

SUMMARY

Water quality and cross-connections

After an introductory discussion on how cross-connections in the purification system and specially in the distribution system can impair water quality, a survey is given of the setting up of a control system which by means of chemical and bacteriological examinations could lead to a quick detection of cross-connections. Selective sampling, based upon „black spots” in the distribution system, elective chemical analysis and speeding up of bacteriological examination are advocated. In case of an emergency caused by pollution in the pipe system of a consumer the waterworks should give help to create a same situation. For all these types of work a mobile laboratory can be very useful.

Controle op de waterkwaliteit

Inleiding

Volgens de tekst van de uitnodiging wordt dit symposium gehouden met het doel, nieuwe wegen te zoeken om wanverbindingen te verhinderen, c.q. de gevolgen ervan te beperken.

Onze bijdrage hiertoe is een mededeling over de praktijk van de controle op de waterkwaliteit, met name in zoverre zij iets te maken heeft met het effect van wanverbindingen. Met opzet wordt hier het woord effect gebruikt. Een gesloten wanverbinding is voor een scheikundige-bacterioloog als een ongeldig plaatsbewijs: hij kan er niet mee vooruit. Dit hangt samen met de definitie van controleren, dat is het houden of aanleggen van een tegenrol, ofwel het richtig gebruik van een copie van wat schriftelijk is vastgelegd. Een dergelijke tegenrol wordt aangelegd in de verwachting, dat niet altijd alles volgens voorschrift gebeurt. Een ongerechtigheid echter kan niet worden geconstateerd als zij niet is begaan. Dit impliceert dat de controle zoals zij hier is bedoeld, namelijk op de kwaliteit van het water, pas tot de informatie, die nodig is om wanverbindingen te kunnen bestrijden, kan bijdragen als de wanverbinding open staat en in de verkeerde richting heeft gewerkt, m.a.w. als het kwaad reeds is geschied. Een directe preventie kan het laboratorium dus niet bereiken; dit in tegenstelling tot de inspectie, wier taak in de volgende voordracht door ir. van der Veen zal worden behandeld. Het laboratoriumonderzoek kan indirect preventief werken in zoverre het bestaan ervan bij de afnemers bekend is; het verschijnen van een chemicus met een koffer vol flesjes doet de gezichten van wanverbindende afnemers gewoonlijk in aanzienlijke mate betrekken.

Het bereiken van deze preventie is echter slechts een neven-doel van het routine-onderzoek. Het hoofddoel is het verkrijgen van algemene, statistisch bruikbare kwaliteitsgegevens betreffende het water in het distributiegebied. De uitslag van dit onderzoek levert dus geen absoluut gegeven over de kwaliteit van het water afgeleverd in een willekeurig huis X aan gracht Y. Met een zekere mate van waarschijnlijkheid stemde deze overeen met de statistisch bepaalde kwaliteit. De ervaring heeft uitgewezen dat de waarschijnlijkheidsgraad zeer hoog is.

Onderzoek; variaties naar tijd en plaats

Om een indruk te geven van de omvang van het onderzoek zij hier in verkorte vorm vermeld hoe in het Waterleidingbesluit het aantal in het distributiegebied per tijdseenheid te nemen monsters en het bacteriologisch onderzoek hiervan is geregeld.

Het aantal monsters per maand loopt op van 4 voor een distributiegebied met maximaal 20.000 inwoners tot 80 voor een distributiegebied met een inwonertal tussen 700.000 en 1.000.000. Deze aantallen monsters worden tot respectievelijk 1 en 20 teruggebracht als in het leidingnet c.a. bij werk-

zaamheden voor voldoende desinfectie wordt gezorgd. Het laatstgenoemde aantal, 20 monsters per maand, geldt dus voor een stad als Amsterdam. In werkelijkheid wordt in Amsterdam — nog afgezien van controle op buizenaanleg e.d. — een bijna tienvoudig aantal monsters genomen, in Rotterdam nog meer.

De monsters moeten worden onderzocht op de aanwezigheid van bacteriën van de coligroep en eventueel op die van thermotolerante bacteriën. Dit onderzoek duurt volgens de opzet van het Waterleidingbesluit totaal 4 dagen; wie bevestigde reacties op E.coli wil doen — een nog algemeen gebruikelijke procedure — heeft zelfs minimaal 5 dagen nodig.

De verdeling van de monsterpunten over het distributiegebied geschiedt gewoonlijk op basis van de waterverdeling over dit gebied. Het hierboven beschreven routine-onderzoek is dan ook niet specifiek gericht op het ontdekken van wanverbindingen en kan dit ook niet zijn, zoals in een van de volgende paragrafen zal blijken. Wel kan reeds hier worden opgemerkt, dat bij de routine-controle van het water — dus langs de weg van de waterkwaliteit — de kans op ontdekking van het bestaan van een wanverbinding bijzonder klein is. Men zou om te beginnen een monsterpunt moeten hebben dat toevallig dicht bij de besmettingshaard ligt en dat dan bovendien „te rechten tijde” wordt bemonsterd; maar er zijn nog andere kansen op verontreiniging van het water, zodat een positief resultaat van een proef, zelfs bij verdenking op het bestaan van een wanverbinding, nog nadere interpretatie behoeft. Dit is een uitermate moeilijk terrein en men zou de neiging kunnen hebben dan de bacteriologische controle gericht op de ontdekking van wanverbindingen maar op te geven. Wie niets doet maakt ook geen fouten, maar in ons geval dan toch wel die ene grote fout, dat hij niets doet.

Dit over de controle in het algemeen. Tot slot van deze paragraaf moet hier ten dele samenvattend worden opgemerkt dat, gezien hetgeen in deze paragraaf is ontwikkeld, het laboratorium met zijn resultaten van onderzoek van water altijd achteraf komt, niet alleen omdat de verontreiniging pas kan worden geconstateerd als het kwaad reeds is geschied, maar ook omdat belangrijke onderdelen van het bacteriologisch onderzoek veel tijd in beslag nemen.

Wanverbindingen; variaties naar tijd en plaats

De gevolgen van verontreiniging via een wanverbinding hangen af van tijd en plaats. Stel dat de wanverbinding kortstondig wordt gemaakt, op een tijdstip dat uit de betrokken leiding veel water voor het afsputten van vloeren wordt getapt, dan is de kans op gevaar voor de consument kleiner dan wanneer de wanverbinding voortdurend bestaat en er aan de leiding water voor drinken en spijsbereiding wordt onttrokken.

Wat de plaats betreft kan worden gesteld, dat een wanverbinding gevaarlijker is naarmate zij in de waterstroom tussen wingebed en tappunt dichter bij de consument komt te liggen. Deze stelling leidt er toe het waterzuiveringsbedrijf en zijn techniek in de beschouwing te betrekken; dit zal ons het gevaar van een wanverbinding in het distributiegebied nog duidelijker voor ogen stellen.

Wanverbindingen in het waterzuiveringsbedrijf

Een verbindingfout in een wingebed kan, tenminste als er een zuiveringssysteem van enige betekenis beschikbaar is, nog in een van de zuiveringstrappen worden opgevangen, daarbij nog afgezien van de controle. De opbouw van het bedrijf behoort namelijk zodanig te zijn, dat daar niet iedere onverwachte gebeurtenis of fout onmiddellijk slecht drinkwater betekent. Wanverbindingen in het zuiveringssysteem worden meestal ook snel ontdekt omdat het systeem van beperkte omvang is en er regelmatig toezicht en controle wordt uitgeoefend.

Reservoirs voor rein water zijn al gevaarlijker; een wanverbinding via een overstort, bijvoorbeeld met een riool, is niet denkbeeldig. Tussen dit reservoir en de consument zit gewoonlijk geen veiligheidsbarrière meer, behoudens misschien een beetje restchlor, maar dit is bij een verontreiniging met oxydeerbaar organisch materiaal snel verbruikt. Wel staan deze reservoirs onder regelmatige bacteriologische controle, maar men houdt ze graag vol en inspectie geschiedt niet zeer frequent. Bekend is het geval van besmetting van een reinwaterreservoir in Londen, waarin manshoge plantenwortels waren doorgedrongen.

Het meest kwetsbare onderdeel is het leidingnet in het distributiegebied. Het heeft een grote lengte en een enorm oppervlak; 20 kilometer vierduimsleiding heeft al een binnenoppervlak van ruim 6000 m², dat is de grootte van een voetbalveld. Het wordt gedurig gerepareerd, staat daardoor bloot aan contact met de buitenwereld, en ondanks beschermende maatregelen (desinfectie) kan binnendringen van vreemd materiaal niet steeds worden voorkomen. Een ongeluk, i.c. een wanverbinding met de vuile buitenwereld, bijvoorbeeld in een natte sleuf ligt in een klein hoekje.

Wanverbindingen bij de afnemer

Het distributienet van de waterleiding loopt tot aan de hoofdkraan van het aangesloten perceel; daar begint het buizenet van de afnemer. Voor het aanleggen hiervan en het aansluiten van toestellen bestaan voorschriften (AVWI), maar incidentele overtreding van voorschriften moet, gezien de ervaring, ook hier worden verwacht. Een zware overtreding is het maken van een wanverbinding. Hoe zou dit kunnen worden bemerkt door de instantie die het water in het distributiegebied op bacteriologische kwaliteit onderzoekt? Wij stelden reeds dat de kans op ontdekking langs deze weg zeer klein is.

Er zou één afdoende oplossing zijn: al het water onderzoeken, maar dan was zelfs een wanverbinding niet gevaarlijk, omdat er voor de consument niets zou overblijven. Men onderzoekt dus slechts een deel van het water, en in het ons hier en nu interesserende verband wordt gevraagd:

1. Is er verontreiniging opgetreden?
2. Is deze veroorzaakt door een wanverbinding?
3. Waar zit die wanverbinding?
4. Wat is daar gebeurd?
5. Wat zijn de gevolgen?

Wettelijke grondslagen

Getracht moet worden antwoorden op deze vragen te krijgen; ten dele geschiedt dit met de wet in de hand. Een samenvatting van de in het Waterleidingbesluit aan het onderzoek gestelde eisen werd reeds weergegeven in een der vorige paragrafen.

Deze eisen zijn gebaseerd op de „kunst van het bereikbare”. Toen de voorschriften werden opgesteld werd mede overwogen wat redelijkerwijze voor de bestaande, en niet gemakkelijk uit te breiden controlerende instanties haalbaar was. Dit is een zeer reële overweging; met het bouwen van luchtkastelen bereikt men slechts een bevrediging van de fantasie.

De wettelijk voorgeschreven controle moet dus als een minimum worden beschouwd. Zo mogelijk zal in de praktijk meer gebeuren, en hierbij zal men zich door de ervaring laten leiden. Naar onze mening moet hierbij ook meer plaats worden ingeruimd aan het chemisch onderzoek. Dit omvat in Amsterdam bepaling van het chloridegehalte, het zuurstofgehalte en het KMnO₄-verbruik (het Waterleidingbesluit schrijft slechts incidenteel bepaling van het zuurstofgehalte voor). Wij zullen niet volledig uiteenzetten wat de achtergronden zijn geweest bij de keuze van de parameters. In het algemeen kan worden gesteld dat het chemisch onderzoek moet worden aangepast aan de samenstelling van die water-soort welke de grootste kansen heeft de verontreiniging te veroorzaken. Op sommige plaatsen in USA zou eerder het sulfaatgehalte dan het chloridegehalte moeten worden bepaald. Het grote voordeel van het chemisch onderzoek is, dat het snel kan worden uitgevoerd; wordt het ter plaatse van de monsterneming verricht, dan beschikt men bij de chloridebepaling binnen enkele minuten over de resultaten. Gaat het om een verontreiniging met gevaarlijke chemicaliën, dan zal men bij vermoeden daarvan het chemisch onderzoek rechtstreeks op deze stoffen richten. Dit onderzoek zal dus van geval tot geval verschillen.

Blijft de vraag: kan met beperkte omvang van het onderzoek maar met het nemen van meer monsters, meer informatie worden verkregen? Hiermede komen wij aan een kwestie van organisatorische aard.

Organisatorische grondslagen

De fundamentele vraag is hier: hoe kan het onderzoek het best worden georganiseerd? Deze vraag valt uiteen in de volgende onderdelen:

1. Met welke wijze van onderzoek krijgen wij zoveel mogelijk „waar voor ons geld”?
2. Hoe moet de monsterneming naar plaats en tijd worden opgezet?
3. Moet bij deze opzet de spreiding van de monsterpunten over het distributiegebied mede worden gebaseerd op geselecteerde monsterpunten?
4. Waar ligt de grens van de chemisch-bacteriologische controle?

Ad 1. Omvang van het onderzoek der monsters.

Stel: a. voor x gulden kan men 1 monster onderzoeken op 3 componenten, of b. 3 monsters op 1 component. Wat zal men kiezen? Men kan overwegen dat methode b. de mogelijkheid biedt van de spreiding naar plaats en tijd; deze mist methode a. Van de andere kant: stel dat men alleen een bacteriologisch onderzoek inzet — en dit zal men vanzelfsprekend primair stellen — en bijvoorbeeld geen chloridebepaling uitvoert, dan mist men de snelle chemische informatie. Men zal een compromis moeten zoeken. Waarschijnlijk zal het zo gaan, dat men begint met meer monsters met een beperkt onderzoek, en eindigt met meer monsters en een uitgebreider onderzoek. Deze uitbreiding zou namelijk plaats hebben na het eerste geval, waarin het niet uitvoeren van bijvoorbeeld de chloridebepaling aanleiding zou zijn tot een tragere reactie dan wanneer zij wel zou zijn uitgevoerd.

Ad 2. Opzet van de monsterneming.

Men kan meer monsters nemen op drie manieren:

- a. het aantal monsterplaatsen constant houden, en het aantal monsters per tijdseenheid vergroten;

- b. het aantal monsterplaatsen uitbreiden en de frequentie van de monsterneming constant houden (meer monsters per vlakke-eenheid);
- c. de methoden a. en b. in enigerlei vorm combineren.

Ad 3. Geselecteerde monsterpunten.

Het is direct duidelijk dat onderzoek van monsters genomen op punten, geselecteerd op basis van de kans op het voorkomen van wanverbindingen, de kans op ontdekking van een verontreiniging ten gevolge van een wanverbinding groter maakt. In de praktijk zal dit monsterpunt achter de hoofdkraan, dus in het leidingnet van de aangeslotene liggen. Het is zeker aan te bevelen een deel van een grotere „monster-ruimte” hieraan te besteden.

Ad 4. Begrenzing van de controle.

Onder de nu gegeven omstandigheden reikt de aansprakelijkheid van het waterleidingbedrijf voor de kwaliteit van het water niet verder dan de hoofdkraan. Dit principe wordt al enigszins doorbroken als men monsters gaat nemen op geselecteerde plaatsen, zoals onder 3. omschreven.

In hoeverre men in dit opzicht nog verder moet gaan en of men zogenaamde „gevaarlijke” afnemers bij de controle moet helpen zal in de laatste paragraaf, waarin enkele praktische oplossingen aan de hand worden gedaan, worden behandeld.

Aanbevelingen voor de praktijk

De toenemende industrialisatie en gelijksoortige ontwikkelingen in verschillende maatschappelijke sectoren met grote waterverbruikers leidt er toe dat de kans op wanverbindingen groter wordt. Een uitbreiding van de controle op de waterkwaliteit in het distributiegebied is daarom noodzakelijk. Uitbreiding van de algemene controle zal men niet kunnen missen; van controle gericht op het ontdekken van wanverbindingen bij in dit opzicht potentieel gevaarlijke afnemers mag men echter meer resultaten verwachten, mede omdat de preventieve werking van dit systeem groter is dan die van de algemene controle. Classificatie van de afnemers in gevarenklassen — deze zal in de voordracht van ir. van der Veen worden besproken — zal daarom mede bepalend moeten zijn bij de opzet van de uitbreiding van de chemisch-bacteriologische controle.

Een en ander zal aanleiding geven tot meer controlewerk. Verkleining van de omvang van het laboratoriumonderzoek zou die toeneming wel beperken, maar zou alleen bacteriologisch onderzoek worden gedaan, dan mist men de snelle indicaties van het chemisch onderzoek. In ons land zal een chloridebepaling dikwijls belangrijke aanwijzingen kunnen geven. Daarnaast blijft ook voor het normale controlewerk de bepaling van het zuurstofgehalte van betekenis. Deze laatste bepaling kan, althans voor het hier beschreven doel, thans met voldoende nauwkeurigheid langs elektrische weg worden verricht. In gevallen van verontreiniging met gevaarlijke chemicaliën is een daarop gericht chemisch onderzoek onmisbaar.

Voor snelle uitvoering van al dit werk zou zeker voor de

grote bedrijven het gebruik van een met mobilfoon uitgeruste laboratoriumwagen de beste oplossing zijn; deze zou trouwens ook voor andere doeleinden goede diensten kunnen bewijzen. Het chemische deel van het routine-onderzoek kan in de wagen worden verricht en de bacteriologische monsters kunnen naar behoefte direct worden ingezet, c.q. in een koelkast worden bewaard. De bemanning zou moeten bestaan uit een chauffeur-monsternemer en een analist. Deze opzet zou zowel een zeer ongelijkmatige belasting van het laboratorium voorkomen als een sneller beschikbaar komen van uitkomsten mogelijk maken. Bij de Gemeentewaterleidingen zijn voor Amsterdam de plannen voor een dergelijke wagen reeds in een verre staat van voorbereiding.

Het selecteren van extra-monsterpunten dient naar onze mening te geschieden op basis van de gevarenklassen van de betrokken afnemers. Het is een beleidskwestie of men met de controle ook zo ver moet gaan, dat het waterleidingbedrijf zijn controle-apparaat beschikbaar stelt om hulp te bieden aan afnemers waar naar de mening van het waterleidingbedrijf deze hulp nuttig zou kunnen zijn. Dit zou dan moeten worden beschouwd als een dienstverlening die de afnemer geenszins ontheft van zijn aansprakelijkheid zijn particuliere waterleidingnet als een goed huisvader te beheren, maar die hem reeds bij indienstelling van, en na ingrijpende reparaties en aanvullingen in zijn leidingnet zou kunnen helpen de kans op waterverontreiniging tot een minimum te beperken. Incidenteel hebben dergelijke gevallen zich in Amsterdam — en wellicht ook elders — reeds voorgedaan; zij zijn steeds tot wederzijdse tevredenheid opgelost.

Tenslotte nog enkele opmerkingen over de versnelling van het bacteriologisch onderzoek. Met de klassieke methoden komt de uitslag van het onderzoek pas zeer laat beschikbaar. De invoering van de membraanfilters verkortte de wachtermijn tot de orde van één dag; al was dan de informatie minder verfijnd, zij kwam tenminste binnen 18 à 20 uur beschikbaar. Veelbelovend leek aanvankelijk een radiochemische methode, waarbij een met C-14 gemerkte suiker in de voedingsbodem binnen enkele uren voldoende $^{14}\text{CO}_2$ leverde om het te kunnen meten, maar de blanco bleek te hoog. Na deze teleurstellende resultaten is er nu een nieuwe, op chemoluminescentie berustende methode in onderzoek. Zij berust op een lichtverschijnsel dat ontstaat als een bepaalde stof (luciferine) en een bijbehorend enzym (luciferase) in contact worden gebracht met ATP (adenosinetriphosfaat) welke laatste stof dan door bacteriën wordt geleverd.

De proefopstelling kan zo worden gemaakt dat de uitgezonden hoeveelheid licht evenredig is met het aantal bacteriën per volume-eenheid. De energiestroom wordt met een fotomultiplier zodanig versterkt, dat zij, na ijking van de meetapparatuur, het bacteriegetal in een telapparaat direct afleesbaar maakt. Deze methodiek zal in de toekomst, naar wij hopen, de tijd nodig voor een bacterietelling terugbrengen tot enkele minuten. Waarschijnlijk zal dan bij het onderzoek naar wanverbindingen de bacterioloog minder tijd nodig hebben dan de technicus.