Verscherpte normstelling voor lood in drinkwater

Voordracht uit de 35e vakantiecursus in drinkwatervoorziening 'Europees milieubeleid en de gevolgen voor de waterleidingbedrijven', gehouden aan de TH Delft op 6 en 7 januari 1983.

Een van de consequenties van de vaststelling van de EG-richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water [1] is, dat de norm voor lood in drinkwater in de Nederlandse wetgeving verzwaard zal worden.

1. Huidige en toekomstige normen

De huidige norm, vastgelegd in artikel 4, lid 2 van het Waterleidingbesluit van 7 juni 1960, houdt in dat drinkwater ten hoogste 0,1 mg lood per liter mag bevatten. Dit geldt voor het punt van levering door het waterleidingbedrijf aan anderen, dus bij de hoofdkraan.



A. BOES
NV Waterleiding
Friesland

Daarnaast richten de bedrijven zich ook naar de Aanbevelingen van de VEWIN die o.a. inhouden dat het loodoplossend vermogen van drinkwater, afgeleverd door de pompstations, kleiner behoort te zijn dan 0,3 mg/l na een verblijf van 16 uren in een loden buis.
De EG-richtlijn schrijft voor dat het drinkwater, dat aan de verbruiker wordt geleverd, moet voldoen aan de eis dat het loodgehalte niet hoger is dan 50 μg/l in stromend water. Hierbij wordt in de richtlijn aangetekend dat bij loden leidingen het gehalte aan lood niet meer zou mogen bedragen dan 50 μg/l in een monster dat genomen is na doorstroming. Indien het monster direct is genomen of na doorstroming en het gehalte aan lood veelvuldig of in aanzienlijke mate 100 μg/l overschrijdt, dienen er passende maatregelen te worden genomen teneinde de blootstelling aan lood van de verbruiker te verminderen. De richtlijn laat aan de bevoegde nationale autoriteiten over, de plaatsen van monsterneming te bepalen.
In ons land is de aanpassing van het Waterleidingbesluit aan de EG-richtlijn ver gevorderd. De laatste versie van het ontwerp voor een nieuw besluit [2] bevat de bepaling dat drinkwater, dat door het waterleidingbedrijf aan anderen ter beschikking wordt gesteld, niet meer dan 50 μg/l lood mag bevatten.
Hierbij wordt aangegeven dat de bepaling van het loodgehalte plaatsvindt in een monster water genomen nadat de inhoud van het betreffende leidinggedeelte is ververst.
Daarnaast is het voorschrift opgenomen dat een geconstateerde overschrijding van 15 μg/l lood in het drinkwater bij het verlaten van het pompstation onverwijld aan de inspecteur van de volksgezondheid moet worden gemeld. Verder schrijft het besluit voor, dat het water op het punt van levering aan anderen niet agressief mag zijn.
De toelichting op dit nieuwe concept-waterleidingbesluit stelt, dat gestreefd moet worden naar een zo laag mogelijke concentratie van lood in drinkwater aan de tapkraan. Over de eis van niet-agressief water wordt opgemerkt, dat deze niet alleen geldt ten aanzien van de aantasting van beton en asbestcement, maar ook met betrekking tot de metaaloplossende vermogens van water.
Het komt er dus op neer, dat in de nabije toekomst de norm van ten hoogste 100 μg/l lood in drinkwater op het punt van levering verzwaard wordt tot 50 μg/l, gemeten in stromend water.
Daarbij zou moeten worden gestreefd naar een zo laag mogelijk loodgehalte in het water uit de tapkraan.

2. Achtergronden van de verscherping van de drinkwaternorm

De bijdrage van het drinkwater aan de totale loodbelasting van de mens is in ons land vrij groot. De Wereld Gezondheids Organisatie hanteert voor de toelaatbare orale opname door volwassenen 3.000 μg per week (50 μg/kg lichaamsgewicht). Dat betekent dus 430 μg per dag (deze getallen zijn overigens niet grondig toxicologisch gefundeerd).
Bij een verbruik per dag van 2 l drinkwater dat precies zou voldoen aan de thans geldende norm zou de opname uit drinkwater 46,5% van de toelaatbare waarde bedragen. Bij een gehalte van 50 μg/l is deze bijdrage nog altijd 23,2%.
De werkelijke opname uit het voedsel, exclusief het drinkwater, bedraagt thans gemiddeld 90 μg per dag. De bijdrage uit drinkwater dat aan de verscherpte normen zou voldoen, is van dezelfde orde van grootte. Als het dus noodzakelijk is de loodbelasting van de consument terug te dringen, dan is het zeker ook de moeite waard het loodgehalte van het drinkwater te beperken.

De totale belasting van de mens met lood uit het milieu wordt weerspiegeld door het gehalte aan lood in het bloed. Deze parameter is de beste maat voor zowel de mate van langdurige belasting als voor de *kans* op het optreden van schadelijke effecten.
De Europese Commissie heeft een 'Biological Quality Guide' aanvaard, die aangeeft welke waarde van het loodgehalte in het bloed bij een bepaald percentage van de bevolking niet mag worden overschreden. In Nederland is voor de bijzondere risicogroep gevormd door de kleine kinderen een strengere richtlijn aanvaard (tabel I).
Zolang en voor zover bij bevolkings-onderzoek deze waarden niet worden overschreden, is er ten aanzien van de loodbelasting niets verontrustends aan de hand. Uit verscheidene studies in Nederland blijkt dat aan de richtlijn voor de bevolking als geheel wordt voldaan. In een aantal onderzoekingen worden echter de richtlijnen voor kinderen reeds benaderd. Er is dus zeker reden om maatregelen te nemen ter beperking van de loodbelasting van de Nederlandse bevolking en derhalve ook ter vermindering van het loodgehalte van het drinkwater. Uit dien hoofde is een verscherpte normstelling een zeer wezenlijke eerste stap.

3. Onderzoek naar het loodgehalte van drinkwater

In de gegeven beschouwingen gaat het om de belasting van de consument met lood.
Voor drinkwater gaat het ten principale om het loodgehalte van het water zoals het de tapkraan verlaat. In vroegere concept-versies van de EG-richtlijn werd de norm van 50 μg/l dan ook gehanteerd voor het water uit de tapkraan.
Inmiddels is duidelijk geworden dat zowel in de definitieve versie van de EG-richtlijn als in het Waterleidingbesluit sprake is van normen gesteld aan het water op het punt van levering. Daar houdt juridisch de verantwoordelijkheid van het waterleidingbedrijf op. Zonder hier nu verder op in te gaan mag toch worden geconstateerd dat het waterleidingbedrijf zijn handen niet aftrekt van (het water in) de drinkwaterinstallaties. Ik verwijs slechts naar alle voorwaarden en voorschriften ten aanzien van aansluitingen en installaties en de inspectieactiviteiten.
Dit moet mijns inziens ook gelden ten aanzien van het loodgehalte van het water.
In het vervolg van mijn betoog hoop ik u duidelijk te maken dat dit ook kan.
In deze lijn denkend heeft de VEWIN in 1976 op instigatie van de Raad van Bijstand van de in KIWA-verband samenwerkende waterleidinglaboratoria de vraag gesteld: Hoe staat het in Nederland met het loodgehalte van het drinkwater uit de tapkraan in het licht van de verscherpte EG-norm?
Dit heeft geleid tot een onderzoek door VEWIN en RID in de jaren 1977 - 1980.
Het rapport daarover kwam in juli 1981 voortijdig in de publiciteit; het is inmiddels

TABEL I – *Richtlijnen voor het gehalte aan lood in bloed.*

	Voor de gehele bevolking	Bij kinderen
voor 100% van de populatie	400 μg/l	400 μg/l
voor 98% van de populatie	350 μg/l	300 μg/l
voor 90% van de populatie	300 μg/l	250 μg/l
voor 50% van de populatie	200 μg/l	200 μg/l

(in april 1982) verschenen [3]. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden in 19 steden, die worden voorzien met drinkwater van verschillende herkomst. In ieder van deze steden zijn 50 woningen onderzocht waar loden dienst- en binnenleidingen, al dan niet voorzien van tinvoering, aanwezig waren.

Het grote probleem bij deze vraagstelling zit in de methode van bemonstering van het water. Uit verscheidene eerdere onderzoekingen is gebleken dat de loodgehalten, bepaald in monsters water genomen op willekeurige tijdstippen uit eenzelfde leiding, zeer grote variaties kunnen vertonen.
In leidingwater kan het lood namelijk voorkomen in opgeloste vorm en als gesuspendeerde vaste deeltjes. Bij een gegeven waterkwaliteit is het gehalte van opgelost lood in hoofdzaak afhankelijk van de temperatuur van het water, van de tijd gedurende welke het water in de loden leidingen heeft stilgestaan en van de aard van de deklagen die aan de binnenzijde van de buis zijn gevormd. De hoeveelheid vaste loodhoudende deeltjes is eveneens afhankelijk van de aard van de deklagen, met name van de samenhang daarvan en van de stroomsnelheid van het water in de leiding. Ook de mate waarin de leiding in trilling geraakt bijvoorbeeld tengevolge van zwaar verkeer kan hierbij van invloed zijn. Het zal dus duidelijk zijn, dat het in de praktijk zeer moeilijk is een watermonster aan een leiding te onttrekken zodanig dat het daarin gevonden loodgehalte representatief is voor de afgifte van lood door die leiding. Toch zal aan deze voorwaarde voldaan moeten worden wil er sprake kunnen zijn van enige vergelijking met een normwaarde. Pocock [4] stelt dan ook terecht dat, tenzij men een wetenschappelijk verantwoorde bemonsteringsprocedure kan opstellen, het hanteren van normwaarden 'nonsensical' is.
In het onderhavige onderzoek is er van afgezien te trachten enige bemonsteringsmethode te zoeken die een momentane waarde van het loodgehalte in drinkwater zou opleveren. Daarentegen is een werkwijze gehanteerd die een maat geeft voor de belasting van de consument met lood uit het drinkwater over een langere periode. Hiertoe is gebruikt een proportioneel bemonsteringsapparaat, ontwikkeld door het RID (afb. 1). Gedurende een week is daarmee van al het voor consumptie gebruikte water uit een tappunt in de keuken een evenredig deel (ongeveer 5%) verzameld en vervolgens geanalyseerd. Het loodgehalte van een dergelijk monster is dus het gemiddelde loodgehalte van het in die week geconsumeerde water. Tabel II geeft een vergelijking van de zo gevonden loodgehalten met de normwaarden van 50 resp. 100 μg/l.

TABEL II – *Loodgehalte in drinkwater (in verzamelmonsters van 1 week).*

	% van de monsters met loodgehalten		Gemiddelde waarden van het loodgehalte van 50 monsters in μg/l
	$\leq$ 50 μg/l	$\leq$ 100 μg/l	
Loden buizen zonder tinvoering			
Amsterdam	90	100	21
Gouda	90	96	27
Groningen	82	100	38
Rotterdam	69	98	38
Leiden	63	92	49
Haarlem	36	82	67
Den Haag	27	81	69
Leeuwarden	20	75	85
Zutphen	16	76	79
Waalwijk	13	60	93
Loden buizen zowel met als zonder tinvoering			
Oudenbosch	74	92	40
Roosendaal	54	98	51
Loden buizen met tinvoering			
Zwolle	100	100	4
Utrecht	100	100	5
Tilburg	100	100	9
Eindhoven	98	100	11
Arnhem	98	100	11
Bolsward + Sneek	98	100	11
Maastricht	94	98	30

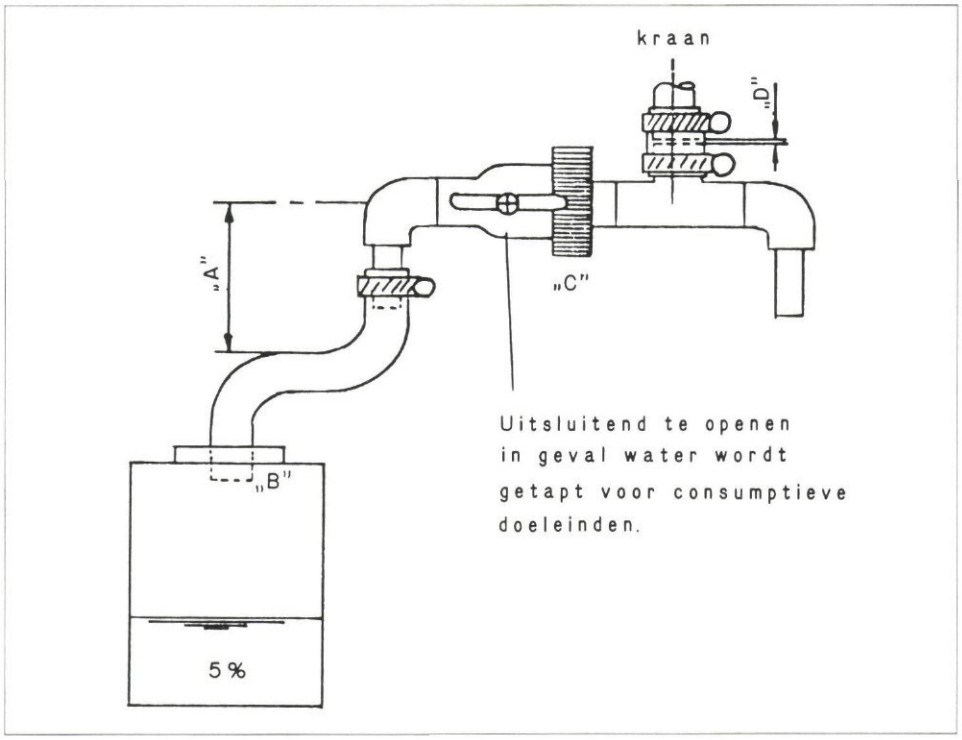
Deze tabel moet in verband met de gekozen steekproefgrootte van 50 woningen per stad zo worden geïnterpreteerd, dat wanneer in de steekproef in 11% van de monsters een bepaalde waarde wordt overschreden dan voor de gehele populatie geldt dat in 5% van de woningen met loden leidingen deze waarde wordt overschreden.

Het blijkt dus dat slechts voor twee van de twaalf steden waar onvertinde loden leidingen aanwezig zijn geconcludeerd kan worden dat in minder dan 5% van alle installaties met loden leidingen een overschrijding van de waarde van 50 μg/l voorkomt en dat voor zeven van deze twaalf steden hetzelfde geldt ten opzichte van de waarde van 100 μg/l. Daarnaast blijkt dat in geen van de zeven steden waar uitsluitend vertinde loden buizen voorkomen in meer dan 5% van de installaties de waarde van 50 μg/l overschreden wordt.
De conclusie uit dit onderzoek moet dus zijn, dat het in een aantal gevallen wenselijk is verbetering in de situatie te brengen.

4. Mogelijkheden om het loodgehalte van drinkwater te verlagen

Om de belasting van de consument met lood uit drinkwater te verkleinen staan drie maatregelen ter beschikking.
1. Het doorspoelen van de leidingen voordat het water voor consumptie wordt getapt. Dit zal vooral effect hebben 's morgens na de lange nachtelijke stilstand, maar ook in de loop van de dag vooral in woningen waar lange loden leidingen aanwezig zijn en het verbruik gering is. Het zal van de waterleidingbedrijven wel gerichte voorlichting vragen om de consument tot deze handelwijze te brengen en hem erin te doen volharden. Daarbij zal het nodig zijn een juiste manier van doorspoelen te adviseren (tijdsduur en beperkte stroomsnelheid om te voorkomen dat door meegesleurde vaste deeltjes het loodgehalte wordt verhoogd).

Afb. 1 - Zijaanzicht van het proportioneel bemonsteringsapparaat.

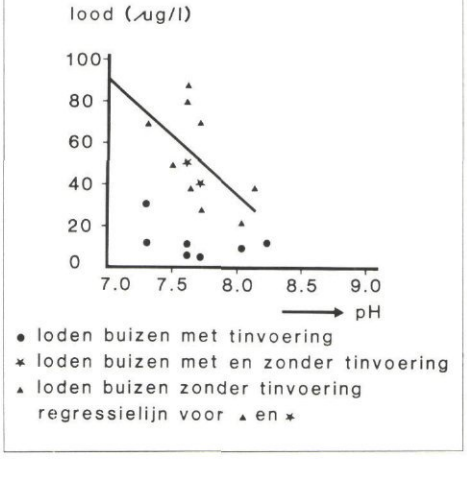


2. Het vervangen van de loden leidingen. Dit is uiteraard de meest radicale methode, die echter zeer kostbaar is. Om de gedachten te bepalen: vervanging van de naar schatting 1,2 miljoen loden dienstleidingen in Nederland zal globaal geraamd 0,6 miljard gulden kosten. Vervanging van de 1,5 miljoen binneninstallaties zal 1,5 tot 3 miljard gulden kunnen vergen. Hierbij komt nog dat waterleidingbedrijven wel tot vervanging van de dienstleidingen kunnen overgaan, maar dat dit weinig zin heeft als de huiseigenaren er niet toe gebracht kunnen worden te zelfder tijd de binneninstallaties te vernieuwen.
3. Conditioneren van het water tijdens de zuivering zodanig dat het loodoplossend vermogen verkleind wordt. Dit kan geschieden door de pH van het water te verhogen tot waarden tussen 8,0 en 8,5. Op theoretische gronden en uit elders beschreven onderzoek [5, 6] mag worden verwacht, dat het loodoplossend vermogen daarmede gereduceerd kan worden tot waarden in de orde van grootte van 100 μg/l na 16 uren stilstand. Ook zullen – mits de verhoogde pH stabiel is – van de deklagen minder vaste deeltjes loslaten. Uit het onderhavige onderzoek zijn eveneens aanwijzingen in deze richting verkregen.

In afb. 2 zijn de gemiddelden van de loodgehalten in de 50 monsters per stad uitgezet tegen de pH van het water. Bij pH > 8,0 liggen de gevonden waarden alle beneden 50 μg/l.

In de Nederlandse omstandigheden zal in veel gevallen ten gevolge van deze pH-verhoging ontharding van het water plaatsvinden. Dit vereist dan een installatie, waarmede het ontstane calciumcarbonaat uit het water wordt verwijderd. Hier ligt dus een mogelijkheid om naast de reductie van het loodoplossend vermogen ook de voordelen van gedeeltelijk onthard water in één

Afb. 2 - Gemiddeld loodgehalte per stad in gedurende één week geconsumeerd drinkwater (19 steden).



procesgang te realiseren. Deze voordelen zijn:
– besparingen op zeep en wasmiddelen voor de consument;
– efficiënter energiegebruik in en minder onderhoud aan waterverwarminsgapparaten door geringere ketelsteenvorming;
– verminderde fosfaatbelasting voor het milieu.
Daarnaast zal ook de afgifte van andere metalen uit de leidingen aan het water worden teruggedrongen. Van belang zijn hierbij cadmium en koper. Met name zijn deze van betekenis voor de kwaliteit van het slib dat overblijft bij de zuivering van afvalwater en in grote hoeveelheden als meststof in de landbouw wordt toegepast. Een te hoog gehalte aan zware metalen dreigt deze toepassing onmogelijk te maken [7, 8].
In Nederland zou gedeeltelijke ontharding zinvol kunnen zijn voor ongeveer 700 miljoen m^3 van de thans per jaar geproduceerde 1 miljard m^3. Als de kosten daarvoor gesteld worden op *f* 0,10 per m^3 – hetgeen een alleszins verantwoorde schatting lijkt – dan zouden de totale kosten, contant gemaakt bij een rente van 8% over 20 jaar, 0,7 miljard gulden bedragen. Deze kosten zijn dus ongeveer even hoog als de kosten voor het vervangen van alle loden dienstleidingen in Nederland.
Landelijk gezien verdient conditionering van het drinkwater al dan niet gepaard aan gedeeltelijke ontharding dus zeker overweging als geschikte maatregel ter vermindering van de loodbelasting van de consument. Bovendien moet daarbij worden bedacht dat deze conditionering op kortere termijn kan zijn gerealiseerd dan de vervanging van de loden dienstleidingen en dat het probleem van de loden binnenleidingen hiermede tevens opgelost zou zijn. Uiteraard zijn de kostenbeschouwingen zeer globaal. Voor ieder bedrijf zullen zij toch in detail, rekeninghoudend met de eigen situatie, moeten worden opgesteld. Een aanbeveling daartoe lijkt hier wel op zijn plaats.

5. Wat gaat er nu gebeuren?

De uitkomsten van het onderzoek zijn onderwerp van overleg geweest tussen de VEWIN en het Ministerie (destijds nog het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, thans het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer). Op grond hiervan heeft het VEWIN-bestuur een standpunt bepaald dat per brief van 7 december 1982 aan de leden is bekendgemaakt en onderwerp van discussie is geweest in de ledenvergadering van 22 december 1982.

De conclusie was:
'het is nu van belang, dat alle waterleidingbedrijven een onderzoek instellen naar de loodsituatie in hun voorzieningsgebieden. De VEWIN is de aangewezen organisatie om de nodige initiatieven te nemen om te komen tot een inzicht in de landelijke situatie. Dit zou in 1983 zijn beslag moeten krijgen'.
Een representatief beeld van de loodsituatie kan, zoals boven omschreven, niet verkregen worden door de analyse van momentane monsters water genomen uit de drinkwaterinstallaties van afnemers. Voor de praktijk is de methode van proportionele verzamelmonsters gedurende een week te omslachtig. Daarom is gekozen voor de bepaling van het loodoplossend vermogen op de pompstations met behulp van een gestandaardiseerde loden buizenopstelling. Om de resultaten hiervan te kunnen correleren aan de komende norm van 50 μg/l is het nodig, door gericht onderzoek een relatie tussen deze twee waarden te vinden. Dit onderzoek kan worden uitgevoerd door het KIWA in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma.

De te ondernemen acties zijn dus
1. De bedrijven inventariseren in hun voorzieningsgebieden waar en hoeveel loden dienstleidingen aanwezig zijn. Dit om te kunnen afwegen
a. voor welke pompstations het noodzakelijk is, het loodoplossend vermogen te bepalen;
b. of het vervangen van deze leidingen dan wel conditioneren van het water de voorkeur verdient.
2. De bedrijven installeren op alle daarvoor in aanmerking komende pompstations een proefopstelling voor de bepaling van het loodoplossend vermogen. Dit zal *f* 3.000,– à *f* 5.000,– per opstelling kosten. Het gaat hierbij voornamelijk om het opgraven en demonteren van een aantal oude loden leidingen, waarin zich inmiddels deklagen hebben gevormd. Deze zullen, om de deklagen niet te beschadigen, voorzichtig moeten worden opgegraven, vervoerd en gemonteerd.
Daarnaast zal iedere analyse van monsters uit deze proefopstelling ongeveer *f* 50,– kosten.
3. Het KIWA draagt zorg voor de verzameling en de samenvatting van de gegevens die door de bedrijven zijn verkregen en doet onderzoek naar de relatie tussen de waarden voor het loodoplossend vermogen en de normwaarde van 50 μg/l.
4. Op grond van deze gegevens zal door de overheid een actieniveau worden vastgesteld, waaronder wordt verstaan 'de vaststelling van die situaties waarin het loodoplossend vermogen zodanig is, dat maatregelen dienen te worden overwogen met het oog op vermindering van de loodbelasting van de consument'.

• *Slot op pagina 147*

hoog als die voor de laaggelegen stations. Bij een duur van 2 uur zijn de onderlinge verschillen veel kleiner en komen de waarden voor de Elzas ruwweg overeen met die voor De Bilt.
Dergelijke vergelijkingen in Europa zijn slechts eenvoudig te maken voor betrekkelijk hoge waarden van de herhalingstijd T_p (of T_e), omdat in veel buitenlandse publikaties hieraan speciale aandacht wordt gegeven in verband met de dimensionering van civieltechnische werken in stroomgebieden.

Van neerslagfrequenties naar een maatgevende regen

Kansverdelingen van de neerslag vormen een belangrijk uitgangsgegeven bij de bepaling van maatgevende regens of ontwerpbuien. Om tot een maatgevende regen te komen moet een aantal beslissingen worden genomen omtrent de volgende vier punten:
(i) de kritieke regenduur;
(ii) de aan te houden overschrijdingskans;
(iii) het intensiteitsverloop;
(iv) het al of niet toepassen van een reductiefactor voor het gebiedsgrootte-effect.
Voor toepassingen is het essentieel dat de keuze van een maatgevende regen op zinvolle wijze wordt gecombineerd met een aanname (of aannamen) omtrent de hoeveelheid neerslag die tot afvoer komt.
Helaas is er in Nederland geen objectieve methode om de kritieke regenduur vast te stellen. Ook is er nauwelijks informatie over het intensiteitsverloop en weet men niet in hoeverre het uiteindelijke ontwerp hiervoor gevoelig is. Dergelijke tekortkomingen zijn er de oorzaak van dat kansverdelingen van de neerslag nog verre van optimaal benut worden.
Regenduurlijnen voor neerslagsommen op een punt, zoals die in afb. 3 zijn gegeven, kunnen met behulp van een gebiedsreductiefactor herleid worden tot regenduurlijnen voor *gemiddelde* neerslaghoeveelheden over een bepaald gebied. De grootte van de reductiefactor hangt af van de oppervlakte A, de duur D en de overschrijdingskans (of herhalingstijd). Nadere informatie hierover wordt gegeven in Buishand en Velds [1980].

Conclusies

Ten behoeve van rioleringsberekeningen zijn er momenteel vele tabellen en grafieken beschikbaar die informatie geven over de kansverdeling van de neerslag over korte tijdsduren. Een gebrek aan kennis op het gebied van de statistische analyse van hydrologische gegevens heeft soms tot vrij ernstige fouten geleid. Zo zijn er, jammer genoeg, regenduurlijnen gepubliceerd die voor bepaalde duren neerslaghoeveelheden aangeven die ongeveer een factor 1,5 verschillen van wat ze in werkelijkheid zijn. Daar regenduurlijnen en dergelijke gebaseerd zijn op een meetreeks van de neerslag zijn er onzekerheden met betrekking tot meetfouten, plaatselijke verschillen binnen Nederland en de representativiteit voor een langer tijdvak. Deze onzekerheden liggen veelal in de orde van 10%, hoewel het in bepaalde gevallen mogelijk is dat ze 20% of iets meer bedragen.
Tot nu toe is in Nederland te weinig aandacht geschonken aan de bepaling van de maatgevende regen uit de statistische bewerkingen van de pluviograafregistraties. Van een goed verantwoorde toepassing van de gepubliceerde kansverdelingen van de neerslag kan dan ook vooralsnog geen sprake zijn.

Literatuur

Braak, C. (1933). *Het klimaat van Nederland. A (vervolg). Neerslag. Eerste gedeelte.* KNMI Med. en Verh. 34a, Rijksuitgeverij, 's-Gravenhage.
Buishand, T. A. (1983a). *De kansverdeling van D-uurlijkse neerslagsommen (D = 1, 2, 4, 6, 12, 24 of 48) in Nederland.* KNMI Wetensch. Rapp. WR 83-5, De Bilt.
Buishand, T. A. (1983b). *Uitzonderlijk hoge neerslaghoeveelheden en de theorie van de extreme waarden.* Cultuurtechnisch Tijdschrift (23), nr. 1, 9-20.
Buishand, T. A. en Velds, C. A. (1980). *Klimaat van Nederland 1. Neerslag en verdamping.* Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
Cunnane, C. (1978). *Unbiased plotting positions - a review.* J. Hydrol., 37, 205-222.
Dubant, C., Maire, G. et Schwartz, J. (1980). *Analyse des fortes pluies de 1 h à 48 h pour une quinzaine de postes alsaciens.* La Météorologie (VI) nr. 20-21, 127-137.
Engelenburg, E. (1891). *Hyetographie van Nederland.* Natuurkundige Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, deel XXIX.
Gumbel, E. J. (1958). *Statistics of extremes.* Columbia University Press, New York.
Herik, A. G. van den en Kooistra, M. T. (1973). *5 minuten regens.* Grontmij, De Bilt.
KNMI (1966). *Frequentieverdeling van de hoeveelheden en duren van de neerslag in m-uurlijkse tijdvakken (m = 1-36) De Bilt (1931-1960).* KNMI Publicatie 146, De Bilt.
KNMI (1968). *Detailanalyse van pluviogrammen. A. Frequentieverdelingen van de hoeveelheden neerslag in tijdvakken van 5 tot 660 minuten, De Bilt, 1928, 1933, 1951-1960.* KNMI Publicatie 147, De Bilt.
Koot, A. C. J. (1977). *Inzameling en transport van rioolwater.* Uitgeverij Waltman, Delft.
Levert, C. (1954). *Regens, een statistische studie.* KNMI Med. en Verh. 62, Staatsdrukkerij en uitgeverijbedrijf, 's-Gravenhage.
Schenkeveld, M. M. (1976). *Regengegevens uit de 5 minutenanalyse.* Intern Rapport DHV Raadgevend Ingenieursbureau, Amersfoort.
Ven, F. H. M. van de (1983). *Maatgevende neerslag; maatgevende inloop.* H_2O (16), nr. 3, 62-66.
Ven te Chow (1964). *Handbook of applied hydrology.* McGraw-Hill Book Company, New York.

● ● ●

Microthrix parvicella

● *Slot van pagina 138*

Literatuur

1. Eikelboom, D. H. (1975). *Filamentous organisms observed in activated sludge.* Wat. Res. 9, 365-388.
2. Eikelboom, D. H. en Buijssen, H. J. J. (1979). *Handleiding voor microscopisch slibonderzoek.* IMG-TNO rapport 94A, Delft.
3. Eikelboom, D. H. (1982). *Biological characteristics of oxidation ditch sludge.* In Oxidation ditch technology. Proceedings published by CEP consultants Ltd., Edinburgh.
4. Slijkhuis, H. and Deinema, M. H. (1982). *The physiology of Microthrix parvicella, a filamentous bacterium isolated from activated sludge 75-83.* In B. Chambers and E. J. Tomlinson (eds), Bulking of activated sludge: preventative and remedial methods. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England.
5. Slijkhuis, H. (1983a). *The physiology of the filamentous bacterium Microthrix parvicella.* Dissertatie, Landbouw Hogeschool Wageningen.
6. Slijkhuis, H. (1983b). *Microthrix parvicella, a filamentous bacterium isolated from activated sludge; cultivation in a chemically defined medium containing Tween 80 as sole carbon source.* Appl. Env. Microbiol. *46*, 832-839.
7. Painter, H. A. and Viney, M. (1959). *Composition of a domestic sewage.* Biochem. Microbiol. Techn. Eng. *1*, 143-162.
8. Hunter, J. V. and Heukelekian, H. (1965). *The composition of domestic sewage fractions.* J. Wat. Poll. Contr. Fed. *37*, 1142-1163.

● ● ●

Verscherpte normstelling voor lood

● *Slot van pagina 141*

Het sluitstuk wordt gevormd door
5. Acties van de daarvoor in aanmerking komende waterleidingbedrijven.
De onderzoeksactiviteiten zijn inmiddels voorspoedig van start gegaan.

Literatuur

1. *Richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 15 juli 1980 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water* (80/778/EG).
2. *Ontwerp-besluit tot wijziging van het Waterleidingbesluit* (Stb. 1060, 345). Supplement bij de Nederlandse Staatscourant van 28 februari 1983, nr. 41.
3. *Onderzoek naar de invloed van loden dienst- en binnenleidingen op het loodgehalte van drinkwater in Nederland.* VEWIN, Rijswijk, april 1982.
4. Pocock, S. J. (1980). *Factors influencing household water lead: a British national survey.* Arch. Environm. Health *35* nr. 1, 45-51.
5. Elzenga, C. H. J. and Graveland, A. (1980). *Proposal of the European Communities for a directive relating to the quality of water for human consumption. Actual metal levels in drinking water and some possibilities for reduction by central water conditioning by waterworks.* International Water Supply Association Congress, 1980, Report nr. 3, Session on corrosion.
6. *Seminar on lead in drinking water.* Water Research Centre, 3-4 March 1981. Papers and Proceedings.
7. Groen, L. en Stellema, J. *Kopergehalte in rioolwaterslib in relatie tot de kwaliteit van het drinkwater afkomstig van de grondwaterpompstations in de provincies Friesland, Groningen en Drenthe.* H_2O *14* (1981) nr. 23, 542-545.
8. Zorge, J. A. van. *Toxicologische aspecten van de toepassing van slib afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties.* H_2O *15* (1982) nr. 6, 108-112.

● ● ●