

waterkwaliteit aan het tappunt



Kiwa

keuringsinstituut voor waterleidingartikelen kiwa n.v.

mededeling nr. 92

Mededeling nr. 92

WATERKWALITEIT AAN HET LEVERINGSPUNT EN AAN HET
TAPPUNT

Opgesteld door:
Dr.Ir. A.D. Hulsmann
Vakgroep Distributie

Nieuwegein, juni 1985

	Blz.
INHOUD	1
SUMMARY	3
SAMENVATTING	5
1 VOORWOORD	8
2 INLEIDING	10
3 OPZET VAN HET ONDERZOEK	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Keuze van de te bemonsteren percelen	13
3.3 Aantal te bemonsteren percelen	14
3.4 Bemonsteringsmethode	15
3.5 Keuze parameters	17
3.6 Toetsingscriteria	18
3.7 Betrouwbaarheid van de meetresultaten	21
4 RESULTATEN EN DE INTERPRETATIE DAARVAN	24
4.1 De waterkwaliteit na het verblijf in transport- en distributiesystemen	24
4.2 De waterkwaliteit na het verblijf in de dienstleiding en de binneninstallatie	26
4.3 De kwaliteit van warm getapt drinkwater	37
4.4 Verschil tussen de waterkwaliteit aan het leveringspunt en aan het tappunt	37
4.5 Waterkwaliteit in percelen met een afwijkend tappatroon	38
4.6 Spreiding binnen panden	39
4.7 Relatie steekproefgrootte en spreiding	40
4.8 Effect van doorstromen op de water- kwaliteit	41

	Blz.
4.9 Relatie toetsingsonderzoek en het onderzoek naar het metaaloplossende vermogen van drinkwater	44
5 DISCUSSIE	47
6 LITERATUUR	54
7 BIJLAGEN	55

SUMMARY

The new EG-guidelines and derived Dutch guidelines prompted several watercompanies to investigate water quality during distribution. This investigation was performed from 1982 to 1984.

The new guidelines give maximum (and sometimes minimum) levels for a large number of parameters in water at the pumping station and in the distribution system. The research was performed both to gain insight in changes in water quality, and to assess the number of samples necessary to achieve this knowledge.

Water companies are also interested in changes in water quality in domestic installations (including hot water systems), although they are not legally responsible.

Limited samples were taken by the water companies to measure water quality in the distribution system. The results show how to determine changes in water quality e.g. number of samples, locations, sampling techniques and necessary analysis.

A small number of parameters change when water is distributed from the pumping station to the client. Because in general the scatter in these parameters is negligible it is sufficient to take a small sample (10 - 20 samples). Other parameters like iron, manganese and turbidity (oxygen was excluded from this investigation) change according to hydraulic circumstances. These parameters show more scatter and therefore more samples are required. In these cases it is necessary to pay special attention to parts of the distribution system where short periods of increased velocity follow long periods of low velocity.

To determine changes in water quality during trans-

port analysis should be carried out on streaming water obtained from a tap that is regularly used. When service pipes and domestic waterpipes are made of the same material there is no significant difference in water quality at the stopcock and the wassertap.

Most significant changes in quality occur when the water passes service pipes and domestic installations. Metal concentrations increase and sometimes exceed the acceptable levels for lead, copper, cadmium and zinc. Because there is a considerable scatter in the metal content of water after stagnation in service pipes and domestic installations, it is better to analyse samples of streaming water only. In addition the capacity of the water to dissolve metals can be determined at the pumping station under standardised conditions.

The results of the research show that it is impossible to obtain reliable samples at the stopcock, so eventhough legal responsibility of the water companies ends at the stopcock it is preferable to take samples at the tap.

Under certain circumstances it is advisable to flush the waterpipes before water is consumed. Examples of these are: installations that are used very rarely in general or have had a specific long period of stagnation (e.g. due to a holiday), and lead waterpipes. In case of lead pipes flushing is not always effective in lowering lead concentrations to the acceptable level of 50 $\mu\text{g}/\text{l}$.

It is necessary to give guidelines for water quality at the tap, since such guidelines do not exist in the Netherlands.

SAMENVATTING

Met als aanleiding de nieuwe EG-richtlijnen en het nieuwe Waterleidingbesluit heeft een aantal waterleidingbedrijven in de periode 1982 - 1984 onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit tijdens distributie.

In de nieuwe richtlijnen voor de kwaliteit van drinkwater worden aan een groot aantal parameters eisen gesteld zowel af pompstation als in het distributiesysteem. De resultaten van het onderzoek moesten antwoord geven op bij de bedrijven levende vragen. Immers niet bekend is welke veranderingen er optreden in de waterkwaliteit tijdens distributie, maar ook niet hoeveel monsters genomen moeten worden om daar inzicht in te krijgen. Alhoewel de waterleidingbedrijven daar juridisch niet verantwoordelijk voor zijn, is men tevens geïnteresseerd in de extra kwaliteitsverandering die tijdens het verblijf in de binnenleiding en aangesloten warmwaterapparaten (de drinkwaterinstallatie) optreedt. Bij de uitvoering van het onderzoek is gekozen voor het trekken van een kleine steekproef uit het distributiegebied, waaruit moet blijken waar, hoeveel en onder welke omstandigheden monsters genomen moeten worden en welke analyses moeten worden uitgevoerd om voldoende inzicht te krijgen in de waterkwaliteitsveranderingen.

Slechts enkele parameters ondergaan een verandering tijdens het transport van drinkwater naar de consument. Over het algemeen is de spreiding in de resultaten zo gering dat volstaan kan worden met een kleine steekproef (10 - 20 monsters) in het net. Enkele parameters vertonen een grotere spreiding, zoals het ijzer- en mangaangehalte en de troebel-

heid (zuurstof is niet gemeten). De reden hiervan is dat deze parameters samenhangen met de hydraulische omstandigheden in het net. Om een goede indruk te krijgen van deze kwaliteitsveranderingen is een grotere steekproef noodzakelijk. In deze steekproef moeten "verdachte" gebieden extra aandacht krijgen. Dit zijn gebieden met over het algemeen lage stroomsnelheden en periodiek verhoogde stroomsnelheden en gebieden waar de stroomrichting kan omkeren. De veranderingen die tijdens transport optreden kunnen gemeten worden in doorstroommonsters die genomen worden aan een veel gebruikt tappunt.

De belangrijkste veranderingen van de waterkwaliteit vindt plaats vlak voor en vlak na het punt van levering. Tijdens het verblijf in de dienstleiding en de drinkwaterinstallatie stijgt het metaalgehalte van het water en komen overschrijdingen van de norm voor lood, koper, cadmium en zink voor. Indien dienstleiding en binnenleiding uit hetzelfde materiaal bestaan, is over het algemeen de invloed van beide niet significant verschillend.

Omdat er een grote spreiding optreedt in de metaalconcentraties van met name monsters genomen na stagnatie, is het raadzaam in het distributienet alleen doorstroommonsters te beoordelen. Het metaaloplossende vermogen van het gedistribueerde water kan dan met buizenopstellingen op het pompstation bepaald worden. Aangezien het leveringspunt een onbetrouwbaar monsterpunt is dienen de monsters aan een veel gebruikt tappunt genomen te worden.

In bepaalde situaties (panden met afwijkende tappartrons, loden leidingen en het eerst getapte water na een vakantieperiode) is een doorstroomadvies noodzakelijk. In percelen met loden leidingen is het doorstromen voor het tappen niet altijd vol-

doende om onder de norm van 50 $\mu\text{g/l}$ te komen.
Voor de kwaliteit van drinkwater aan het tappunt is
in Nederland nog niets geregeld, hier is echter wel
behoefte aan.

VOORWOORD

In deze mededeling wordt gerapporteerd over de ervaringen die zijn opgedaan met een methode voor het toetsen van de waterkwaliteit in het distributiegebied (in woonpercelen) aan de nieuwe eisen van EG-richtlijn en Waterleidingbesluit. Het onderzoek is uitgevoerd door een zevental (in de werkgroep vertegenwoordigde) waterleidingbedrijven in samenwerking met het KIWA en is begeleid door het LIC⁺, het "oude" Landelijk Inspectie Contact van de VEWIN, aangevuld met enige chemici van de desbetreffende bedrijven.

De samenstelling van de werkgroep was tijdens het opstellen van de mededeling:

Ir. W.C. Wijntjes (voorzitter)

Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen

H. Helgers (secretaris)

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen

Dr. M. van Ammers

N.V. Waterleiding Friesland

Ir. M. Luiten

N.V. Waterleiding Friesland

Ing. H.P.A. Monchen

Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Drs. O.I. Snoek

Gemeentewaterleidingen Amsterdam

Ir. A.I.A. Soppe

Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen

Drs. J.C. Sybrandi

Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Drs. J. van der Laan

Waterleidingbedrijf Midden-Nederland

Ir. R.W. Goyen

Gemeentewaterleidingen Amsterdam

Ir. W.A.J. Roefs

Nutsbedrijven Eindhoven

Ir. J.T. van der Zwan

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen

B. Baardolf

Duinwaterleiding van 's-Gravenhage

G.H. Ekkers

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen

Dr. Ir. A.D. Hulsmann (projectleider)

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen

INLEIDING

Over het algemeen zijn de waterleidingbedrijven goed op de hoogte van de kwaliteit van het water dat het pompstation verlaat. Er bestaat echter weinig kennis over de kwaliteit van het water aan het juridische punt van levering, de hoofdkraan en aan de tappunten in de drinkwaterinstallatie.

Tijdens discussies, zowel in de Raad van Bijstand van de in KIWA-verband samenwerkende waterleidinglaboratoria als in het Landelijke Inspectie Contact van de VEWIN, is gebleken, dat een aantal waterleidingbedrijven behoefte heeft aan inzicht in de veranderingen van de waterkwaliteit die tijdens distributie optreden. Deze belangstelling houdt verband met de nieuwe wetgeving voor de kwaliteit van drinkwater. Op 15 juli 1980 is de EG-richtlijn² (nr. 80/778/EEG) betreffende de kwaliteit, van voor menselijke consumptie bestemd water, verschenen.

In Nederland is als gevolg daarvan in 1984 een nieuwe versie van het Waterleidingbesluit³ gepubliceerd.

Volgens de nieuwe richtlijn is naast een beoordeling van het uitgaande water van het pompstation ook een beoordeling van het water tijdens distributie noodzakelijk. Het aantal parameters waarvoor grenswaarden zijn gesteld, is daarbij uitgebreid van 7 naar 62, terwijl een aantal normen zoals bijvoorbeeld de loodnorm verscherpt is. De waterleidingbedrijven weten niet of het water altijd aan de gestelde eisen kan voldoen, dit geldt met name voor de loodnorm waar veel overschrijdingen verwacht worden.

De discussies in het LIC⁺ leidden tot een voorstel voor onderzoek naar de waterkwaliteit tijdens distributie. Daarbij is men tevens geïnteresseerd in

het effect van de drinkwaterinstallatie, inclusief warmwaterapparatuur, op de drinkwaterkwaliteit. De eigenaar van het waterleidingbedrijf is juridisch verantwoordelijk voor de kwantiteit en kwaliteit van het water dat aan de verbruiker ter beschikking gesteld wordt aan de watermeter c.q. hoofdkraan. De verandering van de kwaliteit in de drinkwaterinstallatie is primair voor de verantwoording van de eigenaar of de gebruiker van die installatie. Het waterleidingbedrijf is door een maatschappelijke verantwoordelijkheid wel in de kwaliteit aan het tappunt geïnteresseerd. Door het stellen van voorwaarden bij het aangaan van het leveringscontact wil het waterleidingbedrijf bereiken dat het water aan het tappunt niet schadelijk is voor de volksgezondheid en dat de installatie en het daardoorheen stromende water elkaar zo min mogelijk beïnvloeden. In 1982-1984 is bij zeven waterleidingbedrijven het onderzoek uitgevoerd, dat antwoord moet geven op de volgende vragen:

- is het mogelijk om aan de hand van een klein aantal monsters een globale indruk te krijgen van de waterkwaliteit in het distributiegebied;
- als het drinkwater getoetst wordt aan de nieuwe wettelijke eisen komen er dan veel overschrijdingen voor;
- bestaat er verschil tussen de kwaliteit van het drinkwater aan het leveringspunt en aan het tappunt;
- welke kwaliteit heeft warm getapt water uit warmwatertoestellen.

Omdat enkele begrippen juist voor dit rapport van wezenlijk belang zijn, is het nuttig deze van te voren te definiëren.

De volgende omschrijvingen kunnen worden genoemd:
dienstleiding (d) komt overeen met wat in NEN 1006¹ verstaan wordt onder aansluiting: de leiding van het waterleidingbedrijf die de drinkwaterinstallatie met de hoofdleiding verbindt, met inbegrip van de meetinrichting en alle andere door of vanwege het waterleidingbedrijf in of aan deze leiding aangebrachte apparatuur, zoals dienstkraan, hoofdkraan, keerklep, begrenzer;
binnenleiding (b): het tot de drinkwaterinstallatie behorende samenstel van buizen met inbegrip van hun bevestigingsmiddelen, ondersteuning, mantelbuizen, bekledingen en beschermingen. Omdat het koudwatertappunt vaak overeenkomt met de koudwaterkraan van een keukengeiser of boiler zou het in dit verband correcter zijn te spreken van de drinkwaterinstallatie: de in een perceel aanwezige binnenleiding en de daarmee verbonden toestellen indien de binnenleiding hetzij onmiddellijk, hetzij middellijk met het leidingnet van het waterleidingbedrijf is verbonden en het water bestemd of mede bestemd is tot drinkwater.

3 OPZET VAN HET ONDERZOEK

3.1 Algemeen

Om een volledig overzicht van de drinkwaterkwaliteit in het gehele distributiegebied te krijgen, is een uitgebreid bemonsteringsprogramma noodzakelijk. In het hier beschreven onderzoek is geprobeerd het aantal monsters zoveel mogelijk te beperken.

In elk onderzoek wordt de betrouwbaarheid van de conclusies bepaald door het aantal monsters, dat genomen wordt en de spreiding die daarin optreedt. Is er veel spreiding in de resultaten dan is een grote steekproef noodzakelijk, terwijl bij een geringe spreiding met een kleiner aantal monsters volstaan kan worden.

Bij een willekeurige monsternamen in het distributiegebied treedt onder invloed van vele factoren een grote spreiding in de resultaten op. Indien een aantal van deze factoren zoveel mogelijk constant gehouden wordt, daalt de spreiding en daarmee het aantal monsters dat genomen moet worden.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek, zoals keuze van te bemonsteren percelen en de monstermethode, is hiermee rekenig gehouden.

3.2 Keuze van de te bemonsteren percelen

Het is belangrijk, dat de monsterpunten verspreid over het distributiegebied liggen, het bemonsteren van twee percelen in dezelfde straat, waarvan het water grotendeels dezelfde voorgeschiedenis heeft, is weinig zinvol. Omdat de oorspronkelijke waterkwaliteit mede bepalend is voor vele veranderingen tijdens transport en distributie, denk bijvoorbeeld aan roest- en mangaanproblemen en het metaaloplos-

sende vermogen, moeten alle bemonsterde percelen water van hetzelfde de pompstation ontvangen.

Het onderzoek dient representatief te zijn voor de kwaliteit van het water zoals dit door de consument getapt wordt. Om deze reden wordt bemonsterd in bewoonde percelen, waar gedurende minimaal 2 jaar voorafgaande aan het onderzoek normaal gebruik gemaakt is van de waterleiding. Bij pas aangelegde leidingen en bij reparaties is de kans op een verhoogde metaalafgifte groot, zodat deze van het onderzoek uitgesloten zijn.

Het materiaal waaruit de leidingen gemaakt zijn, is van invloed op de waterkwaliteit. Dit geldt met name voor het materiaal waaruit dienst- en binnenleidingen bestaan, veelal loden en koperen leidingen. Om het effect van deze twee materialen duidelijk van elkaar te scheiden, worden in het onderzoek zogenaamde "loodpercelen" (loden dienstleidingen en loden binnenleidingen) en "koperpercelen" (koperen dienstleidingen en koperen binnenleidingen) apart bemonsterd.

De verschillende eisen waaraan de monsterpunten moeten voldoen zijn samengevat in bijlage I.

3.3 Aantal te bemonsteren percelen

Om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van drinkwater tijdens distributie, moet eerst bepaald worden hoeveel percelen in de twee populaties (lood en koper) bemonsterd moeten worden. Belangrijke gegevens hiervoor zijn de variantie in de populatie en de variantie in de steekproef. De variantie wordt in dit geval uitgedrukt als variatiecoëfficiënt welke gelijk is aan de standaarddeviatie gedeeld door het gemiddelde.

Omdat beide varianties onbekend zijn, is in het on-

derzoek uitgegaan van het aantal percelen dat zonder veel praktische problemen bemonsterd kon worden.

Besloten is in elke categorie 9 percelen te bemonsteren. De metingen leveren een variatiecoëfficiënt van het gemiddelde uit de steekproef op $VC(\bar{y})$, waarmee via de vereenvoudigde formule $n = \left(\frac{VC(\underline{y})}{VC(\bar{y})}\right)^2$ de variatiecoëfficiënt van de populatie $VC(y)$ berekend kan worden. (Voor de statistische achtergronden wordt verwezen naar bijlage II.) In een tweede stap kan met de $VC(y)$, die uit het onderzoek naar voren komt, de benodigde steekproefgrootte bij de gewenste nauwkeurigheid van het steekproefgemiddelde bepaald worden.

In het toetsingsonderzoek wordt uit een kleine steekproef een gemiddelde waarde voor bijvoorbeeld het loodgehalte berekend.

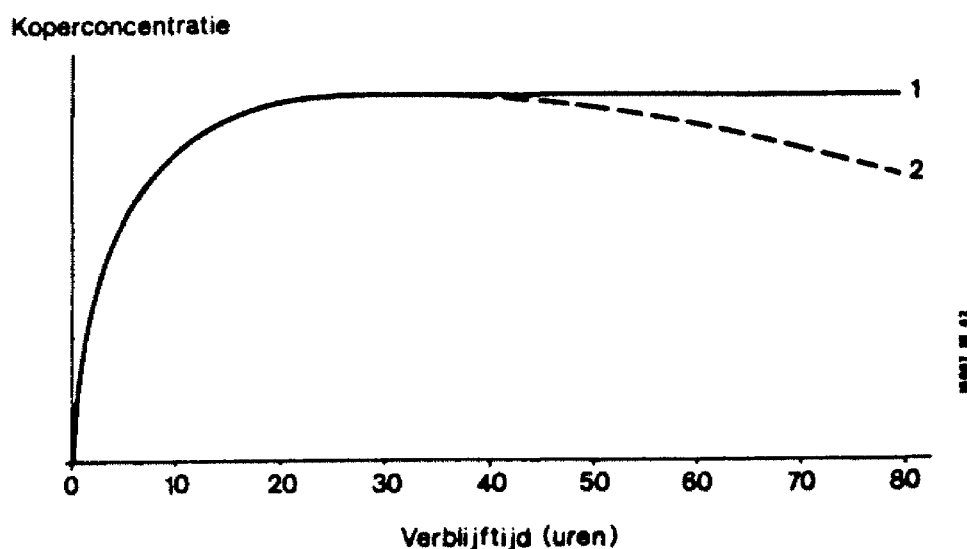
Het gemiddelde is door het kleine aantal monsters niet erg nauwkeurig. Als de nauwkeurigheid hoger moet zijn, kan met behulp van de schatting van de spreiding in de kleine steekproef bepaald worden hoeveel monsters dan ongeveer nodig zijn.

3.4 Bemonsteringsmethode

In elk perceel worden op drie plaatsen monsters genomen, namelijk aan het leveringspunt (de hoofdkraan), aan een veel gebruikt koudwatertappunt (veelal de keukenkraan) en aan een warmwatertappunt (geiser of boiler). De kwaliteitsveranderingen die optreden tijdens het verblijf in hoofd- en distributieleidingen blijken uit de kwaliteit van de monsters die genomen worden aan de hoofdkraan na doorstroming. De veranderingen die optreden tijdens het verblijf in dienst- en binnenleidingen blijken uit de kwaliteit van de monsters die genomen worden aan

de hoofdkraan en aan het koudwatertappunt. Deze monsters worden genomen na bepaalde contacttijd tussen water en materiaal, ter vergelijking worden ook doorstroommonsters genomen. Inzicht in de waterkwaliteitsveranderingen in warmwaterapparaten wordt verkregen door het warme water uit de in het pand aanwezige boiler of geiser na doorstroming te bemonsteren.

De afgifte van metalen zoals lood en koper door leidingmaterialen aan drinkwater is afhankelijk van de verblijftijd, zie figuur 1.



Figuur 1 - Het kopergehalte van drinkwater in contact met een koperen buis neemt toe met de verblijftijd. Bij langere verblijftijden wordt een plateauwaarde bereikt. Bij zeer lange verblijftijden kan weer een geringe daling van het kopergehalte optreden⁴.

Als willekeurige monsters genomen worden, kunnen afhankelijk van de verblijftijd, uitkomsten verkregen worden die een zeer grote spreiding hebben. Om deze reden worden de percelen bemonsterd na doorstroming van driemaal de totale buisinhoud (dienst- en binnenleiding) en na een standtijd van 8 uur. Deze periode is gekozen omdat het een praktische tijd is, terwijl het water gedurende de nachtperiode vaak 8 uur stilstaat in de leidingen.

De exacte uitvoering van de monsternamen is beschreven in een voorschrift. Tijdens de loop van het onderzoek is dit voorschrift verbeterd. De uiteindelijke versie is opgenomen als bijlage III. Voor elk monsterpunt is een enquêteformulier met vragen ingevuld. Een voorbeeld hiervan is te zamen met de analysestaat gegeven in bijlage IV.

3.5

Keuze parameters

Uit de totaal 62 parameters die in de wet genoemd worden, is een keuze gemaakt. Bij deze keuze is uitgegaan van de kans op verandering tijdens de verschillende stadia van de distributie.

Parameters die tijdens distributie niet veranderen, kunnen op het pompstation gemeten worden en vallen buiten dit onderzoek. Parameters die tijdens het transport in hoofd- en distributieleidingen veranderen, kunnen gemeten worden aan de hoofdkraan na doorstroming. Hieronder vallen bijvoorbeeld ijzer- en mangaangehalte, de troebelheid, het gehalte aan nitriet en ammonium, het kaliumpermanganaatverbruik en de kleur van het water. De keuze van de waterkwaliteitsparameters kan per bedrijf verschillen, zoals bijvoorbeeld de mangaanproblematiek alleen bij grondwaterbedrijven zal spelen.

In de dienstleiding en in de drinkwaterinstallatie

zijn vooral de zware metalen (lood, koper, zink, cadmium en ijzer) van belang voor het onderzoek. Deze parameters worden gemeten aan de hoofdkraan en aan de tappunten (koud- en warm water).

Om de monsternamen eenvoudig te houden, zijn in het onderzoek geen zuurstofmonsters genomen. Wel zijn de zuurgraad, bicarbonaat- en carbonaatgehalten gemeten, omdat deze van invloed zijn op het metaaloplossend vermogen.

De temperatuur is bepaald voor de interpretatie van de warmwatergegevens en om na te gaan in hoeverre opwarming van het drinkwater optreedt in dienstleidingen en in de drinkwaterinstallatie.

3.6 Toetsingscriteria

Als toetsingscriteria komen de communautaire waarden van de EG-richtlijn en de waarden genoemd in het Waterleidingbesluit in aanmerking. Deze waarden zijn hieronder samengevat in tabel I.

parameter	eenheid	EG-richtlijn		Waterleidingbesluit	
		richtniveau	MTW	richtniveau	MTW
METALEN					
koper	µg/l	100 ps	3000 ¹	100 ps ²	3000 ³
lood	µg/l		50 ⁴	15 ps	50 ⁵
cadmium	µg/l		5	1 ps	5
zink	µg/l	100 ps	5000 ⁶	100 ps	5000 ⁷
ijzer	µg/l	50	200		200
mangaan	µg/l	20	50		50
OVERIGE PARAMETERS					
troebelheid	FTE	0.4	4		4 ⁸
pH	-	6.5 - 8.5	9.5		7 - 9.5
temperatuur	°C	12	25		25
bicarbonaat	mg/l		minimaal 30		minimaal 30
calcium	mg/l	100			60 - 150 ⁹
nitriet	mg/l		0.1		0.1
ammonium	mg/l	0.05	0.5		0.21 ¹⁰
kaliumper- manganaatverbruik	mg/l	8	20		20 ¹¹
kleur	Pt/Co mg/l	1	20		20
reuk	verdunnings- factor	0	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C		2 bij 12 °C 3 bij 25 °C
smaak	verdunnings- factor	0	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C		2 bij 12 °C 3 bij 25 °C

Tabel I - Toetsingscriteria van de in dit onderzoek gemeten waterkwaliteitsparameters. Het zijn de grenswaarden genoemd in de EG-richtlijn en in het Waterleidingbesluit

MTW = maximaal toegestane waarde

ps = af pompstation

Opmerkingen bij tabel I.

1. Koper maximaal 3000 $\mu\text{g}/\text{l}$ na 12 uur stilstand in een koperen buis en vlak voor de levering aan de gebruiker.
2. Koper jaargemiddelde af pompstation < 100 $\mu\text{g}/\text{l}$.
3. Koper maximaal 3000 $\mu\text{g}/\text{l}$ na 16 uur stilstand in een koperen leiding.
4. Lood in stromend water < 50 $\mu\text{g}/\text{l}$. Indien het monster direct is genomen of na doorstroming en het gehalte aan lood veelvuldig of in aanzienlijke mate 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ overschrijdt, moeten passende maatregelen worden genomen, teneinde de blootstelling aan lood van de gebruiker te verminderen.
5. Lood bepaling van het loodgehalte dient te geschieden nadat de inhoud van het leidinggedeelte waaruit het monster zal genomen worden, ververst is.
6. Zink maximaal 5000 $\mu\text{g}/\text{l}$ na 12 uur stilstand in een verzinkt stalen buis en vlak voor de levering aan de gebruiker.
7. Zink maximaal 5000 $\mu\text{g}/\text{l}$ na 16 uur stilstand in een verzinkt metalen leiding.
8. Troebelheid 10 mg/l SiO_2 of de overeenkomende waarde in formazine troebelingsseenheden.
9. Calcium minimaal 60 mg/l uitgedrukt in mg/l Ca^{2+} , te berekenen als aantal mg Ca^{2+} + 1.66 x aantal mg Mg^{2+}/l .
Van overschrijding is sprake als het jaargemiddelde van de waarnemingen de in de tabel genoemde waarden overschrijdt.
10. Ammonium 0.16 mg/l N.
11. Kaliumpermanganaatverbruik 5 mg/l O_2 .

3.7 Betrouwbaarheid van de meetresultaten

Indien analyseresultaten vergeleken worden met normwaarden, dient men stil te staan bij de onzekerheid die in de uitslagen aanwezig is. Een handvat hierbij vormt het ringonderzoek dat in KIWA-verband uitgevoerd wordt^{5,6,7}. Aan dit onderzoek wordt deelgenomen door alle in KIWA-verband samenwerkende laboratoria.

In het ringonderzoek wordt gebruik gemaakt van standaarden en van addities van de betrokken parameter aan drinkwater. De totale analysefout (Mc Farrenanalyse) die ontstaat als alle laboratoria aan indentieke monsters meten, is (uitgedrukt in procenten) gelijk aan:

$$\% \text{ TF} = \frac{\text{w.w.} - \bar{x} + 2S}{\text{w.w.}} \times 100 \%$$

waarin:

w.w. = werkelijke waarde

s = standaardafwijking

\bar{x} = gemiddelde gevonden waarde

Als in het ringonderzoek gebruik gemaakt is van additie, wat vaak bij zware metalen het geval is, kan de totale analysefout niet direct berekend worden, omdat de werkelijke waarde onbekend is. Door de werkelijke waarde gelijk te stellen aan de gemiddelde gevonden waarde, kan de totale analysefout met de volgende formule benaderd worden:

$$\% \text{ TF} = \frac{2S}{\bar{x}} \times 100 \%$$

De beoordelingcriteria die het KIWA momenteel hanteert op basis van Mc Farrens formule zijn:

Concentratie mg/l	goed % TF	matig % TF	slecht % TF
> 50	< 15	15- 30	> 30
10-50	< 25	25- 50	> 50
0.1-10	< 35	35- 60	> 60
< 0.1	< 50	50- 75	> 75
<< 0.1	< 75	75-150	>150

Aan de hand van de resultaten van het ringonderzoek is voor zoveel mogelijk relevante parameters een schatting gemaakt van de totale analysefout in procenten van de grenswaarde genoemd in het Waterleidingbesluit. De resultaten daarvan zijn samengevat in tabel II.

Het ringonderzoek aan de zware metalen heeft tot op heden weinig eenduidige resultaten opgeleverd, zodat enig voorbehoud op zijn plaats is.

Parameter	Grenswaarde	% totale fout
ijzer	200 µg/l	30
mangaan	50 µg/l	35
lood	50 µg/l	48
koper	3000 µg/l	31*
cadmium	5 µg/l	80*
zink	5000 µg/l	20*
troebelheid	4 FTE	44*
kaliumperman- ganaatverbruik	20 mg/l	66

Tabel II - Percentuele totale analysefout (als percentage van de grenswaarde) voor enkele parameters zoals deze bepaald is in het ringonderzoek van het KIWA

* Onder voorbehoud, is bij lagere waarden bepaald.

Wat bovenstaande voor het toetsingsonderzoek van de waterkwaliteit betekent, wordt met een voorbeeld toegelicht.

Voor ijzer geldt een maximaal toegestane concentratie van 200 $\mu\text{g/l}$. Bij een totale analysefout van 30 % betekent dit, dat bij gevonden waarden tussen 170 en 230 $\mu\text{g/l}$ niet met voldoende zekerheid (> 95 % betrouwbaarheid) gezegd kan worden of aan de norm voldaan wordt.

4 RESULTATEN EN DE INTERPRETATIE DAARVAN

4.1 De waterkwaliteit na het verblijf in transport- en distributiesysteem

Watermonsters die genomen worden aan het leveringspunt na doorstroming (minimaal driemaal verversen van de buisinhoud), geven een beeld van de waterkwaliteit na distributie. In deze monsters vertonen parameters als nitriet, geleidbaarheid, ammonium, kleur en kaliumpermanganaat bij alle bedrijven die aan het onderzoek deelgenomen hebben een zeer lage spreiding. Een uitzondering hierop vormen de waarnemingen van bedrijf 6. De hogere spreidingen in de metingen van dit bedrijf zijn het gevolg van de keuze van de locaties in het distributiegebied van meerdere pompstations.

Voor deze parameters is een kleine steekproef uit het distributiegebied, totaal 18 percelen, voldoende om te kunnen beoordelen of aan de normen voldaan wordt. In de onderzochte monsters is geen enkele maal een overschrijding geconstateerd.

De spreiding in de troebelheid is groter (zie tabel III) maar aan de eis dat deze lager moet zijn dan 4 FTE kan gemakkelijk voldaan worden. Ook het ijzergehalte in de monsters vertoont een grote spreiding (zie tabel III). Door deze spreiding kan over het algemeen aan de hand van de gekozen steekproefgrootte geen duidelijke uitspraak gedaan worden over het ijzergehalte in het distributiegebied in relatie tot de gestelde grenswaarden.

In de onderzochte monsters wordt de maximaal toegestane concentratie (MTC) van 200 $\mu\text{g/l}$ een aantal malen overschreden, terwijl het richtniveau van 50 $\mu\text{g/l}$ regelmatig overschreden wordt. Voor een meer betrouwbaar beeld van de optredende ijzercon-

concentraties verdient het aanbeveling een grotere steekproef te nemen. Met name voor het ijzergehalte, maar ook voor de troebelheid geldt, dat op bepaalde plaatsen in het net tijdelijk problemen op kunnen treden. Deze "verdachte" gebieden, waar de stroomsnelheid over het algemeen laag is, maar waar periodiek hogere stroomsnelheden voorkomen, dienen in een waterkwaliteitsonderzoek extra aandacht te krijgen.

Hetzelfde geldt voor het mangaangehalte. De spreidingen in het mangaangehalte zijn acceptabel mede gezien de zeer lage concentratie (zie tabel III). Op één uitzondering na liggen alle gemeten concentraties beneden de MTC van 50 $\mu\text{g/l}$, terwijl vrijwel alle waarnemingen beneden het richtniveau van 20 $\mu\text{g/l}$ liggen. Grondwaterbedrijven die ontmanging toepassen, kunnen periodiek geconfronteerd worden met te hoge mangaangehalten in het distributienet, bijvoorbeeld in perioden waarin de zuivering niet optimaal werkt en er doorslag van mangaan optreedt. Deze verhoging van het mangaangehalte zal overigens al in het uitgaande water van het pompstation meetbaar zijn. Daarnaast kan in bepaalde gebieden van het net waar zich mangaanafzettingen bevinden, bij een verhoging van de stroomsnelheid mangaan opgewerveld worden, wat aanleiding geeft tot klachten.

Bij een kleine willekeurige steekproef ter bepaling van de waterkwaliteit dient men zich te realiseren, dat voor enkele parameters, die tijdens transport aan verandering onderhevig zijn, de aldus verzamelde informatie onvoldoende is om algemene conclusies te trekken.

Bedrijf	Troebelheid (FTE)	IJzerconcentratie ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Mangaanconcentratie ($\mu\text{g}/\text{l}$)
1	0.15-0.25 (9)	< 10 (9)	< 10 (9)
2		15-280 (9)	30 (9)
3	0.23-0.60 (18)	5- 31 (18)	2- 5 (18)
4	0.13-0.74 (18)	1-250 (18)	1-57 (18)
5	0.26-0.60 (12)	10-110 (12)	20 (12)
6		9- 50 (9)	1-20 (9)
7		10-210 (18)	5-11 (18)

Tabel III - Range van gemeten waarden voor de troebelheid, het ijzer- en het mangaangehalte en het aantal waarnemingen voor de verschillende bedrijven

4.2 De waterkwaliteit na het verblijf in de dienstleiding en de binneninstallatie

Tijdens het verblijf in dienstleiding en binneninstallatie zijn met name de temperatuur en de metaalgehalten aan verandering onderhevig.

Overschrijdingen van de maximaal toegestane temperatuur van 25 °C worden in dit onderzoek niet gevonden. Tevens blijkt, dat de gemiddelde temperatuur achtereenvolgens toeneemt in de volgorde:

dienstleiding na doorstroming;

binnenleiding na doorstroming;

dienstleiding na 8 uur stagnatie;

binnenleiding na 8 uur stagnatie.

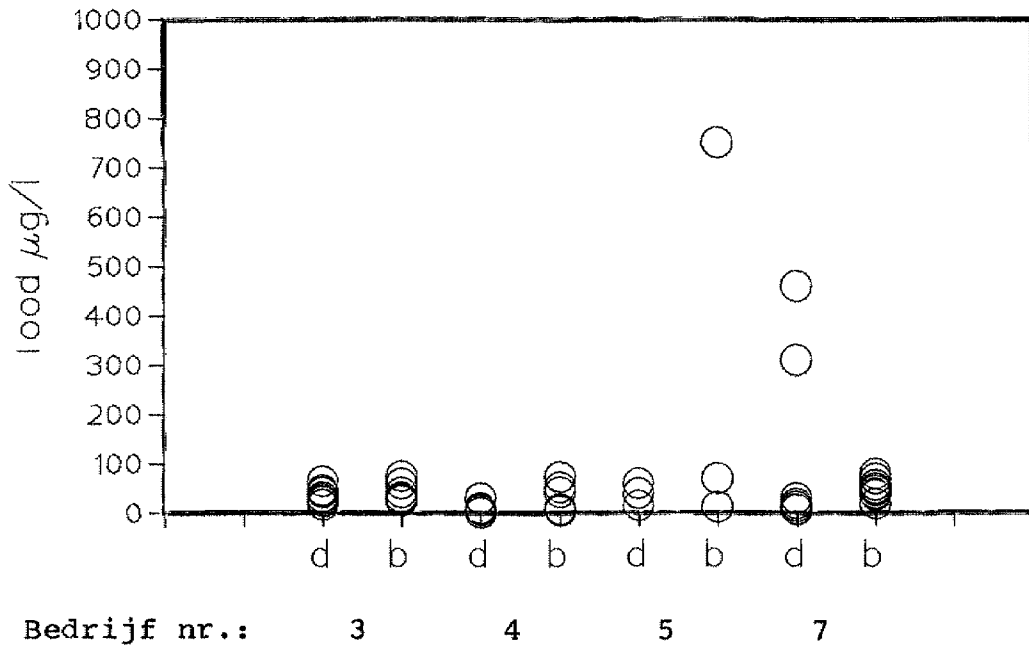
Alhoewel deze verschillen in temperatuur volgens de t-toets voor gepaarde waarnemingen significant zijn, is de temperatuurverhoging die optreedt verwaarloosbaar klein. Temperatuurproblemen zullen eerder optreden in grote flatgebouwen en bij de

aanwezigheid van drinkwatercirculatiesystemen. In de voor dit onderzoek geselecteerde direct aangesloten woonpercelen speelt het temperatuuraspect veel minder.

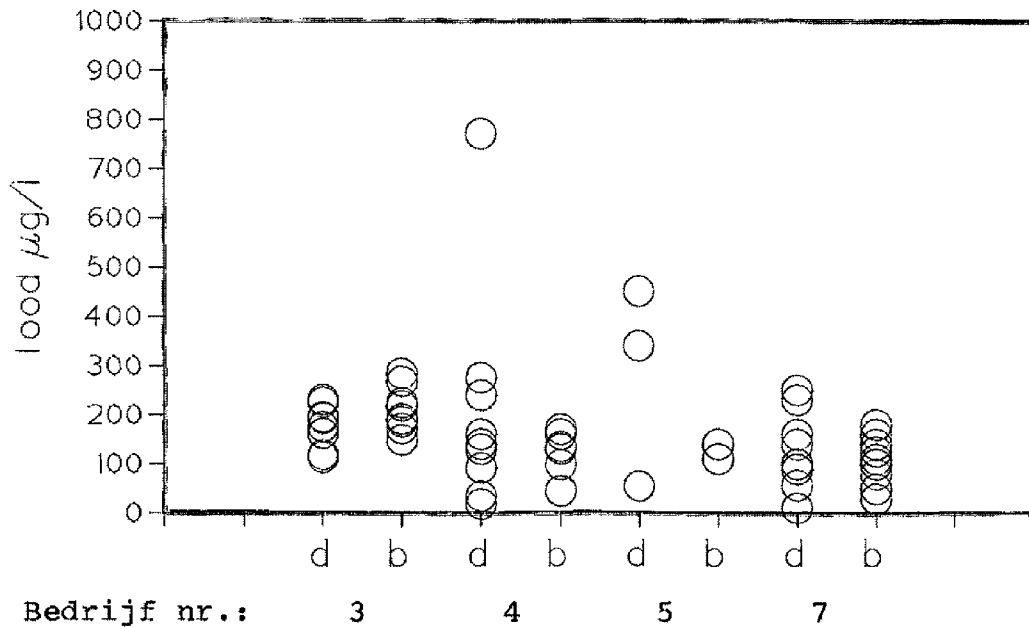
Ondanks de uniforme bemonsteringsmethode is de spreiding in de metaalgehalten erg groot. In de beoordeling van deze spreiding moet echter de hoogte van de gemeten concentratie in vergelijking met de toegestane concentraties betrokken worden. De relevante metalen (lood, koper, zink en cadmium) worden apart besproken.

Lood in loodpercelen

Niet alle bedrijven zijn in staat geweest geschikte loodpercelen te vinden, zodat het aantal waarnemingen erg beperkt is. In de gemeten loodgehalten treedt een vrij grote spreiding op, zowel na doorstroming als na 8 uur stagnatie (zie de figuren 2 en 3). In dit opzicht is er geen verschil tussen monsters uit de dienstleiding en monsters uit de binneninstallatie (zie tabel IV). Voor de parameter lood is de spreiding in de resultaten van groot belang, omdat de concentraties in de doorstroommonsters rond de kritische grens van 50 $\mu\text{g/l}$ liggen. Na 8 uur stagnatie is de spreiding tussen de verschillende percelen nog iets hoger. Ondanks deze spreiding kan de conclusie getrokken worden, dat er in distributiegebieden waar loodpercelen voorkomen veel overschrijdingen van de 100 $\mu\text{g/l}$ -grens optreden, zowel aan het leveringspunt als aan het tappunt.



Figuur 2 - Loodconcentraties in loden dienstleiding (d) en loden binnenleiding (b) na doorstromen



Figuur 3 - Loodconcentraties in loden dienstleiding (d) en loden binnenleiding (b) na 8 uur stagnatie

Bedrijf		3	4	5	7
DIENSTLEIDING					
0 uur	gem.	33	10	38	98
	VC	44	124	59	170
8 uur	gem.	176	207	282	126
	VC	23	110	72	61
BINNENLEIDING					
0 uur	gem.	40	28	278	51
	VC	43	99	148	36
8 uur	gem.	220	112	970	108
	VC	23	46	151	46

Tabel IV - Het gemiddelde loodgehalte en de variatiecoëfficiënt van het gemiddelde loodgehalte in loodpercelen voor 4 waterleidingbedrijven.

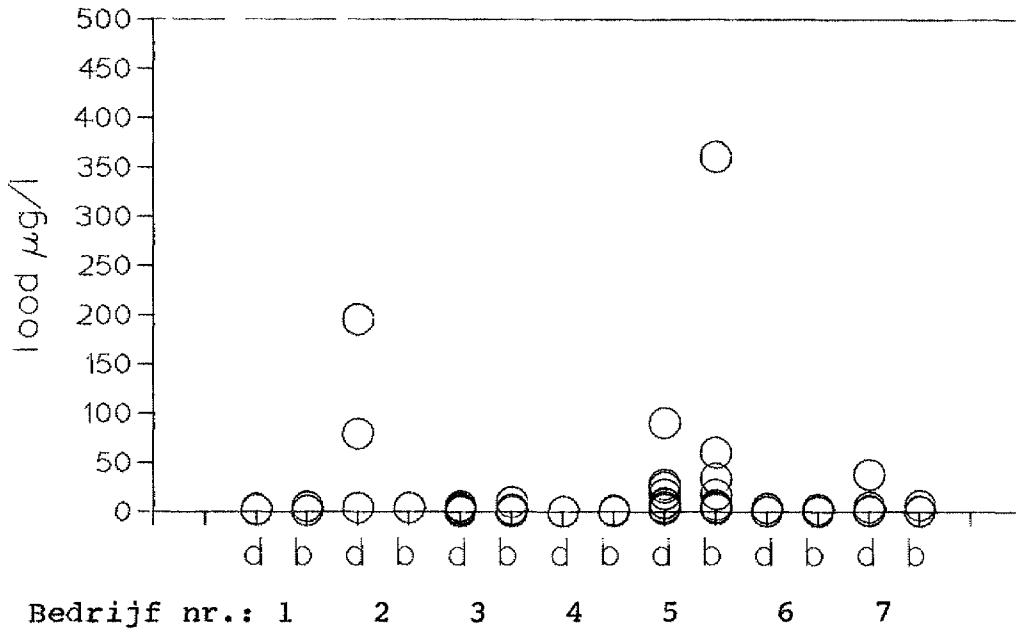
In de dienstleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand en in de binnenleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand

Lood in koperpercelen

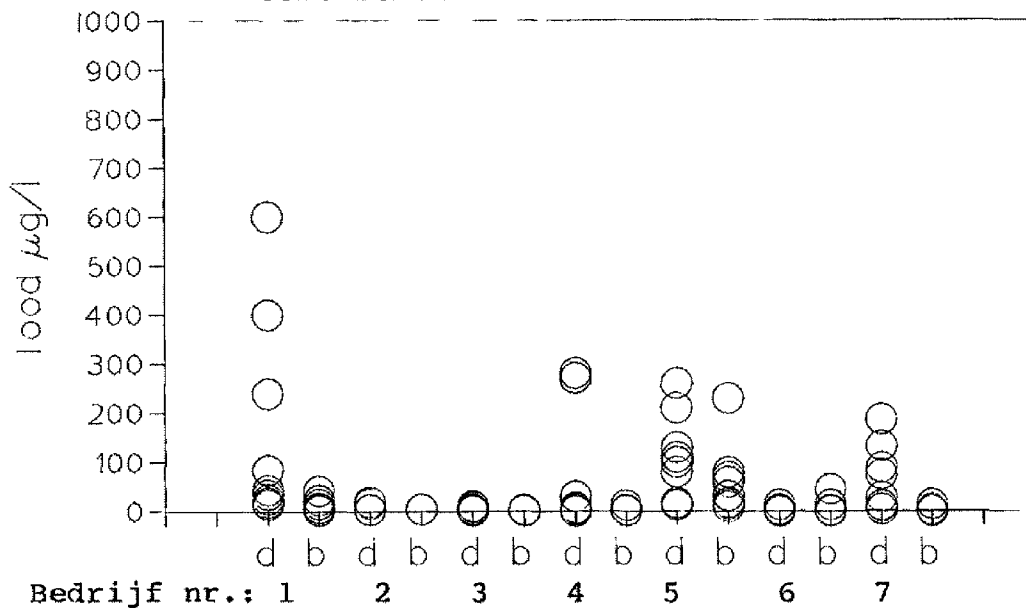
Ook in de zogenaamde koperpercelen worden soms hoge loodgehalten gemeten (zie de figuren 4 en 5). Dit is niet alleen het geval na 8 uur stagnatie maar ook, zij het in mindere mate, na doorstroming. Omdat er een grote spreiding in de loodgehalten optreedt, is het de vraag of de bemonsterde percelen altijd volledige koperpercelen waren of dat ergens in de leiding één of meerdere stukken lood aanwezig zijn geweest. Niet alle bedrijven hebben even intensief in koperpercelen gemeten, zodat de resultaten een wat vertekend beeld kunnen geven.

Een conclusie die uit de resultaten getrokken kan worden is dat ook in de zogenaamde koperpercelen

lood gemeten dient te worden, te meer daar er regelmatig overschrijdingen van de 100 µg/l-grens optreden.



Figuur 4 - Loodconcentraties in koperen dienstleiding (d) en koperen binnenleiding (b) na doorstromen



Figuur 5 - Loodconcentraties in koperen dienstleiding (d) en koperen binnenleiding (b) na 8 uur stagnatie

Koper in koperpercelen

Het kopergehalte dat gemeten wordt in doorstroommonsters vertoont een grote spreiding (figuur 6). Voor de waterleidingbedrijven is deze spreiding van ondergeschikt belang omdat geen enkel doorstroommonster meer dan 600 µg/l koper bevat. De concentraties zijn veelal lager dan 300 µg/l, dus minder dan één tiende van de grenswaarde.

Ook de monsters die genomen zijn na 8 uur stagnatie vertonen een grote spreiding (figuur 7) in het kopergehalte. Deze spreiding is wel van belang en met name voor de bedrijven die met hun koperconcentraties in de buurt van de grenswaarde van 3000 µg/l komen.

Er is geen duidelijk verschil tussen monsters genomen aan het leveringspunt en aan het tappunt (zie tabel V).

Volgens de eisen, gesteld in de EG-richtlijn en in het Waterleidingbesluit, geldt een stagnatietijd van 12 respectievelijk 16 uur. In principe moeten de na 8 uur stagnatie gemeten koperconcentraties omgerekend worden. Uit onderzoek naar het koperoplossend vermogen van drinkwater is gebleken, dat in de onderzochte buizen (12 mm uitwendige diameter) na 8 uur stagnatie al 96 % van de evenwichtswaarde van koper in water bereikt is.

Omdat een omrekening van de gevonden concentraties weinig effect op het totaalbeeld zal hebben, is dit achterwege gelaten.

Ondanks de spreiding die in de metingen optreedt, krijgt men een aardige indicatie of er gevaar bestaat voor een overschrijding van de kopernorm in het distributiegebied. In enkele percelen treedt na 8 uur stagnatie inderdaad overschrijding van de norm op.

Bedrijf		1	2	3	4	5	6*	7
DIENSTLEIDING								
0 uur	gem.	108	74	95	6	66	75	53
	VC	40	122	38	54	65	169	75
8 uur	gem.	1936	286	1588	354	567	442	602
	VC	42	64	43	81	77	150	28
BINNENLEIDING								
0 uur	gem.	291	45	112	58	78	105	74
	VC	49	70	17	103	53	148	75
8 uur	gem.	2351	255	2013	729	432	664	622
	VC	46	57	28	16	43	108	32

Tabel V - Het gemiddelde kopergehalte en de variatiecoëfficiënt van het gemiddelde kopergehalte in koperpercelen van de 7 waterleidingbedrijven.

In de dienstleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand en in de binnenleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand

* In het distributiegebied van meerdere pompstations bemonsterd.

Zink in loodpercelen

Het gehalte aan zink in de monsters die genomen zijn in loodpercelen, is over het algemeen laag. Na stilstand liggen de zinkconcentraties hoger dan na doorstroming. Slechts tweemaal is het zinkgehalte groter dan 1000 µg/l, waarbij de norm van 3000 µg/l nooit overschreden wordt.

Zink in koperpercelen

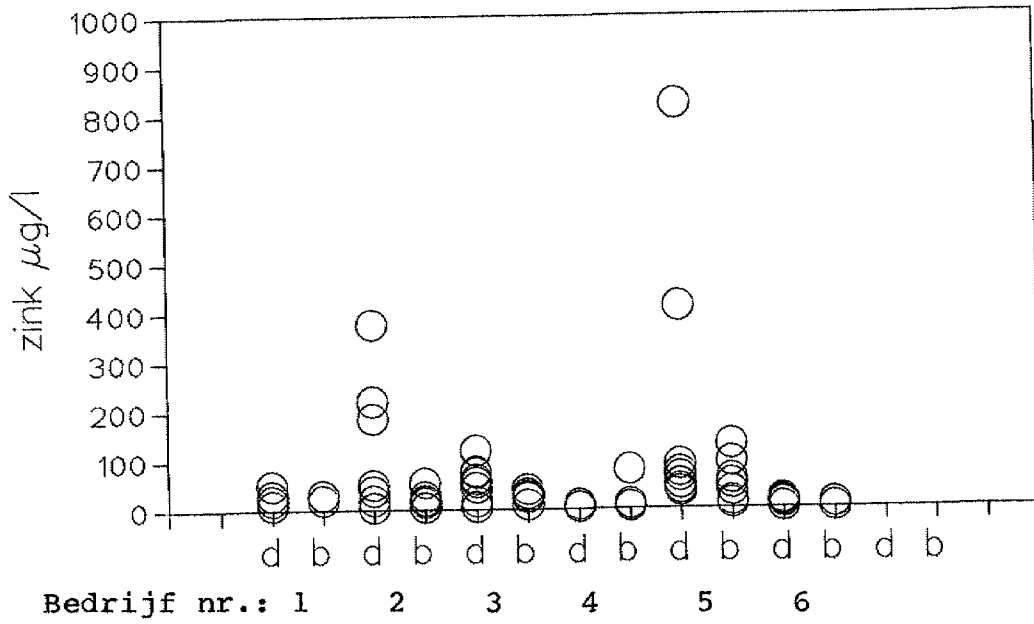
In de meeste monsters die na doorstroming genomen worden, ligt de zinkconcentratie beneden 200 µg/l (figuur 8). De spreiding is acceptabel omdat de ge-

meten waarden op een laag niveau liggen. Bij de monsters uit de dienstleidingen komen uitschieters voor, deze gehalten zijn echter nooit hoger dan 1000 $\mu\text{g/l}$. Tijdens stagnatie in koperen leidingen treedt bij een aantal bedrijven een stijging van het zinkgehalte op, waarbij de norm van 3000 $\mu\text{g/l}$ soms overschreden wordt (figuur 9). De spreiding in doorstroommonsters en stagnatiemonsters verschilt niet wezenlijk van elkaar (tabel VI). Bij de stagnatiemonsters kunnen hoge zinkgehalten optreden. Omdat daar kans is op het overschrijden van de zinknorm, speelt de spreiding een grotere rol dan bij doorstroommonsters.

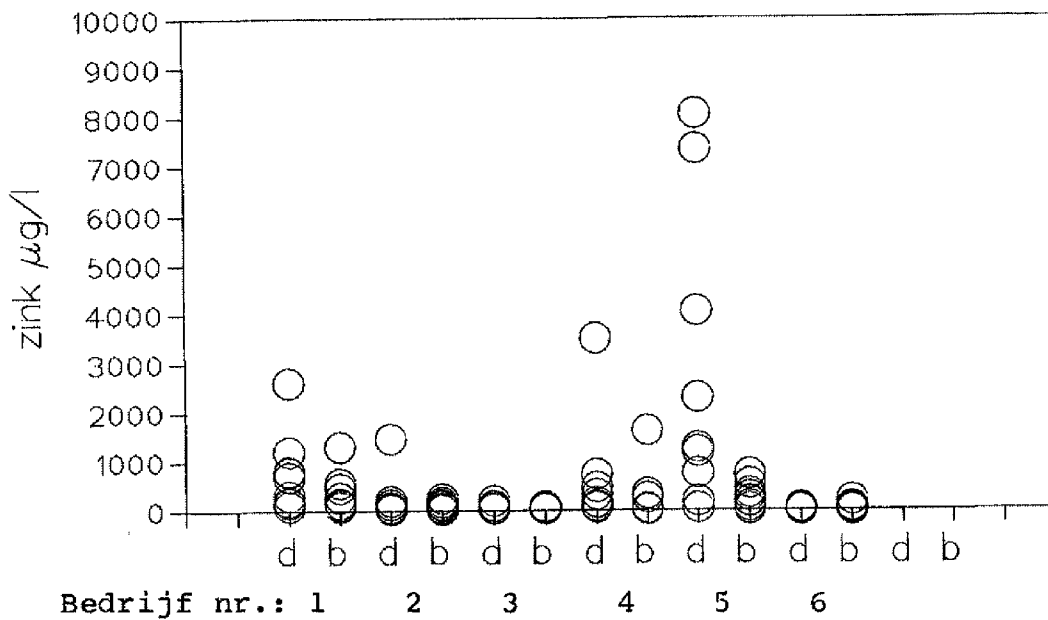
Met name bij bedrijf 5 worden in de dienstleiding hoge zinkconcentraties gemeten in sommige percelen. (Het betreft hier echter percelen met een afwijkend tappatroon, zie ook 4.5.) De vraag is waarom alleen de dienstleiding dit beeld te zien geeft en niet de binnenleiding.

Mogelijk heeft dit te maken met de toegepaste materialen of de methode van monsternamen, bijvoorbeeld na het vervangen van het aftapkraantje.

De zinkconcentratie mag de grens van 5000 $\mu\text{g/l}$ niet overschrijden na 12 respectievelijk 16 uur stagnatie (EG-richtlijn, Waterleidingbesluit). Over de relatie tussen de verblijftijd en de zinkconcentratie in drinkwater is nog onvoldoende bekend om de concentraties, gemeten na 8 uur stagnatie, om te kunnen rekenen. Toch kunnen de meeste bedrijven op grond van de uitgevoerde metingen een indruk krijgen of ze gemakkelijk aan de eisen kunnen voldoen of dat de kans bestaat op overschrijding.



Figuur 8 - Zinkconcentraties in koperen dienstleiding (d) en koperen binnenleiding (b) na doorstromen



Figuur 9 - Zinkconcentraties in koperen dienstleiding (d) en koperen binnenleiding (b) na 8 uur stagnatie

Bedrijf		1	2	3	4	5	6	7
DIENSTLEIDING								
0 uur	gem.	23	436	57	6	623	10	-
	VC	52	223	63	30	209	62	-
8 uur	gem.	760	266	89	630	2804	35	-
	VC	103	170	61	174	108	60	-
BINNENLEIDING								
0 uur	gem.	27	21	26	15	60	25	-
	VC	19	72	43	163	66	84	-
8 uur	gem.	408	99	55	263	346	58	-
	VC	92	72	44	199	78	106	-

Tabel VI - Het gemiddelde zinkgehalte en de variatiecoëfficiënt van het gemiddelde zinkgehalte in koperpercelen van de 7 waterleidingbedrijven.

In de dienstleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand en in de binnenleiding na doorstroming en na 8 uur stilstand

Cadmium

De cadmiumgehalten die gevonden worden in de percelen zijn over het algemeen erg laag, veelal beneden de detectiegrens voor cadmium. Toch worden in enkele gevallen uitschieters gevonden zoals bijvoorbeeld een cadmiumconcentratie van 120 µg/l. Uitschieters zullen in elk distributiegebied voorkomen, meer afhankelijk van de toegepaste installatietechniek dan van de waterkwaliteit.

Concluderend kan gesteld worden, dat een kleine steekproef van 9 percelen per materiaal, ondanks de grote spreiding die in de concentraties optreedt, een redelijke indruk geeft van de optredende me-

taalconcentraties. Een uitzondering hierop vormt het gehalte aan cadmium. Aangezien het hier echter om uitschieters gaat, zijn deze waarschijnlijk het gevolg van toegepaste materialen bij de installatie.

4.3 De kwaliteit van warm getapt drinkwater

In het distributiegebied van 6 waterleidingbedrijven zijn monsters genomen van het warme water uit boilers en geisers. Dit om een eerste indruk te krijgen van de kwaliteit van het warme water uit deze apparaten. De apparaten zijn bemonsterd zoals ze in de percelen aangetroffen werden. De warmwaterkraan werd opengedraaid en na enige tijd werd een monster genomen.

De verblijftijd van het water in het perceel en in het warmwaterapparaat is zodoende onbekend. De kwaliteit van het warme water wordt vergeleken met de kwaliteit van het koude water na doorstroming (koudwatertappunt).

In het warme water kunnen de metaalconcentraties hoger liggen dan in het koude water na doorstroming. Dit geldt met name voor het ijzer-, mangaan-, lood- en kopergehalte.

Normoverschrijdingen zijn geconstateerd voor ijzer, mangaan, lood en cadmium. Omdat slechts een klein aantal warmwaterapparaten is bemonsterd, kunnen geen algemene conclusies getrokken worden. Een uitgebreid onderzoek naar de kwaliteit van warmwater is echter dringend gewenst.

4.4 Verskil tussen de waterkwaliteit aan het leveringspunt en aan het tappunt

Uit een toetsing (t-toets voor gepaarde waarnemin-

gen) van de waarnemingen blijkt, dat er over het algemeen geen significant verschil is tussen de waterkwaliteit aan de hoofdkraan en aan het koudwater-tappunt. Dit geldt zowel voor monsters genomen na stagnatie als na doorstroming. De monsters, genomen aan de hoofdkraan na doorstroming, geven soms een hoog zinkgehalte te zien. Dit doet vermoeden, dat hier sprake is van de invloed van het aftapkraantje. Uit vooronderzoek is gebleken, dat het zonder speciale voorbereidingen (zie bijlage II) niet mogelijk is representatief monsters te nemen aan het leveringspunt. Voor de praktijk van de monsternamen betekent dit, dat monsters getapt aan een koudwaterkraan (normaal gebruikt tappunt) representatief zijn voor zowel de dienst- als de binnenleiding mits beide uit hetzelfde materiaal vervaardigd zijn.

4.5 Waterkwaliteit in percelen met een afwijkend tappatroon

Uit het onderzoek, dat uitgevoerd is door bedrijf 5 in brugwachtershuisjes en in gemalen, is de indruk ontstaan, dat in percelen met een afwijkend tappatroon (weinig of geen afname) een hogere afgifte van metalen aan drinkwater optreedt dan in normale woonpercelen. Met name het zinkgehalte, maar in mindere mate ook het lood- en cadmiumgehalte liggen veelal hoger dan in de "normale" koper- en loodpercelen (zie tabel VII). Gezien deze resultaten is het voor de waterleidingbedrijven van belang in een representatieve steekproef alleen percelen met een normaal tappatroon op te nemen. Daarnaast is het noodzakelijk aandacht te besteden aan de bijzondere omstandigheden omdat een vergelijkbare situatie kan optreden in scholen en bijvoorbeeld zomerhuisjes.

	<u>Koperpercelen</u>				<u>Loodpercelen</u>			
	Dienstleiding na doorstromen							
	Pb	Cu	Cd	Zn	Pb	Cu	Cd	Zn
Normaal perceel	1	36	0,08	32				
Afwijkend perceel	21	66	0,18	623	38	16	0,10	37
	Dienstleiding na 8 uur stilstand							
	Pb	Cu	Cd	Zn	Pb	Cu	Cd	Zn
Normaal perceel	12	533	0,13	240				
Afwijkend perceel	111	567	0,93	2804	282	39	0,27	228
	Binnenleiding na doorstromen							
	Pb	Cu	Cd	Zn	Pb	Cu	Cd	Zn
Normaal perceel	1	143	0,10	57	50	7	0,05	7
Afwijkend perceel	55	78	0,10	60	278	84	0,13	118
	Binnenleiding na 8 uur stilstand							
	Pb	Cu	Cd	Zn	Pb	Cu	Cd	Zn
Normaal perceel	4	660	0,12	232	93	21	0,05	20
Afwijkend perceel	64	432	0,48	346	970	297	0,50	727

Tabel VII - Vergelijking tussen metaalconcentraties in water uit percelen met een normaal tappatroon en percelen waar weinig en onregelmatig water getapt wordt

4.6 Spreading binnen panden

In een vooronderzoek is de spreading binnen panden bepaald. Bij een nadere beschouwing blijkt, dat de eerste meting in een perceel veelal afwijkende metaalconcentraties te zien geeft. Omdat dit een terugkerend patroon is, is het aannemelijk, dat de oorzaak van deze spreading gezocht moet worden in de proefuitvoering en de bemonstering. Hierbij

wordt gedacht aan het te snel inzetten van een experiment na een ingreep (vervangen aftapkraantje, na lange tijd open- en dichtdraaien van de stopkraan, stoten tegen de leiding en dergelijke) of de onervarenheid van de uitvoerder met het experiment. Door geruime tijd voor het experiment het aftapkraantje te vervangen en enige malen stopkraan en aftapkraan te bedienen kan een groot deel van deze spreiding geëlimineerd worden. In een latere fase is opnieuw de spreiding binnen panden bepaald, deze bleek in vergelijking met de spreiding tussen panden geen significante rol te spelen. Dit betekent, dat mits de monstername en de voorbereiding daarvan op de juiste manier geschiedt, volstaan kan worden met een éénmalige bemonstering van een perceel.

4.7

Relatie steekproefgrootte en spreiding

Aan de hand van de variatiecoëfficiënt die gevonden is in de kleine steekproef, kan berekend worden met hoeveel monsters het onderzoek uitgebreid moet worden om een gewenste nauwkeurigheid (variatiecoëfficiënt) te bereiken. In bijlage V is een tabel opgenomen waarmee in de gemeten variatiecoëfficiënt, de gewenste variatiecoëfficiënt en de bijbehorende steekproefgrootte weergegeven zijn. Op zich is de variatiecoëfficiënt echter niet de meest ideale methode om spreiding te beoordelen, omdat de absolute hoogte van de waarnemingen een belangrijke invloed heeft op de grootte van de variatiecoëfficiënt. Voor de waterleidingbedrijven zal de beoordeling van de spreiding in de gemeten concentraties mede afhangen van de absolute hoogte ten opzichte van de gestelde normen. De beoordeling van alleen de variatiecoëfficiënt is in een dergelijk onderzoek onvoldoende zoals uit de volgende voorbeelden

mag blijken.

Voorbeeld 1 Het cadmiumgehalte in 9 percelen is:

minimaal 0,05 $\mu\text{g}/\text{l}$

maximaal 0,58 $\mu\text{g}/\text{l}$

gemiddeld 0,17 $\mu\text{g}/\text{l}$

De variatiecoëfficiënt is zeer hoog, namelijk 114 %.

Omdat de gemeten concentraties echter ver beneden de MTC-waarde liggen, is deze grote spreiding van ondergeschikt belang voor de waterleidingbedrijven.

Voorbeeld 2 Het loodgehalte in dezelfde percelen is:

minimaal 19 $\mu\text{g}/\text{l}$

maximaal 80 $\mu\text{g}/\text{l}$

gemiddeld 51 $\mu\text{g}/\text{l}$

De variatiecoëfficiënt is voor de parameter lood laag, namelijk 36 %. Omdat de loodconcentraties zich in de buurt van de grenswaarden 50 en 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ bevinden zal deze spreiding echter van veel belang zijn voor de bedrijven.

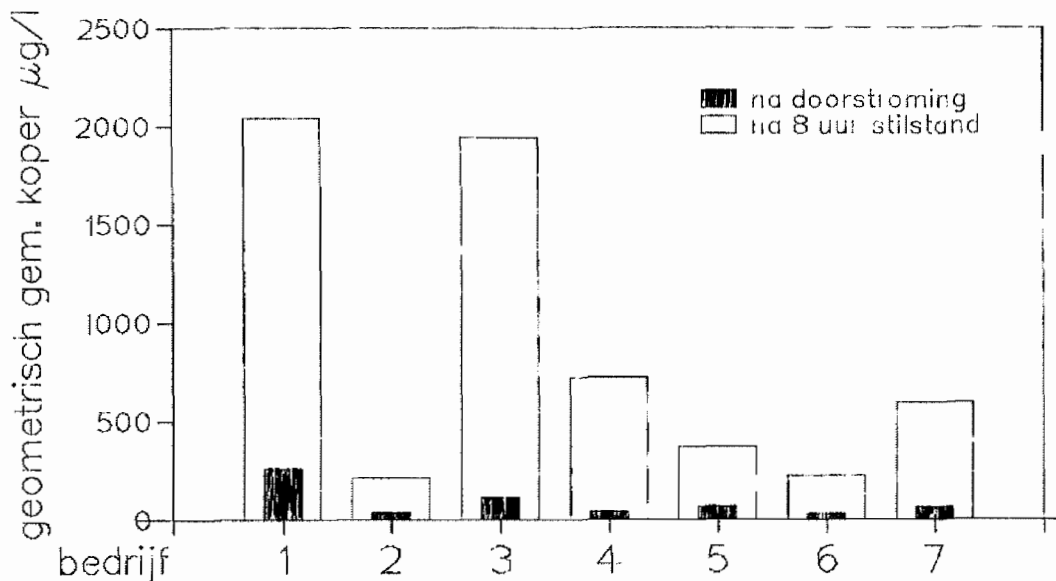
Inzicht in extreme concentraties die voor kunnen komen, waarden die normaal als uitbijters worden beschouwd, zijn van belang voor het toetsingsonderzoek. Hoe dergelijke waarden beoordeeld moeten worden in relatie tot de gestelde normen, is niet duidelijk.

4.8

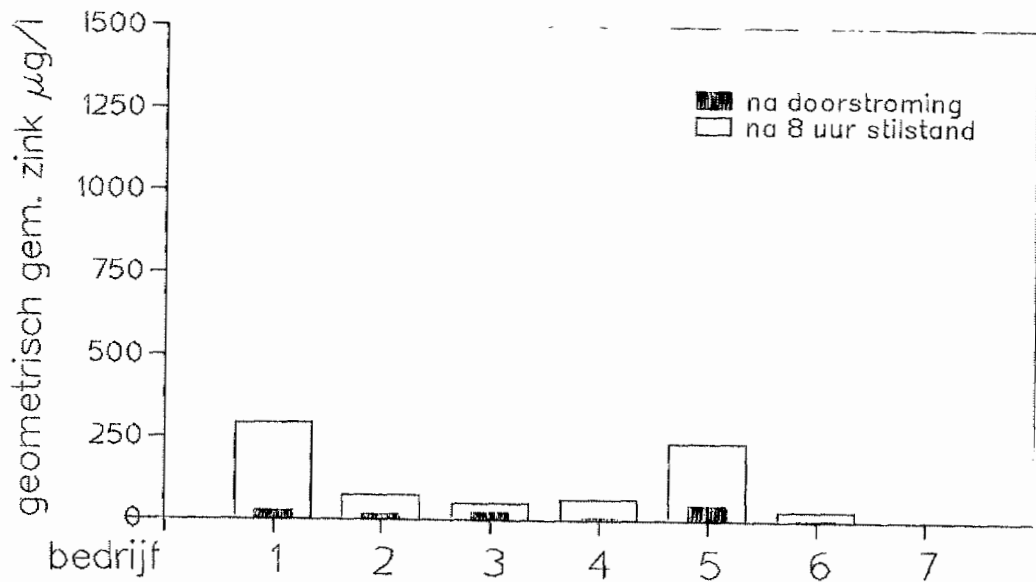
Effect van doorstromen op de waterkwaliteit

Reeds een geringe doorstroming van dienstleiding en binnenleiding geeft een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit. Een geringe doorstroming bete-

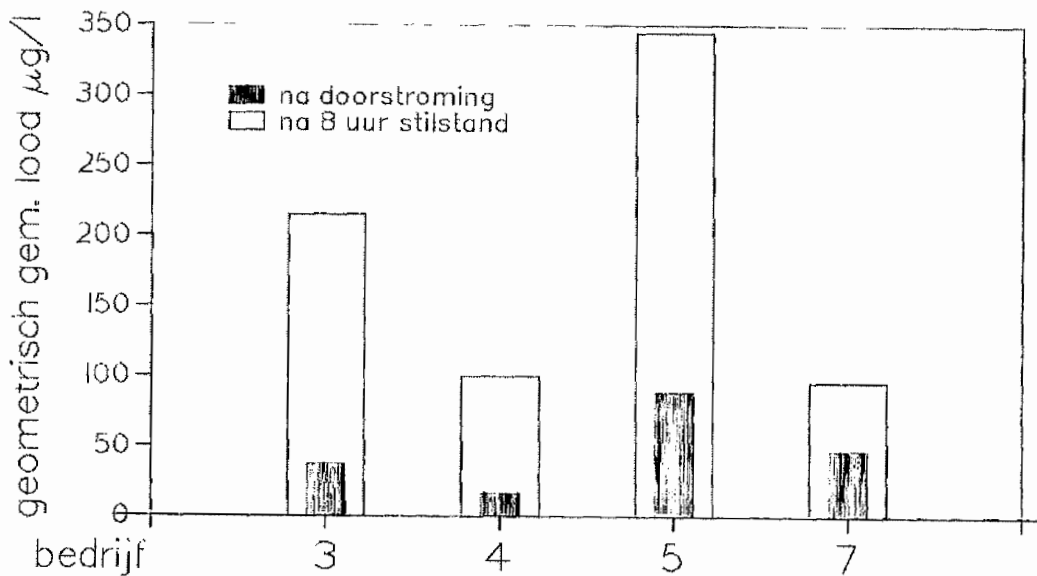
kent in dit onderzoek het driemaal verversen van de totale buisinhoud met een matige waterstraal (potlooddik). Als voorbeeld van het effect van doorstromen zijn voor enkele metalen (koper en zink in koperpercelen en lood in loodpercelen) geometrische gemiddelden van de concentratie na 8 uur stagnatie en na doorstromen weergegeven in de figuren 10, 11 en 12. Het doorstromen van loden leidingen zal niet altijd leiden tot een aanvaardbare loodconcentratie in het getapte water, maar een aanzienlijke reductie kan wel bereikt worden.



Figuur 10 - Effect van doorstromen op de koperconcentratie aan het tappunt (koperpercelen)



Figuur 11 - Effect van doorstromen op de zinkconcentratie aan het tappunt (koperpercelen)



Figuur 12 - Effect van doorstromen op het loodgehalte aan de tapkraan (loodpercelen)

4.9 Relatie toetsingsonderzoek en het onderzoek naar het metaaloplossende vermogen van drinkwater

Als onderdeel van het VEWIN-speurwerkonderzoek naar de metaalafgifte aan drinkwater, wordt momenteel op het KIWA naar wiskundige verbanden gezocht om de lood- en koperconcentraties in drinkwater te kunnen voorspellen.

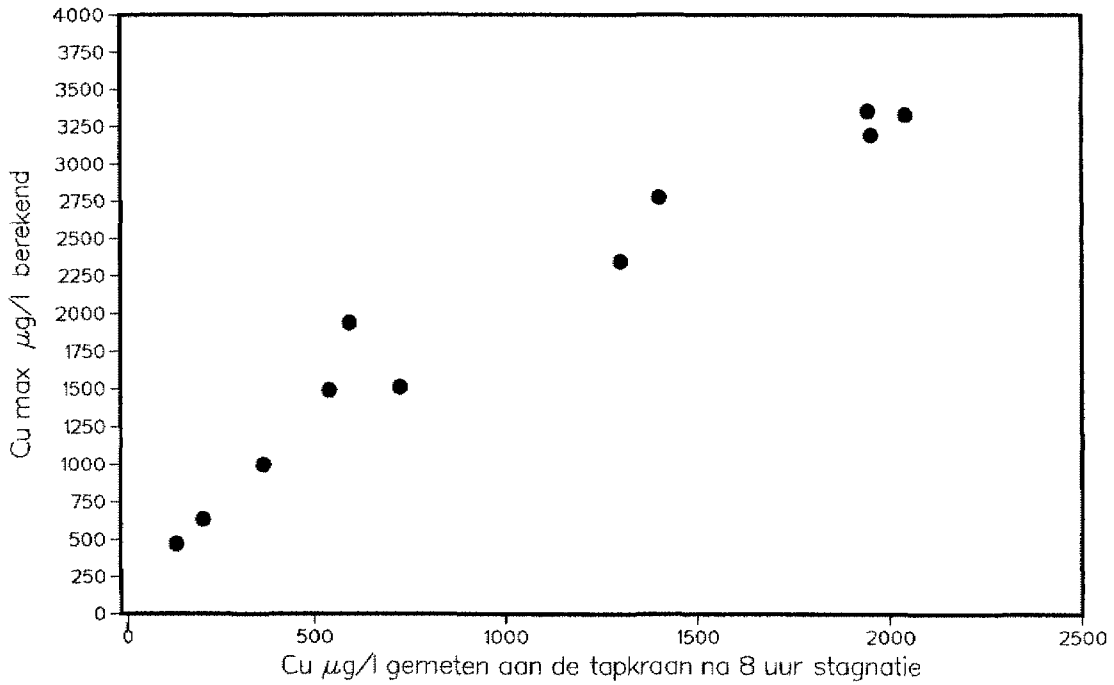
Hiervoor wordt op diverse pompstations in Nederland het lood- en koperoplossende vermogen gemeten met behulp van buizenopstellingen. Voor koper is er een voorlopig verband bekend tussen de maximale koperconcentratie in drinkwater in contact met een koperen buis en de pH en het totaal anorganisch koolstofgehalte van water⁴:

$$[\text{Cu max}] = 0.53 \text{ TAC} - 2.05 \text{ pH} + 15.9$$

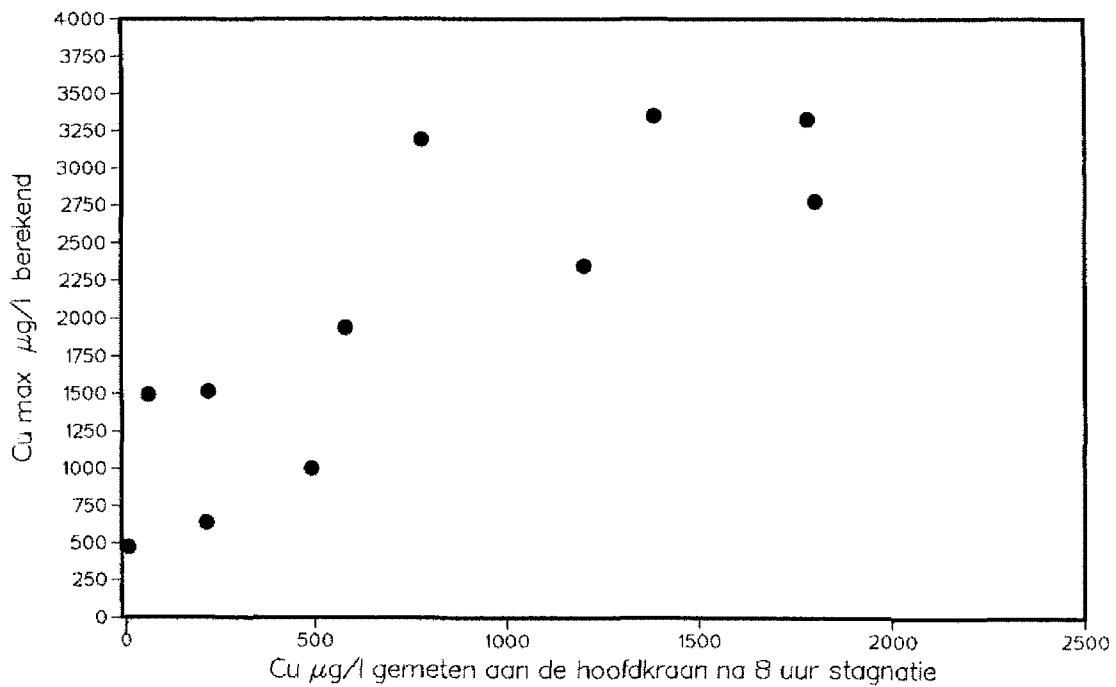
Cu in mg/l

TAC in mMol/l

In principe moet er een verband bestaan tussen de metaalafgifte die op het pompstation gemeten wordt en de metaalconcentraties in het drinkwater aan de tapkraan. Met de nu beschikbare vergelijking kan berekend worden welke koperconcentraties, uitgaande van de waterkwaliteit, maximaal gevonden kunnen worden. Deze berekende koperconcentraties kunnen vergeleken worden met de koperconcentraties die de bedrijven gemeten hebben na 8 uur stagnatie van het drinkwater in een koperperceel. Er blijkt een verband te bestaan tussen de berekende concentraties en de concentraties gemeten aan de tapkraan (zie figuur 13). Het verband met de gemeten concentraties aan de hoofdkraan is minder duidelijk (zie figuur 14).



Figuur 13 - Vergelijking tussen het berekende en het gemeten kopergehalte aan de tapkraan na een stagnatieperiode van 8 uur



Figuur 14 - Vergelijking tussen het berekende en het gemeten kopergehalte aan de hoofdkraan na een stagnatieperiode van 8 uur

Het verband tussen de maximale loodconcentratie in water in contact met een loden buis en de pH en het anorganisch koolstofgehalte van water is ⁸:

$$[\text{Pb max}] = - 211 \text{ pH} + 33 \text{ TAC} + 1934$$

Pb in $\mu\text{g/l}$

TAC in mMol

Alhoewel het aantal waarnemingen in loodpercelen minder talrijk is (zie tabel VIII), blijkt ook hier de berekende waarde een aantal malen hoger te liggen dan de loodconcentraties die in werkelijkheid aan de tapkraan en aan de hoofdkraan gemeten worden.

Pb max berekend	Pb binnenleiding	Pb dienstleiding
335 $\mu\text{g/l}$	124 $\mu\text{g/l}$	157 $\mu\text{g/l}$
390	99	128
427	96	97
529	214	172

Tabel VIII - Berekende loodconcentraties en geometrische gemiddelde van de loodconcentraties die na 8 uur stagnatie gemeten worden aan de tapkraan en aan de hoofdkraan.

De oorzaak van het verschil tussen de berekende en de gemeten koper c.q. loodconcentraties is nog onbekend, dit zal in het eerder genoemde project metaalafgifte onderzocht worden.

DISCUSSIE

- Evaluatie toetsingsonderzoek.

Door het toetsingsonderzoek in een beperkt aantal percelen volgens het voorschrift uit te voeren, krijgt het waterleidingbedrijf een goede indruk van de waterkwaliteit tijdens distributie. Het nauwgezet volgen van het bemonsteringsschema is noodzakelijk om de spreiding in de resultaten te verkleinen.

De meeste parameters zullen tijdens transport en distributie niet wijzigen, zodat deze in het uitgaande water van het pompstation gemeten kunnen worden. Andere parameters zoals nitriet, ammonium, kleur en kaliumpermanganaatverbruik kunnen wel veranderen tijdens transport. In dit onderzoek bleek de spreiding in deze parameters zo gering te zijn, dat volstaan kan worden met een kleine steekproef (10-20 monsters) verspreid over het distributiegebied van een pompstation. Een grotere steekproef is noodzakelijk om inzicht te krijgen in de verandering van het ijzer- en mangaangehalte en van de troebelheid. Omdat deze parameters sterk samenhangen met de hydraulische omstandigheden in het net verdient het aanbeveling met name in "verdachte" gebieden te bemonsteren. Overschrijdingen van de normen kunnen vooral verwacht worden in gebieden waar de stroomsnelheid over het algemeen laag is, maar waar periodiek hogere stroomsnelheden of veranderingen van stroomrichting voorkomen.

Alle parameters die tijdens transport en distributie aan verandering onderhevig zijn, kunnen gemeten worden in doorstroommonsters. Deze mon-

sters kunnen genomen worden aan een normaal gebruikt koudwatertappunt, bijvoorbeeld de keuken kraan. Enerzijds omdat het zonder bepaalde voorzorgen moeilijk is een representatief monster te nemen aan het leveringspunt en anderzijds omdat gebleken is, dat er bij deze parameters geen significant verschil is tussen de waterkwaliteit aan het leveringspunt en aan het tappunt. In de praktijk blijkt, dat de waterleidingbedrijven voor hun routinematige bemonsteringsprogramma en ook bij klachten gebruik maken van een koudwater-tappunt.

Het terugdringen van de spreiding in de resultaten is met name noodzakelijk bij het bemonsteren van de dienstleiding en de binnenleiding. Het is hierbij van belang te bemonsteren onder gestandaardiseerde condities; namelijk een doorstroommonster genomen na minimaal driemaal verversen van de buisinhoud en een stagnatiemonster (na 8 uur contacttijd). Het is aan te bevelen in een normaal woonperceel te monstereen, omdat er aanwijzingen zijn, dat percelen met een afwijkend tappatroon niet representatief zijn voor het water dat normaal geconsumeerd wordt. Het éénmalig bemonsteren van meerdere percelen geeft meer informatie over de optredende waterkwaliteit dan het meerdere keren bemonsteren van hetzelfde perceel.

In dienstleiding en binneninstallatie zijn het vooral de metaalconcentraties die kunnen veranderen. Ook voor deze parameters geldt dat de monsters het beste genomen kunnen worden aan een normaal gebruikt tappunt. Immers indien zowel dienst- als binnenleiding uit hetzelfde materiaal

vervaardigd zijn, is er geen significant verschil tussen de waterkwaliteit op beide punten zowel na doorstroming als na stagnatie. Mogelijk heeft dit te maken met het geringe verschil in temperatuur tussen het water op beide punten.

Aan de hand van een kleine steekproef (9 percelen met loden leidingen en 9 percelen met koperen leidingen) ontstaat een globale indruk van de waterkwaliteit na het verblijf in de dienstleiding en de binnenleiding.

Er blijft een grote spreiding in de resultaten van de loodmetingen bestaan, hetgeen een bekend verschijnsel is bij dit metaal. Om uitspraken over het al dan niet kunnen voldoen aan de normen met grotere zekerheid te kunnen doen, kan de gevonden variatiecoëfficiënt gebruikt worden om het benodigde aantal monsters te bepalen. In de praktijk zal dit veelal betekenen, dat het aantal te bemonsteren percelen sterk toeneemt. Voor de bedrijven zal dit zowel qua organisatie als qua financiën, onoverkomelijke problemen opleveren. Daarnaast kan men zich afvragen of het statistisch nauwkeurig bepalen van bijvoorbeeld het gemiddelde kopergehalte in het distributiegebied aansluit bij de doelstelling van het onderzoek. Bij het toetsen van de waterkwaliteit is men meer geïnteresseerd in de range van concentraties die voorkomen dan in het gemiddelde gehalte van een bepaalde parameter.

Het bepalen van het cadmiumgehalte in het distributiegebied blijft een moeilijke zaak, omdat er een sterke relatie is met de toegepaste materialen en de installatietechniek.

Bij lood en koper worden bij langere contacttij-

den dan 8 uur (bijvoorbeeld flatgebouwen, water-circulatiesystemen) geen hogere concentraties verwacht, dan in dit onderzoek gemeten is, omdat na 8 uur de plateauwaarde (zie figuur 1) al grotendeels bereikt is.

- Waterkwaliteit tijdens distributie.

Van de gemeten parameters is het met name lood dat de gestelde normen overschrijdt. In veel geringere mate geldt dit voor koper, zink en cadmium. Een doorstroomadvies leidt tot een aanzienlijke verlaging van de metaalbelasting van de consument. Bij loden leidingen zal de loodconcentratie na driemaal verversen van de leiding niet altijd onder de normwaarde van 50 $\mu\text{g/l}$ komen. Verder onderzoek om een doorstroomadvies voor loden leidingen te onderbouwen, is dan ook dringend gewenst.

In warmwater, afkomstig uit warmwaterapparaten, kunnen verhoogde metaalconcentraties optreden in vergelijking met het koude water na doorstroming. Globaal gesteld voldoet ook het warme water meestal aan de eisen gesteld voor koud water. Overschrijdingen van enkele normen komen echter voor. Gezien de gekozen bemonsteringsprocedure is het onmogelijk te achterhalen of deze verhoging veroorzaakt is door de toevoerleidingen of door het apparaat zelf.

Bij vergelijking van de resultaten van dit onderzoek met die van het onderzoek naar de metaalafgifte, blijkt dat er een verband is tussen het lood- en kopergehalte dat berekend kan worden met behulp van de vergelijkingen en het gehalte dat gemeten wordt in percelen. Het berekende gehalte

blijkt steeds hoger te liggen dan in werkelijkheid gemeten wordt. Een verklaring voor dit verschil is vooralsnog niet te geven.

- Wetgeving en waterkwaliteit.

De Europese richtlijn van 15 juli 1980 geeft aan, aan welke eisen de kwaliteit van drinkwater moet voldoen. Deze richtlijn geldt voor al het water dat voor menselijke consumptie wordt gebruikt. De Europese richtlijn moet vertaald worden naar de Nederlandse wetgeving. Door de vaststelling van het nieuwe Waterleidingbesluit gelden de nieuwe normen in ieder geval tot aan het punt van levering. Nog niet geregeld is op welke wijze de kwaliteit aan het tappunt - van direct belang voor de consument - dient te worden beoordeeld.

Op grond van de intenties van de Europese richtlijn zouden voor de kwaliteit aan het tappunt in principe dezelfde MTC-waarden dienen te worden aangehouden als in deze richtlijn is aangegeven. De eisen van de kwaliteit aan het tappunt kunnen dan geformuleerd worden via een bij de AVWI behorend werkblad.

Bij de uitwerking van deze gedachte staat nog een aantal zaken ter discussie. Bij deze discussie kunnen de resultaten van het hiervoor beschreven onderzoek in beschouwing genomen worden.

Bij de beoordeling van de waterkwaliteit dient men uit te gaan van een normaal gebruik van de drinkwaterinstallatie. Het eerste getapte water na een vakantieperiode of een lang weekend hoort niet thuis in een kwaliteitsbeoordeling. Met andere woorden hoge waarden van bepaalde parameters mogen in deze situatie niet leiden tot de conclusie, dat het geleverde water niet aan de eisen

voldoet. In dergelijke situaties is een doorstroomadvies op zijn plaats, hetgeen door een goede voorlichting gepropageerd dient te worden.

In de voorliggende studie is als referentiepunt de keukenkraan aangehouden. Het water dat aan andere, minder vaak gebruikte tappunten wordt getapt, zal vermoedelijk gemiddeld hogere metaalconcentraties bevatten dan aan de keukenkraan. Het warme water uit warmwaterapparaten kan eveneens hogere metaalconcentraties bevatten. Het is zinvol de voorlichting hierop af te stemmen.

In een perceel komen twee uiterste kwaliteitsniveau's voor:

- a. na doorstroming van de drinkwaterinstallatie;
- b. na stilstand van het water in de drinkwaterinstallatie.

Het zijn deze verschillen die de plaatselijke kwaliteitsbeoordeling extra bemoeilijken. Bij een gegeven waterkwaliteit en toegepaste materialen wordt na een bepaalde periode een maximale concentratie van de betreffende parameter bereikt, de zogenaamde plateauwaarde. Gebleken is, dat de tijd waarop dit plateau bereikt wordt, de plateautijd, nogal kan variëren en zelfs zeer kort kan zijn. Het is noodzakelijk onderzoek te doen naar de vraag of het mogelijk is een minimaal vereiste plateautijd in te stellen.

Indien het mogelijk is aan plateauwaarde en plateautijd een maximum- respectievelijk minimumgrens te stellen, kunnen beide waarden op het pompstation gemeten worden. In de praktijk betekent dit, dat de kwaliteit gedurende een beperkte periode gegarandeerd wordt door de leverancier. Naast de metingen op het pompstation kan de kwa-

liteit van het water in de drinkwaterinstallatie onder stromende condities worden getoetst. Zowel bij de vaststelling van de plateauwaarde als de plateautijd zal rekening moeten worden gehouden met tijdelijke stagnatie van het water in de dienstleiding en in de drinkwaterinstallatie.

In de wetgeving wordt voor de meeste parameters geen uitspraak gedaan over de overschrijdingsfrequentie die tolerabel is. Met name wordt gedacht aan de beoordeling van zogenaamde uitbijters. Gezien de achtergronden van de totstandkoming van de norm lijkt het aanvaardbaar te stellen dat de gemiddelde waarden van bijvoorbeeld een vijftal monsters onder de gestelde normen dienen te blijven. Deze beoordelingsmethode kan dan in het werkblad opgenomen worden.

LITERATUUR

1. NEN 1006. Algemene voorschriften voor drinkwaterinstallaties (AVWI-1981) Nederlands Normalisatie Instituut, 5e druk, april 1981.
2. Richtlijn van de Raad van 15 juli 1980 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water (80/778/EEG).
Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen 30.8.80 nr. 1 229/11-229/29.
3. Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingbesluit (Stb. 1960, 345)
Staatsblad nr. 220, 1984.
4. Hoven, van den Th.J.J. Het koperoplossend vermogen van drinkwater: eerste resultaten van een landelijk onderzoek.
H₂O (17) 1984, nr. 25; 603.
5. SWE 301. Vergelijkend Interlaboratoriumonderzoek. S.H.H. Olrichs, KIWA 1981.
6. SWI 387. Verslag Vergelijkend Interlaboratoriumonderzoek 1981. S.H.H. Olrichs, KIWA 1982.
7. SWE 354. Verslag Vergelijkend Interlaboratoriumonderzoek 1983. S.H.H. Olrichs, KIWA 1984.
8. Trouwborst, T. Overheidsbeleid ten aanzien van conditionering van drinkwater.
H₂O (17) 1984, nr. 23; 539.

7

LIJST VAN BIJLAGEN

- I Voorwaarden waaraan de meetlocaties moeten voldoen.
- II Statistische grondslagen voor het bepalen van de gewenste steekproefgrootte.
- III Voorschrift voor de bemonstering.
- IV Vragenlijst en analysestaat.
- V Tabel voor bepalen van de steekproefgrootte.
- VI Resultaten per bedrijf.
- VII Resultaten warmwateronderzoek.

VOORWAARDEN WAARAAN DE MEETLOCATIES MOETEN VOLDOEN

- Er worden 9 percelen gekozen met de combinatie loden dienstleiding en loden binneninstallatie. De loden leidingen mogen geen tinvoering hebben.
- Er worden 9 percelen gekozen met de combinatie koperen dienstleiding en koperen binneninstallatie.
- De locaties dienen in het voorzieningsgebied van één pompstation te liggen en mogen niet gevoed worden door mengwater.
- De gekozen locaties liggen bij voorkeur verspreid over het distributiegebied. Met name wordt aandacht besteed aan locaties waar lange verblijftijden optreden.
- De metingen worden uitgevoerd in woonhuizen, bijvoorbeeld bij medewerkers van het bedrijf.
- De leiding moet de laatste jaren normaal in gebruik zijn geweest.
- Zowel de dienstleiding als de binneninstallatie moet gedurende 8 uur afgesloten kunnen worden.
- In twee aan het onderzoek voorafgaande jaren mogen geen grote werkzaamheden aan de dienstleiding en/of de binneninstallatie uitgevoerd zijn. Bij voorkeur is er ook geen onderhoudsbeurt van het warmwaterapparaat geweest.
- In elk perceel wordt een warmwaterapparaat bemonsterd. Het koud- en warmwateronderzoek geschiedt bij voorkeur in hetzelfde perceel.

STATISTISCHE GRONDSLAGEN VOOR HET BEPALEN VAN DE
GEWENSTE STEEKPROEFGROOTTE

De variantie van het gemiddelde gehalte van een bepaalde parameter, bijvoorbeeld koper, in het drinkwater van de steekproef wordt gegeven door:

$$V(\bar{y}) = \left[\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right] V(y)$$

Hierbij is:

N de totale populatie "loodpercelen" respectievelijk "koperpercelen" in het onderzochte voorzieningsgebied (grootte van de populatie).

n de grootte van de steekproef.

V(y) de variantie van het kopergehalte in het drinkwater in de bovengenoemde populatie.

V(\bar{y}) de variantie van het gemiddelde kopergehalte in het drinkwater in de steekproef.

Deling van links en rechts door \bar{y}^2 geeft:

$$\frac{V(\bar{y})}{\bar{y}^2} = \left[\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right] \frac{V(y)}{\bar{y}^2} \quad \text{ofwel}$$

$VC^2(\bar{y}) = \left[\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right] VC^2(y)$ waarin de variatiecoëfficiënt $VC(\bar{y})$ gedefinieerd is als $\frac{s}{\bar{y}}$

$VC(\bar{y})$ is een maat voor de gewenste nauwkeurigheid.
 $VC(y)$ is de variatiecoëfficiënt van het metaalgehalte in de populatie.

Voor n wordt op grond van het voorafgaande gevonden:

$$n = \frac{[VC(y)/VC(\bar{y})]^2}{\left[1 + \frac{1}{N} \right] \left[\frac{VC(y)}{VC(\bar{y})} \right]^2}$$

Als N groot is (meer dan 1000) wordt n gegeven door:

$$n = \left[\frac{VC(\underline{y})}{VC(\bar{y})} \right]^2$$

In het onderzoek worden 9 percelen per populatie bemonsterd. Op grond van de variatiecoëfficiënt van het gemiddelde in deze steekproef ($VC(\bar{y})$) kan de variatiecoëfficiënt van de populatie bepaald worden ($VC(y)$).

Aan de hand van dit laatste gegeven kan bij de gewenste nauwkeurigheid van het onderzoek ($VC(\bar{y})$) de noodzakelijke omvang van de steekproef berekend worden.

VOORSCHRIFT VOOR DE BEMONSTERING

A. Voorbereiding

1. Als de locaties gekozen zijn, wordt direct de vragenlijst ingevuld en berekend welke doorstroomtijd (bij een debiet van 1 l/min) nodig is voor het 3 x verversen van de buisinhoud. Onder buisinhoud wordt zowel de inhoud van de binneninstallatie als van de dienstleiding verstaan. Uiterlijk 14 dagen voordat de bemonstering wordt uitgevoerd wordt het aftapkraantje bij de hoofdkraan vervangen door een nieuw aftapkraantje met kunststofbinnenwerk (VSH type 83-433) en wordt een testbemonstering uitgevoerd, zodat inzicht wordt verkregen in de te verwachten problemen.
2. Eén week voor de uiteindelijke bemonstering worden nogmaals de bemonsteringspunten geopend en gesloten en enig water afgetapt.

B. Uitvoering

1. De dienstleiding en de binneninstallatie worden zolang via het (keuken)tappunt doorstroomd dat de buisinhoud ten minste 3 x is ververst met een debiet van 1 l/min.
2. Van het aftappunt van de dienstleiding worden nadat men 0,01 l heeft laten weglopen, de volgende monsters genomen.

Monster 1

- 0,5 l in polytheen met salpeterzuur als conserveringsmiddel (ijzer, mangaan, koper, lood, cadmium en zink);
- 0,25 l in glas met chloroform als conserve-

ringsmiddel (nitriet en ammoniak);

- 1 l in polyetheen voor de overige parameters. Elk bedrijf dient zelf te beoordelen welke van deze parameters eventueel kunnen vervallen.

De pH en de temperatuur worden ter plekke bepaald.

3. Van het aftappunt van de binneninstallatie worden direct de volgende monsters genomen.

Monster 2

- 0,5 l in polytheen met salpeterzuur als conserveringsmiddel (ijzer, mangaan, koper, lood, cadmium en zink);
- 0,25 l in glas met chloroform als conserveringsmiddel (nitriet en ammoniak).

De pH en de temperatuur worden ter plekke bepaald.

4. Na de monsternamen worden hoofdkraan, aftapkraan en alle overige stopkranen gesloten. Ook de stopkraan van toilet en boiler wordt gesloten. Hierna laat men het water 8 uur stagneren en noteert, indien mogelijk, de watermeterstand.
5. Na 8 uur stagnatie wordt gecontroleerd aan de hand van de watermeterstand of inderdaad geen afname is geschied. Hierna opent men de hoofdkraan.
6. De dienstleiding wordt bemonsterd via het aftapkraantje nadat men 0,1 l heeft laten weglopen. Het volgende monster wordt genomen.

Monster 3

- 0,5 l in polytheen met salpeterzuur als conserveringsmiddel (ijzer, mangaan, koper, lood, cadmium en zink).

De pH en de temperatuur worden ter plekke bepaald.

7. Van de binneninstallatie wordt het volgende monster genomen.

Monster 4

- 0,5 l in polytheen met salpeterzuur als conserveringsmiddel (ijzer, mangaan, koper, lood, cadmium en zink).

De pH en de temperatuur worden ter plekke bepaald.

8. Van het warmwatersysteem (ook geisers) worden van het warme water monsters genomen.

Monster 5

- 0,5 l in polytheen met salpeterzuur als conserveringsmiddel (ijzer, mangaan, koper, lood, cadmium en zink);

- 0,25 l in glas met chloroform als conserveringsmiddel (nitriet en ammoniak);

- 1 l voor de overige parameters.

Ter plekke wordt de temperatuur gemeten. De pH wordt eerst na afkoeling van het monster gemeten.

9. Open alle nog niet reeds geopende stopkranen en breng de monsters direct naar het laboratorium.

VRAGENLIJST

1. Deelnemend waterleidingbedrijf
.....

2. Basisgegevens met betrekking tot genomen monsters
 - 2.1 Juridisch punt van aflevering (in het algemeen direct na stopkraan)
na doorstroming van 2 x inhoud van diensten binnenleiding
monster nr.

na 8 uur stilstand
monster nr.
datum

 - 2.2 Tapkraan drinkwaterinstallatie
na doorstroming van 2 x inhoud van diensten binnenleiding
monster nr.

na 8 uur stilstand
monster nr.
datum

 - 2.3 Tapkraan warmwaterleiding
monster direct genomen
monster nr.
datum

Aanvullende gegevens

3. Gegevens over het hoofd-, dienst- en binnenleidingnet

3.1 Materiaal hoofdleiding

- o GY
- o AC
- o PVC
- o overig

3.2 Dienstleiding tot tappunt

..... meter lood
..... meter koper
ouderdom jaar
merk en type tapkraan

3.3 Binnenleiding tot tappunt (koud water)

..... meter lood
..... meter koper
ouderdom jaar
merk en type tapkraan

3.4 Binnenleiding tot tappunt (warm water)

..... meter lood
..... meter koper
ouderdom jaar
merk en type tapkraan

4. Gegevens over de warmwaterinstallatie

Warmwatervoorraadvat koper elektrisch
verwarmd o
Warmwatervoorraadvat geëmailleerd staal
gas verwarmd o
Overig zoals: fabrikaat, type en inhoud
Ouderdom circa jaar

5. Uitgevoerde werkzaamheden in 1981 en 1982

Dienstleiding	ja/nee
Drinkwaterinstallatie	ja/nee

6. Type woning

Eengezinswoning	o
Etagewoning < 5 verdiepingen	o
Etagewoning > 5 verdiepingen	o
Overig te weten	
Ouderdom woning circa	jaar

7. Waterverbruik per jaar circa m³

Projectnr. :

Bedrijf :

Locatie :

Datum monsterneming:

monsternamepunt	lood				warmwater-* installatie	koper				warmwater-* installatie			
	dienstleiding		binnenleiding			dienstleiding		binnenleiding					
	doorstr. 2 x inhoud	stilst. 8 uur	doorstr. 2 x inhoud	stilst. 8 uur		doorstr. 2 x inhoud	stilst. 8 uur	doorstr. 2 x inhoud	stilst. 8 uur				
parameter													
kleur (mgPt/l)													
geleidbaarheid (mS.m ⁻¹)													
temperatuur (°C)													
troebelheid (FTE)													
pH													
HCO ₃ ⁻ (mg/l)													
CO ₃ ²⁻ (mg/l)													
Ca ²⁺ (mg/l)													
NO ₂ ⁻ (mg/l)													
NH ₄ ⁺ (mg/l)													
KMnO ₄ ongefiltr. (mg/l)													
ijzer ongefiltr. (µg/l)													
mangaan ongefiltr. (µg/l)													
lood ongefiltr. (µg/l)													
koper ongefiltr. (µg/l)													
cadmium ongefiltr. (µg/l)													
zink ongefiltr. (µg/l)													

* Wamwatercirculatie
Wamwatervoorraadvat

TABEL VOOR HET BEPALEN VAN DE GEWENSTE STEEKPROEFGROOTTE

$VC(\bar{Y})_2$		10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0
$VC(\bar{Y})_1$	10.0	9.0	2.3	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
	20.0	36.0	9.0	4.0	2.3	1.4	1.0	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	30.0	81.0	20.3	9.0	5.1	3.2	2.3	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
	40.0	144.0	36.0	16.0	9.0	5.8	4.0	2.9	2.3	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6
	50.0	225.0	56.3	25.0	14.1	9.0	6.3	4.6	3.5	2.8	2.3	1.9	1.6	1.3	1.1	1.0
	60.0	324.0	81.0	36.0	20.3	13.0	9.0	6.6	5.1	4.0	3.2	2.7	2.3	1.9	1.7	1.4
	70.0	441.0	110.3	49.0	27.6	17.6	12.3	9.0	6.9	5.4	4.4	3.6	3.1	2.6	2.3	2.0
	80.0	576.0	144.0	64.0	36.0	23.0	16.0	11.8	9.0	7.1	5.8	4.8	4.0	3.4	2.9	2.6
	90.0	729.0	182.3	81.0	45.6	29.2	20.3	14.9	11.4	9.0	7.3	6.0	5.1	4.3	3.7	3.2
	100.0	900.0	225.0	100.0	56.3	36.0	25.0	18.4	14.1	11.1	9.0	7.4	6.3	5.3	4.6	4.0
	110.0	1089.0	272.3	121.0	68.1	43.6	30.3	22.2	17.0	13.4	10.9	9.0	7.6	6.4	5.6	4.8
	120.0	1296.0	324.0	144.0	81.0	51.8	36.0	26.4	20.3	16.0	13.0	10.7	9.0	7.7	6.6	5.8
	130.0	1521.0	380.3	169.0	95.1	60.8	42.3	31.0	23.8	18.8	15.2	12.6	10.6	9.0	7.8	6.8
	140.0	1764.0	441.0	196.0	110.3	70.6	49.0	36.0	27.6	21.8	17.6	14.6	12.3	10.4	9.0	7.8
	150.0	2025.0	506.3	225.0	126.6	81.0	56.3	41.3	31.6	25.0	20.3	16.7	14.1	12.0	10.3	9.0
	160.0	2304.0	576.0	256.0	144.0	92.2	64.0	47.0	36.0	28.4	23.0	19.0	16.0	13.6	11.8	10.2
	170.0	2601.0	650.3	289.0	162.6	104.0	72.3	53.1	40.6	32.1	26.0	21.5	18.1	15.4	13.3	11.6
	180.0	2916.0	729.0	324.0	182.3	116.6	81.0	59.5	45.6	36.0	29.2	24.1	20.3	17.3	14.9	13.0
	190.0	3249.0	812.3	361.0	203.1	130.0	90.3	66.3	50.8	40.1	32.5	26.9	22.6	19.2	16.6	14.4
	200.0	3600.0	900.0	400.0	225.0	144.0	100.0	73.5	56.3	44.4	36.0	29.8	25.0	21.3	18.4	16.0
	210.0	3969.0	992.3	441.0	248.1	158.8	110.3	81.0	62.0	49.0	39.7	32.8	27.6	23.5	20.3	17.6
	220.0	4356.0	1089.0	484.0	272.3	174.2	121.0	88.9	68.1	53.8	43.6	36.0	30.3	25.8	22.2	19.4
	230.0	4761.0	1190.3	529.0	297.6	190.4	132.3	97.2	74.4	58.8	47.6	39.3	33.1	28.2	24.3	21.2
	240.0	5184.0	1296.0	576.0	324.0	207.4	144.0	105.8	81.0	64.0	51.8	42.8	36.0	30.7	26.4	23.0
	250.0	5625.0	1406.3	625.0	351.6	225.0	156.3	114.8	87.9	69.4	56.3	46.5	39.1	33.3	28.7	25.0
	260.0	6084.0	1521.0	676.0	380.3	243.4	169.0	124.2	95.1	75.1	60.8	50.3	42.3	36.0	31.0	27.0
	270.0	6561.0	1640.3	729.0	410.1	262.4	182.3	133.9	102.5	81.0	65.6	54.2	45.6	38.8	33.5	29.2
	280.0	7056.0	1764.0	784.0	441.0	282.2	196.0	144.0	110.3	87.1	70.6	58.3	49.0	41.8	36.0	31.4
	290.0	7569.0	1892.3	841.0	473.1	302.8	210.3	154.5	118.3	93.4	75.7	62.6	52.6	44.8	38.6	33.6
	300.0	8100.0	2025.0	900.0	506.3	324.0	225.0	165.3	126.6	100.0	81.0	66.9	56.3	47.9	41.3	36.0
		160.0	170.0	180.0	190.0	200.0	210.0	220.0	230.0	240.0	250.0	260.0	270.0	280.0	290.0	300.0
	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	20.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	30.0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	40.0	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	50.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	60.0	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	70.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	
	80.0	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	
	90.0	2.8	2.5	2.3	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	
	100.0	3.5	3.1	2.8	2.5	2.3	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	
	110.0	4.3	3.8	3.4	3.0	2.7	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	
	120.0	5.1	4.5	4.0	3.6	3.2	2.9	2.7	2.4	2.3	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	
	130.0	5.9	5.3	4.7	4.2	3.8	3.4	3.1	2.9	2.6	2.4	2.3	2.1	1.9	1.8	
	140.0	6.9	6.1	5.4	4.9	4.4	4.0	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.1	
	150.0	7.9	7.0	6.3	5.6	5.1	4.6	4.2	3.8	3.5	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	
	160.0	9.0	8.0	7.1	6.4	5.8	5.2	4.8	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	2.9	2.7	
	170.0	10.2	9.0	8.0	7.2	6.5	5.9	5.4	4.9	4.5	4.2	3.8	3.6	3.3	3.1	
	180.0	11.4	10.1	9.0	8.1	7.3	6.6	6.0	5.5	5.1	4.7	4.3	4.0	3.7	3.5	
	190.0	12.7	11.2	10.0	9.0	8.1	7.4	6.7	6.1	5.6	5.2	4.8	4.5	4.1	3.9	
	200.0	14.1	12.5	11.1	10.0	9.0	8.2	7.4	6.8	6.3	5.8	5.3	4.9	4.6	4.3	
	210.0	15.5	13.7	12.3	11.0	9.9	9.0	8.2	7.5	6.9	6.4	5.9	5.4	5.1	4.7	
	220.0	17.0	15.1	13.4	12.1	10.9	9.9	9.0	8.2	7.6	7.0	6.4	6.0	5.6	5.2	
	230.0	18.6	16.5	14.7	13.2	11.9	10.8	9.8	9.0	8.3	7.6	7.0	6.5	6.1	5.7	
	240.0	20.3	17.9	16.0	14.4	13.0	11.8	10.7	9.8	9.0	8.3	7.7	7.1	6.6	6.2	
	250.0	22.0	19.5	17.4	15.6	14.1	12.8	11.6	10.6	9.8	9.0	8.3	7.7	7.2	6.7	
	260.0	23.8	21.1	18.8	16.9	15.2	13.8	12.6	11.5	10.6	9.7	9.0	8.3	7.8	7.2	
	270.0	25.6	22.7	20.3	18.2	16.4	14.9	13.6	12.4	11.4	10.5	9.7	9.0	8.4	7.8	
	280.0	27.6	24.4	21.8	19.5	17.6	16.0	14.6	13.3	12.3	11.3	10.4	9.7	9.0	8.4	
	290.0	29.6	26.2	23.4	21.0	18.9	17.2	15.6	14.3	13.1	12.1	11.2	10.4	9.7	9.0	
	300.0	31.6	28.0	25.0	22.4	20.3	18.4	16.7	15.3	14.1	13.0	12.0	11.1	10.3	9.6	

Aan de hand van de gemeten variatie-coëfficiënt $VC(\bar{Y})_1$ kan bij een gewenste variatie-coëfficiënt $VC(\bar{Y})_2$ het benodigde aantal monsters in de tabel afgelezen worden.

Resultaten per bedrijf

Bedrijf 1 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			5.000	5.000	2.000	291.000	.050	27.000	
B	1	.150	5.000	5.000	2.000	1200.000	.050	20.000	70.5
B	2	.200	5.000	5.000	2.500	1200.000	.050	20.000	73.0
B	3	.200	5.000	5.000	1.000	970.000	.050	20.000	75.0
B	4	.150	5.000	5.000	9.000	1200.000	.300	60.000	71.5
B	5	.200	5.000	5.000	3.500	1200.000	.050	20.000	72.0
B	6	.350	10.000	5.000	3.500	920.000	2.500	40.000	63.0
B	7	.200	5.000	5.000	2.500	730.000	.050	50.000	66.0
B	8	.150	5.000	5.000	8.500	720.000	.050	50.000	97.0
B	9	.200	5.000	10.000	25.000	1800.000	.050	100.000	74.0
B	10	.200	5.000	5.000	8.000	320.000	.050	20.000	88.5
B	11	.150	5.000	5.000	1.500	300.000	.050	40.000	80.0
B	12	.200	10.000	5.000	.500	460.000	.100	20.000	51.0

NB MPT 1,2 en 3 zijn herhalingen

Bedrijf 2 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			94.000	15.000	4.000	45.000	.490	21.000	
B	1		15.000	15.000	4.000	290.000	.500	79.000	52.0
B	2		40.000	15.000	4.000	140.000	.500	11.000	56.0
B	3		15.000	15.000	4.000	147.000	.500	12.000	56.0
B	4		240.000	15.000	4.000	207.000	.500	22.000	51.0
B	5		15.000	15.000	4.000	74.000	.250	27.000	40.0
B	6		15.000	15.000	4.000	110.000	.250	17.000	64.0
B	7		220.000	15.000	4.000	145.000	.250	21.000	47.0
B	8		15.000	15.000	4.000	128.000	.250	22.000	48.0

NB MPT 1,2 en 3 zijn herhalingen

G = geiser

B = boiler

O = koud water na doorstroming

Bedrijf 3 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			13.000	1.000	2.000	112.000	.050		
G	4		28.100	1.300	2.500	362.000	.050		52.0
G	5		21.400	1.200	2.500	388.000	.050		50.0
G	6		10.800	1.900	2.500	297.000	.050		56.0
G	16		20.900	7.700	2.500	203.000	.050		68.0
G	17		14.000	1.100	2.500	148.000	.050		69.0
G	18		9.400	4.600	2.500	175.000	.050		62.6

NB MPT 4,5,6 en MPT 16,17,18 zijn herhalingen

Bedrijf 4 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			14.000	1.000	1.000	58.000	.060	15.000	
G	1	.120	5.000	5.000	1.500	630.000	.100	50.000	37.0
G	2	.110	5.000	5.000	1.500	600.000	.100	30.000	33.0
G	3	.150	20.000	5.000	1.500	600.000	.100	30.000	34.0

Bedrijf 6 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			25.000	8.000	1.000	105.000	.360	25.000	
B	17		5.000	5.000	1.000	16.000	.300	2.500	59.0
B	18		260.000	5.000	14.000	480.000	.100	210.000	60.0
B	19		120.000	30.000	22.000	50.000	.100	2.500	37.0
B	20		200.000	60.000	4.000	3.000	.100	2.500	69.0
B	21		20.000	20.000	29.000	840.000	.005	190.000	67.0
B	22		530.000	80.000	12.000	65.000	.100	170.000	80.0
B	23		150.000	20.000	1.000	230.000	.100	2.500	64.0

NB MPT 1,2 en 3 zijn herhalingen

G = geiser

B = boiler

O = koud water na doorstroming

Bedrijf 3 ("LOODPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			18.000	1.000	40.000	21.000	.050		
G	10		27.800	10.200	23.700	169.000	.050		64.0
G	11		36.800	2.800	14.100	153.000	.050		62.5
G	12		23.900	5.200	30.300	319.000	.050		65.0
G	13		29.300	14.400	35.000	165.000	.050		60.5
G	14		21.100	1.000	29.800	138.000	.050		61.0
G	15		36.300	1.900	24.600	126.000	.050		60.8

Bedrijf 4 ("LOODPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			32.000	4.000	28.000	35.000	.060	29.000	
G	23		20.000	2.000	10.000	80.000	.100	140.000	66.0
G	24		26.000	.500	8.000	70.000	.100	20.000	60.0

Bedrijf 7 ("LOODPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			20.000	2.000	51.000	12.000	0.180		
B	4		310.000	21.000	67.000	316.000	5.300	37.000	86.0
B	5		10.000	2.500	36.000	267.000	.250	37.000	68.0
B	6		20.000	2.500	10.000	73.000	1.500	14.000	69.0
B	7		10.000	2.500	72.000	171.000	.800	61.000	83.0

NB MPT 4,5 en 6 zijn herhalingen

G = geiser

B = boiler

O = koud water na doorstroming

Bedrijf 7 ("KOPERPANDEN")

INST	MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK	TEMP.
O			42.000	2.000	2.000	74.000	0.080		
B	1		440.000	36.000	18.000	919.000	16.000	202.000	87.0
B	2		5.000	22.000	1.500	110.000	1.200	7.000	74.0
B	3		5.000	2.500	6.000	320.000	.600	29.000	64.0

NB MPT 1,2 en 3 zijn herhalingen

G = geiser

B = boiler

O = koud water na doorstroming

Resultaten warmwateronderzoek

Bedrijf 1 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
4	.200	5.000	10.000	2.000	90.000	.050	30.000
5	.200	5.000	5.000	2.500	80.000	.050	50.000
6	.150	5.000	5.000	2.000	60.000	.050	20.000
7	.200	5.000	5.000	2.500	60.000	.050	30.000
8	.150	5.000	5.000	1.500	170.000	.050	20.000
9	.150	5.000	5.000	1.000	180.000	.050	20.000
10	.250	5.000	5.000	3.500	100.000	.050	10.000
11	.200	5.000	5.000	2.000	110.000	.050	20.000
12	.200	10.000	5.000	.500	120.000	.050	10.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
4		50.000	5.000	85.000	1100.000	.100	790.000
5		5.000	5.000	15.000	1500.000	.050	690.000
6		140.000	5.000	600.000	2000.000	.450	1200.000
7		5.000	5.000	19.000	2200.000	.500	160.000
8		40.000	5.000	44.000	820.000	.050	300.000
9		30.000	5.000	240.000	2700.000	.350	810.000
10		5.000	10.000	25.000	1600.000	.350	90.000
11		120.000	5.000	400.000	3500.000	1.600	2600.000
12		20.000	5.000	35.000	2000.000	.750	200.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
4		5.000	5.000	1.000	360.000	.050	30.000
5		5.000	5.000	1.500	130.000	.050	30.000
6		5.000	5.000	1.500	560.000	.050	30.000
7		5.000	5.000	1.000	220.000	.050	20.000
8		5.000	10.000	1.000	100.000	.100	30.000
9		5.000	5.000	5.500	310.000	120.000	30.000
10		5.000	5.000	4.500	260.000	.050	20.000
11		5.000	5.000	1.000	260.000	.050	20.000
12		10.000	5.000	.500	420.000	.100	30.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
4		5.000	5.000	7.500	780.000	.050	270.000
5		5.000	5.000	3.000	4200.000	.050	150.000
6		5.000	5.000	2.500	2300.000	.050	460.000
7		5.000	5.000	23.000	2300.000	.150	460.000
8		5.000	5.000	15.000	760.000	.050	560.000
9		5.000	5.000	42.000	2300.000	.050	270.000
10		5.000	10.000	15.000	2400.000	.050	120.000
11		5.000	5.000	3.000	3000.000	.300	80.000
12		20.000	5.000	1.500	2800.000	.150	1300.000

BEDRIJF 2 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
2		15.000	15.000	4.000	23.000	.500	5.000
4		15.000	15.000	79.000	52.000	.500	185.000
5		110.000	15.000	4.000	23.000	.250	51.000
6		280.000	15.000	4.000	80.000	.250	376.000
7		15.000	15.000	195.000	309.000	.250	3010.000
8		330.000	15.000	4.000	56.000	.250	39.000
9		15.000	15.000	5.000	28.000	.625	20.000
10		40.000	15.000	5.000	30.000	.625	220.000
11		30.000	15.000	5.000	65.300	.625	20.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
2				4.000	577.000	.500	194.000
4				19.000	81.000	.500	125.000
5				4.000	318.000	.250	61.000
6				4.000	261.000	.250	194.000
7				16.000	476.000	.250	1460.000
8				4.000	404.000	.250	25.000
9		15.000	15.000	5.000	60.000	.625	194.000
10		40.000	15.000	5.000	82.000	.625	70.000
11		15.000	15.000	5.000	312.000	.625	67.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
2				4.000	36.000	.500	5.000
4				4.000	69.000	.500	55.000
5				4.000	15.000	.250	19.000
6				4.000	19.000	.250	4.000
7				4.000	68.000	.250	27.000
8				4.000	107.000	.800	15.000
9		15.000	15.000	5.000	18.000	.625	20.000
10		40.000	15.000	5.000	22.000	.625	20.000
11		15.000	15.000	5.000	48.000	.625	20.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
2				4.000	521.000	.500	242.000
4				4.000	354.000	.500	105.000
5				4.000	303.000	.250	84.000
6				4.000	262.000	.250	80.000
7				4.000	167.000	.250	166.000
8				4.000	349.000	.250	126.000
9		15.000	15.000	5.000	100.000	.625	20.000
10		70.000	15.000	5.000	64.000	.625	20.000
11		30.000	15.000	5.000	171.000	.625	52.000

BEDRIJF 3 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
17		16.600	1.200	2.500	32.000	.050	
46	.340	10.000	1.000	.500	71.000	.050	6.000
49	.270	5.000	1.000	6.000	60.000	.100	56.000
52	.370	8.000	1.000	5.000	88.000	.050	120.000
55	.320	9.000	1.000	5.000	100.000	.050	45.000
58	.580	8.000	1.000	4.000	132.000	.050	75.000
61	.360	9.000	1.000	6.000	130.000	.050	62.000
64	.230	6.000	2.000	.500	135.000	.050	17.000
67	.370	11.000	1.000	3.000	105.000	.050	78.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
17		15.800	2.000	2.500	283.000	.050	
46		8.000	1.000	.500	1510.000	.050	90.000
49		6.000	1.000	5.000	1890.000	.050	44.000
52		20.000	1.000	2.000	1920.000	.050	52.000
55		9.000	1.000	4.000	1010.000	.050	200.000
58		9.000	1.000	10.000	1450.000	.050	107.000
61		15.000	3.000	8.000	1450.000	.050	110.000
64		41.000	3.000	1.000	2700.000	.050	27.000
67		10.000	1.000	4.000	2080.000	.050	79.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
17		15.200	1.700	2.500	125.000	.050	
46		7.000	1.000	.500	88.000	.050	27.000
49		11.000	1.000	.500	95.000	.050	24.000
52		10.000	1.000	1.000	155.000	.050	32.000
55		8.000	1.000	1.000	115.000	.050	10.000
58		32.000	3.000	1.000	105.000	.050	33.000
61		10.000	1.000	.500	106.000	.050	41.000
64		16.000	1.000	2.000	110.000	.050	33.000
67		12.000	1.000	10.000	110.000	.050	10.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
17		13.400	2.700	2.500	2120.000	.050	
46		5.000	1.000	.500	1150.000	.050	43.000
49		6.000	1.000	1.500	2620.000	.050	74.000
52		18.000	1.000	.500	2120.000	.050	30.000
55		9.000	1.000	1.000	1690.000	.050	29.000
58		9.000	1.000	1.000	1610.000	.050	77.000
61		11.000	1.000	2.000	1610.000	.050	43.000
64		9.000	1.000	2.000	2940.000	.050	47.000
67		11.000	1.000	4.000	2260.000	.050	95.000

BEDRIJF 3 ("LOODPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
14		23.900	2.600	24.500	10.000	.050	
20	.290	11.000	1.000	17.000	9.000	.050	5.000
23	.390	20.000	1.000	42.000	24.000	.150	10.000
26	.420	23.000	2.000	46.000	11.000	.050	8.000
29	.390	31.000	5.000	32.000	22.000	.100	14.000
32	.600	11.000	1.000	64.000	22.000	.050	16.000
35	.430	11.000	1.000	28.000	39.000	.050	14.000
38	.400	22.000	1.000	22.000	30.000	.050	15.000
43	.550	11.000	1.000	25.000	38.000	.050	15.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
14		31.600	2.800	178.000	65.000	.050	
20		15.000	1.000	162.000	38.000	.050	15.000
23		15.000	3.000	175.000	27.000	.050	13.000
26		18.000	1.000	230.000	21.000	.050	10.000
29		11.000	1.000	195.000	52.000	.050	18.000
32		14.000	1.000	118.000	27.000	.050	19.000
35		18.000	1.000	192.000	43.000	.050	16.000
38		23.000	1.000	225.000	83.000	.050	16.000
43		16.000	1.000	113.000	50.000	.050	18.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
14		27.000	1.500	25.800	23.000	.050	
20		14.000	1.000	25.000	7.000	.050	5.000
23		31.000	5.000	75.000	11.000	.050	4.000
26		15.000	1.000	60.000	11.000	.050	3.000
29		15.000	1.000	42.000	25.000	.050	14.000
32		16.000	1.000	41.000	17.000	.050	7.000
35		11.000	1.000	32.000	30.000	.050	6.000
38		19.000	1.000	29.000	25.000	.500	18.000
43		16.000	1.000	29.000	37.000	.050	6.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
14		21.100	2.300	218.000	304.000	.050	
20		16.000	1.000	268.000	39.000	.050	12.000
23		19.000	1.000	224.000	24.000	.050	8.000
26		16.000	1.000	284.000	27.000	.050	8.000
29		9.000	1.000	191.000	58.000	.050	18.000
32		15.000	1.000	172.000	33.000	.050	15.000
35		15.000	1.000	186.000	48.000	.050	19.000
38		12.000	1.000	284.000	38.000	.050	20.000
43		18.000	1.000	149.000	48.000	.050	185.000

Bedrijf 4 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
13	.200	17.000	2.000	.500	11.000	.050	5.000
14	.740	24.000	3.000	.500	5.000	.050	5.000
15	.190	15.000	4.000	.500	7.000	.050	5.000
16	.130	4.000	.500	.500	10.000	.050	5.000
17	.250	14.000	.500	.500	4.000	.400	5.000
18	.170	11.000	1.000	.500	7.000	.400	5.000
19	.130	.500	.500	.500	4.000	.050	5.000
20	.480	27.000	2.000	1.000	4.000	.100	10.000
21	.220	17.000	1.001	.500	1.000	.050	5.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
13		78.000	2.000	270.000	930.000	.050	740.000
14		80.000	2.000	280.000	97.000	.700	3500.000
15		19.000	1.000	30.000	30.000	.050	480.000
16		10.000	.500	.500	49.000	.050	70.000
17		21.000	.500	4.000	340.000	.300	160.000
18		12.000	1.000	4.000	310.000	.100	330.000
19		5.000	.500	2.000	560.000	.050	100.000
20		23.000	2.000	1.000	490.000	.100	110.000
21		24.000	.000	7.000	380.000	.050	180.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
13		16.000	2.000	.500	100.000	.050	10.000
14		15.000	3.000	.500	62.000	.050	10.000
15		4.000	.500	.500	22.000	.050	5.000
16		24.000	4.000	.500	200.000	.050	80.000
17		9.000	1.000	.500	49.000	.050	5.000
18		15.000	.500	2.000	34.000	.050	5.000
19		2.000	.500	.500	12.000	.050	5.000
20		24.000	2.000	1.000	23.000	.100	10.000
21		18.000	.000	.500	22.000	.050	5.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
13		14.000	2.000	5.000	870.000	.050	330.000
14		13.000	3.000	1.000	700.000	.050	250.000
15		2.000	.500	.500	850.000	.050	20.000
16		2.000	2.000	3.000	640.000	1.700	1620.000
17		12.000	.500	12.000	770.000	.050	5.000
18		8.000	1.000	1.000	580.000	.050	20.000
19		2.000	.500	1.000	810.000	.050	40.000
20		19.000	2.000	1.000	780.000	.100	50.000
21		16.000	0.000	1.000	560.000	.050	30.000

Bedrijf 4 ("LOODPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
22	.660	37.000	1.000	30.000	13.000	.050	100.000
23	.150	60.000	4.000	6.000	12.000	.100	120.000
24	.430	12.000	.500	1.000	10.000	.400	20.000
25	.200	18.000	1.000	.500	2.000	.050	5.000
26	.390	19.000	2.000	31.000	7.000	.050	10.000
27	.600	250.000	57.000	10.000	59.000	.050	10.000
28	.580	69.000	4.000	8.000	135.000	.050	10.000
29	.440	24.000	1.000	1.000	4.000	.050	5.000
30	.300	20.000	1.000	1.000	1.000	.050	5.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
22		170.000	1.000	770.000	1300.000	.050	1850.000
23		160.000	2.000	240.000	340.000	.100	380.000
24		160.000	6.000	130.000	30.000	.600	440.000
25		70.000	.500	275.000	261.000	.050	510.000
26		27.000	2.000	140.000	100.000	.050	130.000
27		26.000	1.000	92.000	19.000	.050	40.000
28		67.000	3.000	160.000	96.000	.050	760.000
29		22.000	1.000	35.000	19.000	.050	10.000
30		20.000	1.000	19.000	9.000	.050	40.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
22		28.000	1.000	74.000	29.000	.050	20.000
23	.140	40.000	3.000	8.000	14.000	.100	120.000
24	.310	15.000	.500	6.000	6.000	.100	20.000
25		18.000	2.000	4.000	9.000	.050	5.000
26		35.000	2.000	43.000	99.000	.050	20.000
27		57.000	15.000	10.000	17.000	.050	5.000
28		31.000	4.000	53.000	71.000	.050	10.000
29							
30							

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
22		34.000	1.000	130.000	250.000	.100	50.000
23		160.000	2.000	160.000	28.000	.100	240.000
24		9.000	.500	170.000	46.000	.600	60.000
25		18.000	.500	135.000	189.000	.050	70.000
26		24.000	2.000	45.000	870.000	.050	70.000
27		43.000	1.000	98.000	240.000	.050	250.000
28		22.000	4.000	45.000	790.000	.050	30.000
29							
30							

Bedrijf 5 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10	.270	30.000	10.000	9.000	110.000	.300	4020.000
11	.570	20.000	10.000	3.000	100.000	.100	50.000
12	.490	30.000	10.000	18.000	28.000	.300	410.000
13	.540	80.000	10.000	8.000	60.000	.100	90.000
14	.360	30.000	10.000	5.000	33.000	.100	65.000
15	.260	110.000	10.000	3.000	30.000	.100	40.000
16	.280	30.000	10.000	25.000	70.000	.100	35.000
17	.370	30.000	10.000	90.000	140.000	.200	820.000
18	.600	60.000	10.000	28.000	20.000	.300	75.000

DIENSTLEIDING--STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		80.000	10.000	110.000	670.000	2.000	7340.000
11		30.000	10.000	100.000	1350.000	1.600	2300.000
12		40.000	10.000	260.000	670.000	2.300	8060.000
13		30.000	10.000	13.000	80.000	.100	195.000
14		100.000	10.000	17.000	610.000	.300	760.000
15		40.000	20.000	130.000	1040.000	.900	4050.000
16		160.000	10.000	80.000	370.000	.700	1280.000
17		10.000	10.000	210.000	300.000	.200	1200.000
18		40.000	10.000	80.000	9.000	.300	50.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		20.000	10.000	4.000	100.000	.100	95.000
11		40.000	10.000	5.000	150.000	.100	95.000
12		20.000	10.000	7.000	39.000	.100	50.000
13		40.000	10.000	360.000	70.000	.100	35.000
14		20.000	10.000	3.000	90.000	.100	50.000
15		30.000	10.000	4.000	41.000	.100	130.000
16		10.000	10.000	34.000	110.000	.100	60.000
17		10.000	10.000	60.000	90.000	.100	10.000
18		60.000	10.000	18.000	16.000	.100	15.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		20.000	10.000	32.000	330.000	.700	730.000
11		70.000	10.000	10.000	390.000	.200	185.000
12		40.000	10.000	80.000	420.000	.300	280.000
13		40.000	10.000	230.000	740.000	1.000	165.000
14		20.000	10.000	18.000	580.000	.100	350.000
15		170.000	10.000	15.000	520.000	.900	750.000
16		10.000	10.000	70.000	430.000	.900	540.000
17		20.000	10.000	60.000	420.000	.100	30.000
18		40.000	10.000	60.000	60.000	.100	85.000

Bedrijf 5 ("LOODPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
21	.300	20.000	10.000	40.000	31.000	.100	65.000
22	.510	10.000	10.000	60.000	4.000	.100	15.000
23	.470	40.000	10.000	15.000	13.000	.100	30.000

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
21		40.000	10.000	450.000	100.000	.500	610.000
22		10.000	10.000	340.000	12.000	.200	50.000
23		40.000	10.000	55.000	5.000	.100	25.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
21		60.000	10.000	70.000	80.000	.200	220.000
22		20.000	10.000	750.000	150.000	.100	130.000
23		30.000	10.000	13.000	21.000	.100	5.000

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
21		20.000	10.000	140.000	410.000	.600	640.000
22		10.000	10.000	2660.000	400.000	.800	1380.000
23		40.000	10.000	110.000	80.000	.100	160.000

Bedrijf 6 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
8		1.000	3.000	.500	10.000	.100	15.000
10		20.000	5.000	4.000	24.000	.100	11.000
11		30.000	5.000	3.000	26.000	.200	16.000
12		50.000	20.000	1.000	350.000	.700	2.500
13		30.000	5.000	1.000	240.000	.200	19.000
14		5.000	5.000	1.000	3.000	.200	2.500
15		50.000	5.000	1.000	5.000	.050	13.000
16		5.000	5.000	.500	11.000	.100	10.000
17		5.000	20.000	.500	10.000	.050	2.500

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
8		8.000	4.000	.500	17.000	.050	10.000
10		40.000	5.000	4.000	70.000	.050	28.000
11		20.000	5.000	2.000	780.000	.100	60.000
12		60.000	20.000	3.000	1800.000	.700	36.000
13		20.000	5.000	3.000	1200.000	.200	36.000
14		20.000	5.000	2.000	7.000	.050	13.000
15		10.000	5.000	2.000	46.000	.100	50.000
16		5.000	5.000	13.000	11.000	.100	68.000
17		5.000	5.000	2.000	48.000	.200	15.000

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
8		10.000	4.000	.500	26.000	.200	10.000
10		20.000	5.000	3.000	150.000	.100	2.500
11		30.000	5.000	1.000	36.000	.300	2.500
12		50.000	20.000	1.000	460.000	.400	2.500
13		60.000	5.000	1.000	240.000	1.400	12.000
14		5.000	5.000	1.000	.500	.300	2.500
15		40.000	20.000	1.000	8.000	.100	10.000
16		5.000	5.000	1.000	13.000	.300	10.000
17		5.000	5.000	1.000	13.000	.100	2.500

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
8		11.000	8.000	1.000	145.000	.200	40.000
10		40.000	5.000	3.000	540.000	.050	4.000
11		20.000	5.000	.500	1950.000	.200	75.000
12		70.000	20.000	1.000	1400.000	.300	36.000
13		50.000	5.000	2.000	1300.000	.100	206.000
14		5.000	5.000	1.000	4.000	.050	2.500
15		30.000	5.000	13.000	70.000	.100	68.000
16		5.000	5.000	45.000	530.000	.100	75.000
17		5.000	5.000	.500	33.000	.050	20.000

Bedrijf 7 ("KOPERPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
19		50.000	2.500	1.000	20.000	1.050	
20		210.000	2.500	1.000	40.000	.110	
21		30.000	2.500	2.000	40.000	.050	
22		60.000	2.500	38.000	80.000	.180	
23		10.000	2.500	1.000	50.000	.050	
24		30.000	11.000	1.000	40.000	.050	
25		40.000	2.500	2.000	30.000	.050	
26		60.000	2.500	5.000	150.000	.110	
27		50.000	2.500	1.000	30.000	.050	

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
19		90.000	2.500	186.000	540.000	.050	
20		30.000	2.500	11.000	360.000	.380	
21		80.000	2.500	132.000	650.000	.220	
22		140.000	2.500	74.000	870.000	.260	
23		50.000	2.500	28.000	710.000	.130	
24		30.000	2.500	9.000	520.000	.050	
25		80.000	2.500	88.000	780.000	.670	
26		30.000	11.000	4.000	570.000	.280	
27		10.000	2.500	3.000	420.000	.240	

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
19		10.000	2.500	1.000	60.000	.050	
20		20.000	2.500	1.000	60.000	.050	
21		110.000	2.500	1.000	70.000	.050	
22		10.000	2.500	1.000	30.000	.140	
23		130.000	2.500	1.000	70.000	.250	
24		30.000	2.500	7.000	60.000	.050	
25		20.000	2.500	1.000	60.000	.050	
26		20.000	2.500	2.000	220.000	.050	
27		30.000	2.500	1.000	40.000	.050	

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
19		10.000	2.500	1.000	380.000	.050	
20		30.000	2.500	1.000	380.000	.050	
21		20.000	2.500	1.000	480.000	.050	
22		20.000	2.500	1.000	770.000	.050	
23		10.000	2.500	1.000	710.000	.050	
24		40.000	2.500	4.000	940.000	.380	
25		5.000	2.500	1.000	490.000	.500	
26		50.000	2.500	14.000	780.000	.480	
27		40.000	2.500	3.000	670.000	.050	

Bedrijf 7 ("LOODPERCELEN")

DIENSTLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		40.000	2.500	310.000	860.000	.580	
11		200.000	2.500	460.000	450.000	.420	
12		10.000	2.500	14.000	40.000	.050	
13		20.000	2.500	8.000	30.000	.050	
14		10.000	2.500	6.000	3.000	.050	
15		40.000	2.500	8.000	30.000	.050	
16		30.000	2.500	30.000	6.000	.050	
17		10.000	2.500	19.000	4.000	.140	
18		20.000	2.500	30.000	6.000	.150	

DIENSTLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		10.000	2.500	90.000	30.000	.270	
11		50.000	2.500	250.000	1100.000	1.900	
12		600.000	2.500	230.000	4950.000	7.600	
13		120.000	2.500	100.000	60.000	.420	
14		10.000	2.500	11.000	8.000	.110	
15		110.000	2.500	100.000	90.000	.050	
16		130.000	2.500	57.000	70.000	.050	
17		20.000	2.500	140.000	70.000	.150	
18		20.000	2.500	160.000	20.000	.050	

BINNENLEIDING-DOORSTROMING

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		20.000	2.500	70.000	5.000	.050	
11		10.000	2.500	50.000	23.000	.050	
12		10.000	2.500	57.000	14.000	.050	
13		10.000	2.500	46.000	30.000	.050	
14		10.000	2.500	19.000	4.000	.050	
15		20.000	2.500	37.000	3.000	.050	
16		50.000	2.500	80.000	7.000	1.240	
17		30.000	2.500	56.000	13.000	.050	
18		20.000	2.500	40.000	6.000	.050	

BINNENLEIDING-STILSTAND

MPT	TROEB.	IJZER	MANGAAN	LOOD	KOPER	CADMIUM	ZINK
10		10.000	2.500	180.000	18.000	.050	
11		10.000	2.500	100.000	140.000	.050	
12		5.000	15.000	50.000	40.000	.050	
13		5.000	2.500	30.000	40.000	.100	
14		10.000	2.500	140.000	30.000	.050	
15		20.000	2.500	110.000	33.000	.050	
16		20.000	2.500	126.000	40.000	.120	
17		10.000	2.500	80.000	50.000	.120	
18		20.000	2.500	160.000	16.000	.050	

Resultaten overige metingen per bedrijf

Koperpercelen bedrijf 1

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HCO3-	CO32-	Ca2+	NO2-	NH4+	KMnO4
4	3.000	44.000	17.500	7.400	315.000	0.000	88.000	.005	.005	6.000
5	3.000	44.000	17.500	7.400	315.000	0.000	86.000	.005	.005	6.000
6	3.000	44.000	17.000	7.400	315.000	0.000	88.000	.005	.005	6.000
7	3.000	44.000	15.500	7.500	315.000	0.000	88.000	.005	.005	6.000
8	3.000	44.000	17.500	7.500	315.000	0.000	88.000	.005	.005	7.000
9	3.000	47.000	15.500	7.400	315.000	0.000	88.000	.005	.005	6.000
10	3.000	44.000	14.500	7.500	310.000	0.000	85.000	.005	.005	6.000
11	3.000	44.000	16.000	7.500	310.000	0.000	85.000	.005		6.000
12	3.000	44.000	14.500	7.500	310.000	0.000	85.000	.005	.005	6.000

Koperpercelen bedrijf 2

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HCO3-	CO32-	Ca2+	NO2-	NH4+	KMnO4
2	7.000	20.500	19.000	8.140	132.000	0.000	32.800	.010	.025	3.900
4	7.000	20.300	18.000	8.090	134.000	0.000	30.000	.010	.025	3.600
5	5.000	22.400	20.000	7.290	135.000	0.000	35.800	.010	.025	6.400
6	5.000	21.800	20.000	8.190	140.000	0.000	34.200	.010	.025	4.500
7	5.000	21.500	20.000	8.100	134.000	0.000	31.700	.010	.025	5.600
8	5.000	21.700	18.000	8.080	137.000	0.000	33.500	.010	.025	6.500
9	7.000	20.800		8.110	148.000		35.100	.010	.060	4.700
10	7.000	21.400		8.170	143.000		36.500	.020	.050	4.100
11	6.000	21.900		8.170	161.000		34.200	.010	.025	8.700

Koperpercelen bedrijf 3

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HCO3-	CO32-	Ca2+	NO2-	NH4+	KMnO4
14		64.800	8.800	7.650	325.000	0.000	101.000			
20		55.700	13.000	7.400	317.000	0.000	104.000	.003	.025	15.000
23		55.700	13.500	7.400	322.000	0.000	101.000	.003	.025	15.000
26		56.400	14.000	7.400	321.000	0.000	101.000	.003	.025	15.000
29		56.200	14.000	7.400	322.000	0.000	101.000	.003	.025	18.000
32		55.500	15.000	7.450	319.000	0.000	101.000	.010	.100	16.000
35		54.500	13.500	7.450	316.000	0.000	96.000	.050	.200	16.000
38		55.200	14.000	7.500	318.000	0.000	100.000	.005	.025	16.000
43		55.300	13.500	7.650	320.000	0.000	97.000	.005	.050	16.000

Loodpercelen bedrijf 3

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
17		62.100	10.000	7.750	325.000	0.000	102.000			
46		58.800		7.520	317.000	0.000	101.000	.003	.025	15.000
49		57.500	15.500	7.620	318.000	0.000	103.000	.003	.025	14.000
52		57.800		7.610	318.000	0.000	100.000	.003	.025	14.000
55		57.500	16.500	7.500	310.000	0.000	101.000	.003	.025	15.000
58		57.300		7.520	317.000	0.000	101.000	.003	.025	16.000
61		57.800	17.500	7.570	320.000	0.000	103.000	.003	.025	14.000
64		58.600	16.500	7.430	318.000	0.000	104.000	.003	.025	15.000
67		57.800	17.000	7.480	317.000	0.000	103.000	.003	.050	16.000

Koperpercelen bedrijf 4

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
13	2.500	41.000	9.800	7.740	199.000	0.000	70.000	0.000	0.000	6.500
14	2.500	41.000	9.700	7.800	196.000	0.000	66.000	0.000	0.000	6.000
15	5.000	43.000	10.000	7.900	189.000	0.000	65.000	0.000	0.000	12.400
16	2.500	43.000	9.800	7.810	196.000	0.000	66.000	0.000	0.000	7.400
17	2.500	35.000	10.000	7.820	184.000	0.000	62.000	0.000	0.000	9.100
18	6.000	44.000	10.000	7.830	199.000	0.000	68.000	0.000	0.000	7.800
19	5.000	41.000	10.000	7.810	199.000	0.000	60.000	0.000	0.000	8.900
20	5.000	47.000	9.000	7.680	189.000	0.000	65.000	0.000	.010	6.900
21	5.000	43.000	7.500	7.730	185.000	0.000		0.000	.100	8.700

Loodpercelen bedrijf 4

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
22	5.000	46.000	10.000	7.900	178.000	0.000		0.000	0.000	7.300
23	8.000	36.000	11.000	7.730	148.000	0.000	52.000	0.000	.010	8.400
24	8.000	37.000	12.000	7.880	166.000	0.000	65.000	0.000	.040	8.800
25	2.500	33.000	14.300	7.730	180.000	0.000	51.000	0.000	.040	8.300
26	6.000	42.000		7.760	198.000	0.000	59.000	0.000	0.000	9.500
27	5.000	45.000	8.100	7.680	189.000	0.000	67.000	0.000	0.000	6.900
28	5.000	46.000	8.300	7.800	191.000	0.000	66.000	0.000	0.000	7.800
29	5.000	45.000	8.500	7.760	183.000	0.000	63.000	0.000	0.000	7.700
30	5.000	43.000	8.500	7.770	188.000	0.000	61.000	0.000	0.000	8.800

Koperpercelen bedrijf 5

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
10	5.000	69.500	21.000	8.070	189.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000
11	5.000	70.000	19.000	7.810	190.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000
12	5.000	70.500	19.000	7.910	183.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000
13	5.000	68.000	19.000	8.020	189.000	0.000	76.000	.005	.025	7.000
14	5.000	68.000	20.000	8.000	191.000	0.000	77.000	.005	.025	7.000
15	5.000	64.500	18.000	8.080	198.000	0.000	78.000	.005	.025	8.000
16	5.000	69.500	19.000	8.130	186.000	0.000	76.000	.005	.025	7.000
17	2.500	70.500	20.000	8.160	187.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000
18	2.500	69.500	18.000	8.140	187.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000

Loodpercelen bedrijf 5

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
21	5.000	69.500	20.000	8.050	186.000	0.000	76.000	.005	.025	7.000
22	2.500	70.500	22.000	8.150	184.000	0.000	75.000	.005	.025	8.000
23	5.000	68.500	19.000	8.140	185.000	0.000	75.000	.005	.025	7.000

Koperpercelen bedrijf 6

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	N02-	NH4+	KMn04
8	3.000	28.000	14.500	8.060	124.000		29.500	.005	.020	1.000
10	12.000	61.000	16.000	7.780	178.000		76.200	.005	.005	13.000
11	16.000	66.000	14.000	7.500	307.000		25.900	.005	.010	13.000
12	28.000	49.000	13.000	7.300	212.000		74.300	.005	.010	18.000
13	8.000	31.000	12.000	7.020	97.000		43.500	.005	.005	8.000
14	5.000	34.000	15.000	9.300	107.000	0.000	20.500	.005	.010	.500
15	6.000	27.000	13.000	8.760	90.000	4.000	32.000	.005	.040	1.000
16	6.000	16.000	11.000	8.310	54.000	3.000	21.400	.010	.030	.500
17	5.000	16.000	14.000	8.160	68.000		25.000	.005	.040	.500

Koperpercelen bedrijf 7

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	NO2-	NH4+	KMnO4
19			12.000	7.700						
20			13.700	7.800						
21			13.700	7.800						
22			13.800	7.810						
23			14.10							
24			12.600	7.750						
25			12.500	7.750						
26			13.800	7.700						
27			13.500	7.580						

Loodpercelen bedrijf 7

MPT	KLEUR	GELEID	TEMP	pH	HC03-	C032-	Ca2+	NO2-	NH4+	KMnO4
10			16.600	7.640						
11			16.200	7.650						
12			16.600	7.590						
13			16.300	7.670						
14			16.200	7.700						
15			16.300	7.640						
16			16.400	7.640						
17			16.200	7.680						
18			16.100	7.660						