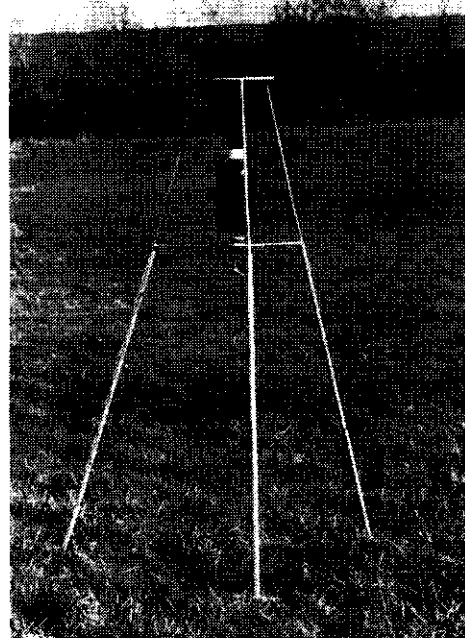
De verwachting is dat deze koppeling het mogelijk maakt op langere termijn eveneens informatie te verkrijgen over de processen welke zich afspelen gedurende het bodemtransport van de neerslag. Uiteraard zal het meetnet tevens uitgebreide informatie verschaffen over de meer algemeen milieuhygiënische aspecten van de verontreiniging van de neerslag. De inrichting van het meetnet is, voorzover mogelijk,



Afb. 1 - Overzicht RID Meetnet regenwaterkwaliteit.

gericht op uitwisselbaarheid van de resultaten met die van meetnetten met een meer algemene milieuhygiënische doelstelling. De metingen worden gecoördineerd en begeleid door een programmacommissie waarin opgenomen vertegenwoordigers van deelnemende bedrijven. De noodzakelijk geachte relatief hoge frequentie van bemonstering is er de oorzaak van dat als meetpunten alleen pompstations of andere werken die regelmatig

Afb. 2.



TABEL III - RID-meetnet regenwaterkwaliteit. Opvangpunten en deelnemende waterleidingbedrijven.

Nr.	Meetpunt	Bedrijf
1	Bergen	Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland
2	Castricum	idem
3	Wijk aan Zee	idem
4	Leiduin	Gemeentewaterleidingen Amsterdam
5	Scheveningen	Duinwaterleiding van 's-Gravenhage
6	Ouddorp	NV Watermaatschappij Zuid-West-Nederland
7	Berenplaat	Drinkwaterleiding der gemeente Rotterdam
8	Dordrecht	Gemeente Energiebedrijf Dordrecht
9	Biesbosch	NV Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch
10	Loenderveense plas	Gemeentewaterleidingen Amsterdam
11	Tull en 't Waal	Waterleidingbedrijf Midden-Nederland
12	Druten	NV Waterleidingmaatschappij Gelderland
13	Epe	idem
14	Olden Eibergen	NV Waterleidingmaatschappij Oost. Gelderland
15	Enschede	Openbare Nutsbedrijven Enschede
16	Emmen	NV Waterleidingmaatschappij Drenthe
17	Beilen	idem
18	De Punt (Glimmen)	Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen
19	Oldeholtpade	NV Waterleiding Friesland
20	Schiermonnikoog	idem
21	Haamstede	NV Watermaatschappij Zuid-West-Nederland
22	Braakman	idem
23	Huybergen	idem
24	Eindhoven	Gemeentebedrijven Eindhoven
25	Breehey	NV Waterleidingmaatschappij Limburg
26	Susteren	idem

bemand zijn konden worden gekozen.

De in totaal zesentwintig opvangpunten zijn aangegeven in de overzichtskaart van afb. 1; ze liggen over het gehele land verspreid.

De opvangpunten en de deelnemende waterleidingbedrijven staan voorts nog tabellarisch vermeld in tabel III.

Als opvanginstallatie is gekozen voor een regenvanger met een oppervlak van 400 cm<sup>2</sup>, vervaardigd van polyethyleen, naar een model zoals ook gebruikt door diverse andere instellingen die een belangrijk aantal kwaliteitsmetingen in regenwater uitvoeren (afb. 2).

Teneinde uitschieters in de resultaten als zodanig te kunnen herkennen zijn steeds twee regenvangers naast elkaar opgesteld welke separaat bemonsterd worden.

Gedurende het verblijf van het water in de regenvanger zouden veranderingen kunnen optreden in de gehalten van sommige, biologisch omzetbare of vluchtige verbindingen. Om kwaliteitsveranderingen in de opgevangen neerslag zoveel mogelijk te beperken worden de opvangvaten dagelijks geleid in een verzamelvat dat gekoeld (4 °C) bewaard wordt.

Het opvangen en verzamelen van de neerslag wordt verricht door de bij het meetnet betrokken waterleidingbedrijven die daarmee een substantiële bijdrage leveren aan het onderzoek naar de kwaliteit van de neerslag in Nederland.

Nadat het verzamelmonster van twee weken door de bemonsteringsdienst van het RID is afgehaald wordt dit in de laboratoria van het instituut te Leidschendam geanalyseerd op ten minste een twintigtal stoffen of eigenschappen. Indien voldoende neerslag voorhanden is worden, met een tweede

TABEL IV - Te bepalen eigenschappen of componenten in de neerslag.

Eerste prioriteit	Tweede prioriteit
Geleidingsvermogen *	Fluoride
pH *	Kalium
Chloride	Bromide
Nitrat	Kaliumpermanganaat
Ammonium	verbruik
Sulfaat	Chroom
Fosfaat	Kwik
Calcium	Selenium
Magnesium	Totaal stikstof
IJzer	Totaal fosfaat
Mangaan	
Natrium	
Totaal organisch gebonden koolstof	
Arsen	
Cadmium	
Koper	
Nikkel	
Lood	
Vanadium	
Zink	

\* In een aantal gevallen wordt deze meting door het deelnemende bedrijf uitgevoerd.

prioriteit, nog additionele fysisch-chemische en anorganische eigenschappen of componenten bepaald (tabel IV).

Van de organische verbindingen hebben vooral de gechloreerde koolwaterstoffen en de polycyclische aromaten de aandacht. Gezien de hoeveelheden monsters benodigd voor dergelijke analyses en gezien de gecompliceerdheid van de metingen kan de bepaling van deze componenten in regenwater vooralsnog alleen in speciale gevallen en op ad-hoc basis plaatsvinden. De opvangpunten op alle meetpunten zijn inmiddels geplaatst. Tevens is een proefperiode over een aantal meetpunten m.b.t. de vernieuwde opzet afgesloten. Sinds 1 juli

1978 is het meetnet 'vernieuwde stijl' operationeel.

## 6. Rapportage

De analyseresultaten van de neerslag zullen regelmatig gerapporteerd worden aan de deelnemende bedrijven en tenminste jaarlijks aan de Departementale Beleidsafdelingen. De meetresultaten zullen eveneens gerapporteerd worden aan de Coördinatie Commissie voor de Meting van Radio-activiteit en Xenobiotische Stoffen welke Commissie tot taak heeft de coördinatie van de metingen van een aantal geselecteerde stoffen in het milieu zowel als in het dieet van de mens.

## Literatuur

Winchester, John W., Nifong Gordon, D. 'Water Pollution in Lake Michigan by Trace Elements from Pollution Aerosol Fallout'. Water Air and Soil Pollution, 1, (1971), 50-64.  
Zoeteman, B. C. J. en Brinkmann, F. J. J. 'Evaluatie Gevolgen van een Tweede Internationale Luchthaven in de Markerwaard voor een Toekomstig Spaarbekken IJsselmeer', RID, 1973.

Brinkmann, F. J. J., Hrubec, J. and Zoeteman, B. C. J. 'Some Quality Aspects of Artificial Recharge in Sandy Soil of the Veluwe'. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Verslagen en Mededelingen 21, 1976.

Rapport van de Ad-hoc Werkgroep Geochemie van de Technische Werkgroep Infiltratie Veluwe. 'Geochemisch Gedrag van gezuiverd Rijnwater bij Infiltratie in de Veluwe', RID, 1975.

'Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren', 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal 1976. Rijkswaterstaat, RIV, RID. Samensteller RIZA, Lelystad.

Klomp, R. en Willemsen, W. H. 'Een Meetnet met betrekking tot de Regenwaterkwaliteit', RID rapport 76-9, 1976.



## Analyse van industriële afvalwaters

Verschenen is het verslag van de studiedagen, georganiseerd door ECOCHEM, opgesteld door J. Bormans. Het verslag telt de hierna volgende hoofdstukken: Parameters van de waterbezoedeling; Bepaling van koolwaterstoffen, oliën en vetten; Analyse van organische bestanddelen; Röntgenemissie mikroanalyse; Emissie spektrochemische analysemethoden; Automatische staalnametoestellen voor afvalwater; Atoomabsorptie. Het 100 pagina's tellende verslag is tegen de prijs van 510 Belgische Franc te bestellen bij: Cebeooc SPRL - Rue Armand Stévert, 2 - B.4000 Liège/Belgique.