

Onderzoek naar de gebruiksgewoonten bij drinkwaterconsumptie in Nederland

1. Inleiding

Diverse epidemiologische studies hebben een statistisch verband tussen de hardheid van drinkwater en sterfte aan hartvaatziekten aangetoond, waarbij zachtere water-soorten geassocieerd waren met meer sterfte. Eerder werd in dit tijdschrift gerapporteerd over nader onderzoek ter opheldering van mogelijke oorzaken van het gevonden statistische verband (Zoeteman en Elzenga, 1975) (Zoeteman, 1976) (Graveland, 1976). Een van de oorzaken zou volgens Schroeder en Kraemer (1974) kunnen bestaan uit het



DRS. B. J. A. HARING
Rijksinstituut voor
Drinkwatervoorziening



DRS. J. J. C. KARRES
Centraal Bureau voor de
Statistiek



ING. P. VAN DER POEL
Centraal Bureau voor de
Statistiek



DR. IR. B. C. J. ZOETEMAN
Rijksinstituut voor
Drinkwatervoorziening

voorkomen, in zachte agressieve water-typen, van metalen die als gevolg van corrosie van leidingmaterialen in het drinkwater terecht zijn gekomen. Bijzondere aandacht verdient in dit verband de aanwezigheid van verhoogde loodconcentraties in drinkwater als gevolg van de aanwezigheid van loden binnenleidingen. Zo werd door diverse onderzoekers (Elwood e.a., 1976) (Greathouse, 1976) een significante correlatie gevonden tussen loodconcentraties in drinkwater en lood in bloed bij mensen. De relatieve bijdrage van de lood-inname via drinkwater t.o.v. die van het totale voedingspakket wordt in Nederland geraamd op gemiddeld 20 %, waarbij grote afwijkingen kunnen voorkomen.

Het onderzoek in Nederland dat, sinds het verschijnen van het Advies inzake Centrale Waterontharding van de Gezondheidsraad in 1975, ter hand werd genomen is er meer op gericht nader inzicht te verkrijgen

in de mogelijke betekenis van dit corrosie aspect voor de vraagstelling rond centrale ontharding.

De studie van het voorkomen van door leidingmaterialen afgegeven metalen in drinkwater vormt het meest omvangrijke onderdeel van het programma voor waterleidingtechnisch onderzoek dat momenteel in het kader van de Werkgroep Onderzoek Gezondheidsaspecten Centrale Ontharding Leidingwater wordt uitgevoerd. In deze werkgroep werken onder voorzitterschap van prof. dr. R. L. Zielhuis waterleiding-chemici en medici samen, terwijl de werkgroep wordt begeleid door een Begeleidingscommissie, bestaande uit vertegenwoordigers van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, de VEWIN en het RID, en welke in januari 1977 werd ingesteld door de Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Het programma voor waterleidingtechnisch onderzoek tracht op zo betrouwbaar mogelijke wijze tot een schatting te komen van de gemiddelde expositie van de bevolking aan metalen via het drinkwater in een aantal geselecteerde voorzieningsgebieden. Het onderzoek loopt deels parallel met een inventariserend onderzoek naar de loodbelasting van de bevolking ten gevolge van door loden buizen gedistribueerd drinkwater, dat wordt begeleid door de Werkgroep ad-hoc Lodens Buizen van de Raad van Bijstand van de in KIWA-verband samenwerkende waterleidinglaboratoria. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een door het RID ontwikkeld proportioneel bemonsteringsapparaat (zie afb. 1) waarna het gedurende een week verzamelde proportionele monster wordt geanalyseerd op metalen zoals lood, koper, cadmium, zink en ijzer. De bemonstering verloopt onder leiding van het KIWA en diverse hoofden

van waterleidinglaboratoria, terwijl de analyses worden verricht door het RID. Voorlopige resultaten van het onderzoek wijzen erop dat de inneming van metalen, die worden afgegeven door binneninstallaties, wordt bepaald door factoren zoals:

- agressiviteit van het water voor leidingmaterialen;
- kwaliteit en type materiaal van de binneninstallatie;
- gebruiksgewoonten bij drinkwaterconsumptie.

De inneming van metalen via het drinkwater kan door de gebruiksgewoonten sterk worden beïnvloed omdat water dat enige tijd in een leiding heeft stilgestaan veel hogere concentraties aan genoemde metalen bevat dan water dat na enige tijd doorstroming wordt getapt. Verschillen in concentraties tot een factor 1000 zijn in dit verband geconstateerd voor lood, koper en zink (Zoeteman en Haring, 1976).

De in samenwerking tussen RID en CBS opgezette enquête, waarvan de resultaten in dit artikel worden besproken beoogde een beter inzicht te verkrijgen in de gebruiksgewoonten van de drinkwaterconsument en de omvang van de bevolkingsgroep die daardoor mogelijk is blootgesteld aan verhoogde concentraties van zware metalen in drinkwater.

Tevens zou de enquête aanknopingspunten kunnen opleveren om de consument te kunnen wijzen op vermindering van eventuele gezondheidsrisico's door verandering van bepaalde gewoonten. Daarnaast zouden de resultaten tevens van nut kunnen zijn voor andere vraagstellingen, zoals het verschaffen van gegevens over geconsumeerde hoeveelheden drinkwater ten behoeve van normen voor de waterkwaliteit. Na een bespreking van de opzet en uitvoering van de enquête en een globale presentatie van de resultaten zal tenslotte de betekenis van de uitkomsten met het oog op de gezondheid van de consument nader worden geëvalueerd.

Bijzondere dank is verschuldigd aan dr. C. A. W. Citeur van het CBS die bij de opzet van de enquête en de statistische interpretatie van de resultaten betrokken is geweest.

2. De beschrijving van het onderzoek

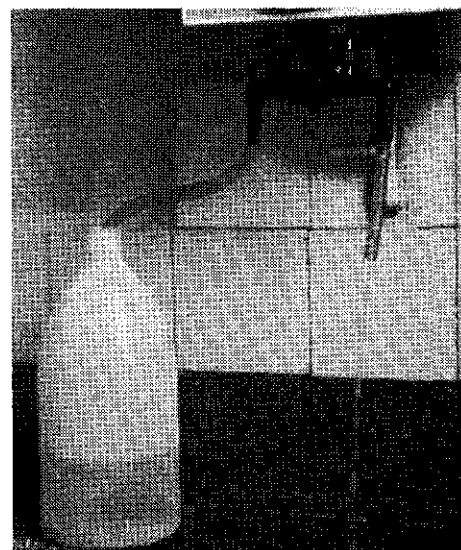
2.1. Opzet en uitvoering van de enquête

De vragenlijst is opgebouwd uit vier onderdelen.

Daarin zijn de volgende vragen opgenomen:

- algemene vragen over de woning (type en bouwjaar van de woning, aard van het voor de waterleiding gebruikte materiaal) en over de bewoners (grootte van het gezin,

Afb. 1 - Proportionele bemonstering van tapkraanwater.



leeftijd en geslacht van de personen, opleiding van het hoofd van het huishouden);

— vragen over de individuele gewoonten bij het gebruik van water voor consumptie: over de gedronken hoeveelheid koffie, thee, limonade, water; over het 's nachts drinken van water; over het gebruik van het 's morgens vroeg afgetapte water en over het al of niet laten doorstromen van de kraan vóór het aftappen van water om te drinken;

— vragen over de manier waarop degene die het huishouden doet het water aftapt voor algemeen gebruik, zoals koffie en thee zetten met koud of heet afgetapt water, het laten lopen van de kraan vóór gebruik, alsmede een vraag over het voorkomen van langdurige stilstand van het water in de leiding;

— vragen voor personen van 18 jaar en ouder over organoleptische eigenschappen (geur, smaak) van het leidingwater, welke van invloed kunnen zijn op de gebruikte hoeveelheid water als ook op de tap-gewoonten.

De uitwerking van deze laatste vragen is als onderdeel verwerkt in het proefschrift van Zoeteman (1978).

De vragenlijst werd definitief vastgesteld aan de hand van resultaten van een proef-enquête (Zoeteman e.a., 1976).

De enquête is in juni 1976 uitgezet onder 2000 adressen welke 2 maal door enquêtrices werden bezocht, éénmaal ter introductie en enige dagen later ter verificatie van de juiste invulling.

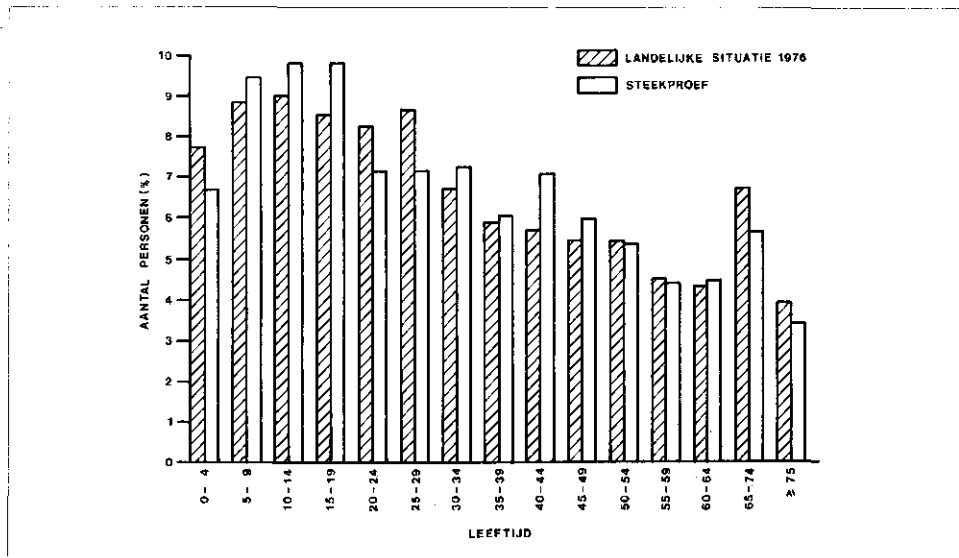
De selectie van de adressen heeft als volgt plaatsgevonden. Eerst zijn de gemeenten gerangschikt naar de hardheid van het afgeleverde leidingwater (4 klassen) op basis van een overzicht van de VEWIN (Jaarboek 1976) en vervolgens naar de oorsprong van het water (3 klassen), zoals in tabel I is weergegeven.

Vervolgens zijn per groep gemeenten getrokken en in deze resulterende 89 gemeenten de adressen. Zodoende konden per getrokken gemeente minimaal 20 adressen worden bezocht, hetgeen de taak voor de enquêtrices enigszins vereenvoudigde.

Ingevulde vragenlijsten werden op 1472 adressen verkregen waarbij 4620 personen uit alle leeftijdsklassen betrokken waren.

2.2. De representativiteit van de steekproef

Op basis van de verschillende kenmerken van zowel de woningen als de bewoners uit de steekproef kan de percentuele verdeling worden vergeleken met de landelijke situatie.



Afb. 2 - Leeftijdsverdeling binnen de steekproef en de bevolking in Nederland in 1976.

De enquête betrof 66 % eengezinswoningen, 28% flats en 6% overige woningen, welke bedragen landelijk resp. 68 %, 31% en 1 % zijn, gebaseerd op de volkstelling van 1971 en aangevuld met recente CBS gegevens.

Bovendien was 40 % van de geënquêteerde woningen gebouwd vóór 1950, welk aantal landelijk door het CBS op 41 % wordt geraamd. Afb. 2 geeft de kenmerken van de bewoners naar leeftijd.

Op grond van bovenstaande gegevens blijkt dat de percentuele verdelingen zeer goed met elkaar overeenkomen zodat wat deze aspecten betreft de resultaten van de enquête representatief mogen worden geacht voor de Nederlandse bevolking.

2.3. Toetsingsmethoden

Teneinde te bepalen of er een verband bestaat tussen verschillende variabelen en of optredende verschillen significant zijn, zijn verschillende toetsingen uitgevoerd. Bij het onderzoek zijn drie soorten variabelen betrokken, nl. nominale, ordinale en intervalvariabelen.

Een variabele is nominaal, wanneer in de klasse-indeling geen ordening is aan te brengen (type woning: eengezinswoning, flat, woning met bedrijfsruimte). Dit in tegenstelling tot een ordinale variabele (hardheid van het water: 0—2, 2—4, 4—6 en > 6 meq/l of m.b.t. doorspoelen: meestal, soms, nooit).

Intervalvariabelen zijn weer te geven in opeenvolgende reeksen getallen (de hoeveelheid gedronken water: 0,1 l; 0,2 l; 1,0 l enz).

Voor verschillende variabelen is de invloed bekeken op de waterconsumptie (interval) en is met behulp van de t-toets nagegaan of er significante verschillen optraden. Hierbij is ervan uitgegaan, dat de gedronken hoeveelheden normaal verdeeld zijn en

de standaardafwijkingen gelijk zijn. De nulhypothese (de gemiddelden van de gedronken hoeveelheden zijn gelijk) wordt na tweezijdige toetsing verworpen bij $|t| \geq 1,96$ (overschrijdingskans $\alpha = 5\%$). In een aantal gevallen is een eenzijdige toetsing toegepast ($t \geq 1,64$ bij $\alpha = 5\%$).

Om na te gaan of er een samenhang is tussen verschillende variabelen, is in het geval van twee ordinale variabelen de toetsingsprocedure gevolgd, die staat beschreven in Freeman (1965). Hierbij wordt de standaardnormale afwijking z berekend. De significante grenswaarde van z bedraagt 1,64 bij een overschrijdingskans van α gelijk aan 0,05. In dat geval van een ordinale en een nominale variabele is de Kruskal-Wallis-toets gebruikt (Lehmann, 1975).

3. Resultaten

3.1. Leidingnetsamenstelling

In tabel I is de verdeling weergegeven van de woningen met een bepaald leidingmateriaal naar de oorsprong en de hardheid van het drinkwater.

Uit deze tabel blijkt dat loden leidingen relatief meer voorkomen in gebieden met drinkwater bereid uit oppervlaktewater; deze situatie manifesteert zich voornamelijk in een aantal grote steden.

Uitgaande van een bestand van 4.314.000 woningen, kan het aantal woningen in Nederland worden berekend, waarin nog loden waterleidingen aanwezig zijn. Tezamen met een betrouwbaarheidsmarge van 95 % bedraagt het aantal woningen met alleen loden leidingen 487.000 ± 73.000 en het aantal met een combinatie van loden en koperen leidingen 449.000 ± 69.000 . Het totaal aantal woningen waarin nog

TABEL I - Leidingmateriaal in woningen in Nederland naar oorsprong en hardheid van het drinkwater (in % naar rijtotaal).

oorsprong	leidingmateriaal						totaal (abs. frekw.)
	hardheid (meq/l)	lood %	koper %	lood + koper %	overige materialen %	onbekend %	
grondwater	0 — 2	6,6	77,3	7,6	3,8	4,7	211
	2 — 4	7,6	77,6	7,1	1,8	5,9	340
	4 — 6	10,5	73,7	8,8	2,1	4,9	285
	> 6	2,9	74,2	21,9	0,0	1,0	105
	totaal	7,8	76,0	9,3	2,1	4,8	941
oppervlaktewater	2 — 4	16,2	60,4	18,0	1,8	3,6	111
	4 — 6	22,2	60,8	12,3	0,5	4,2	212
	> 6	10,1	68,9	9,2	10,1	1,7	119
	totaal	17,4	62,9	12,9	3,4	3,4	442
oeverinfiltraat	2 — 4	0	0	0	0	0	0
	4 — 6	12,9	77,4	8,1	0,0	1,6	62
	> 6	18,5	44,5	11,1	18,5	7,4	17
	totaal	14,6	67,4	9,0	5,6	3,4	89
totaal	0 — 2	6,6	77,3	7,6	3,8	4,7	211
	2 — 4	9,8	73,4	9,8	1,7	5,3	451
	4 — 6	15,2	69,2	10,0	1,3	4,3	559
	> 6	8,0	68,5	14,7	6,8	2,0	251
totaal generaal		11,1	71,5	10,4	2,7	4,3	1472

TABEL II - Waterconsumptie door mannen en vrouwen (n = 4620, alle leeftijdsklassen).

% van de personen	gedronken hoeveelheid water (liter/dag)			Water als zodanig
	water-totaal	mannen + vrouwen	mannen + vrouwen	
0,1	> 6,8	> 5,4	> 5,9	> 3,4
0,25	> 6,4	> 4,7	> 4,9	> 2,7
0,5	> 4,8	> 3,7	> 4,4	> 2,3
1,0	> 3,8	> 3,1	> 3,3	> 1,7
2,5	> 2,8	> 2,5	≥ 2,7	> 1,2
5	> 2,3	> 2,1	> 2,2	> 0,9
10	> 1,9	> 1,7	> 1,8	> 0,6
25	≥ 1,5	> 1,3	≥ 1,4	> 0,3
50	> 1,0	≥ 1,0	> 1,0	≥ 0,2
mini- mum	0,1	0,1	0,1	0,0
maxi- mum	9,8	8,0	9,8	5,2
gemid- delde	1,19	1,09	1,14	0,25*

* Wanneer de personen die geen water als zodanig gedronken hebben buiten beschouwing gelaten worden, bedraagt het gemiddelde 0,38 l/dag.

loden leidingmateriaal voorkomt bedraagt 932.000 ± 91.000.

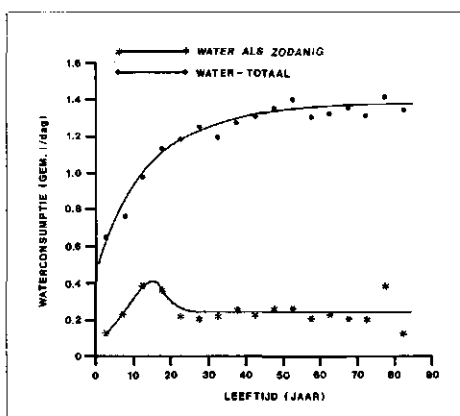
3.2. Drinkwaterconsumptie

3.2.1. Individuele kenmerken

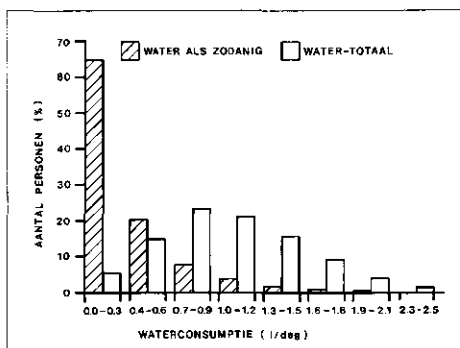
Bij een analyse van de geconsumeerde hoeveelheden water naar leeftijd en geslacht werd een onderscheid gemaakt tussen totaal watergebruik voor consumptie (incl. koffie, thee, soep etc.) en het geconsumeerde water als zodanig.

De resultaten zijn gepresenteerd in tabel II en afb. 3.

Er kon een significant hoger watergebruik door mannen in vergelijking met vrouwen worden aangetoond.



Afb. 3 - Invloed van leeftijd op de waterconsumptie.



Afb. 4 - Frequentieverdeling van het aantal personen t.a.v. de consumptie van leidingwater.

In afb. 4 en tabel II zijn de frequentieverdelingen van het waterverbruik van alle personen tesamen weergegeven.

Uit tabel II blijkt dat t.a.v. het totaal watergebruik één procent van de bevolking meer dan 3,3 liter water per dag consumeert.

TABEL III - Toetsingsresultaten (t-toets) verschil in waterconsumptie door personen van 18 jaar en ouder (n = 3073) in woningen met loden en koperen leidingen.

para- meter	gemiddelde consumptie (l/dag)		waarde toetsings- grootheid t	over- schrij- dings- kans α
	lood	koper		
water-totaal	1,25	1,14	3,06	0,001
water als zodanig	0,43	0,37	1,95	0,025

3.2.2. Verschillen in waterconsumptie en leidingmateriaal type

Bij onderzoek naar een mogelijk verschil tussen de hoeveelheden geconsumeerd water door volwassenen woonachtig in huizen met loden en koperen binnenleidingen is gebleken dat in het eerste geval gemiddeld meer water wordt geconsumeerd dan in het tweede geval (tabel III).

Een mogelijke verklaring hiervoor is verkregen uit een vraag naar de smaakwaardering die is gesteld in een ander deel van de enquête. Daarbij werd nl. geconstateerd dat water dat de consument door een loden binnenleiding bereikt, ongeacht de oorsprong van het water, (Zoeteman, 1978, dissertatie blz. 40) een significant betere smaakwaardering kreeg dan water dat via koperen leidingen werd getransporteerd. Dit wordt bevestigd door het feit dat uit smaakproeven is gebleken, dat een koperconcentratie van meer dan 3 mg/l een bittere (metaal)smaak aan het water geeft (Koperen Buizen Commissie 1934), terwijl lood geen aanleiding geeft tot smaakbezwaren.

De verwachting, dat het geconstateerde smaakverschil zou leiden tot het vaker doorspoelen van koperen leidingen dan van loden leidingen bij het drinken van water, werd echter niet bevestigd (zie ook 3.3).

Een andere mogelijke verklaring voor het opgetreden verschil in de hoeveelheid gedronken water dat via loden of koperen leidingen de consument bereikt, is dat personen die oudere huizen bewonen waarin zich doorgaans vaker loden leidingen bevinden een ander consumptiepatroon vertonen.

3.2.3. Verschillen in waterconsumptie t.a.v. oorsprong en hardheid van het water

Tabel IV vermeldt de resultaten van de verdeling van de gemiddelde geconsumeerde hoeveelheden water naar oorsprong en hardheid van het water. Het totaal watergebruik was bij gebieden met grondwater significant hoger dan in gebieden met oppervlaktewater als drinkwaterbron. Bij het gebruik van water als zodanig kon naast een dergelijk verschil tevens een significant verschil in de consumptie van

TABEL IV - Aantal personen en gemiddelde waterconsumptie per persoon, ingedeeld naar oorsprong en hardheid van het drinkwater.

oorsprong/ hardheid (meq/l)	consumptiewater- totaal		consumptiewater als zodanig	
	aantal per- sonen	gemiddeld verbruik (l/dag/ persoon)	aantal per- sonen	gemiddeld verbruik (l/dag/ persoon)
grondwater	4.074	1,17	3.050	0,26
oppervlakte- water	1.342	1,09	1.319	0,24
oever- infiltraat	204	1,10	202	0,21
0 — 2	693	1,17	688	0,28
2 — 4	1.417	1,16	1.408	0,26
4 — 6	1.694	1,13	1.676	0,25
> 6	816	1,10	799	0,23
totaal	4.620	1,14	4.571	0,25

TABEL V - Toetsing van verschillen in gemiddelde waterconsumptie (totaal n = 4620 en als zodanig n = 4469) naar oorsprong (t-waarden).

oorsprong	waterconsumptie- totaal		waterconsumptie als zodanig	
	opper- vlakte- water	oever- infiltraat	opper- vlakte- water	oever- infiltraat
grondwater	3,52	1,48	2,11	2,06
oppervlakte- water		— 0,21		0,94

N.B. voor $r = 1,64$ is $\alpha = 0,05$

grondwater en oeverinfiltraat worden aangetoond (tabel V).

Voor wat betreft de hardheid van het water kan worden gesteld dat bij beschouwing van zowel totaal watergebruik als watergebruik als zodanig, in het algemeen minder wordt gedronken naarmate de hardheid toeneemt. Voor totaal watergebruik is het verschil alleen significant bij vergelijking van de categorieën 0—2 meq/l en 2—4 meq/l t.o.v. > 6 meq/l (tabel VI).

TABEL VI - Toetsing van verschillen in gemiddelde waterconsumptie (totaal n = 4620 en als zodanig n = 4469) naar hardheid (t-waarden).

hardheid (meq/l)	waterconsumptie- totaal			waterconsumptie als zodanig		
	2—4	4—6	> 6	2—4	4—6	> 6
0 — 2	0,32	1,22	2,09	1,20	1,81	2,57
2 — 4		1,17	2,13		0,86	1,85
4 — 6			1,02			1,03

N.B. voor $r = 1,64$ is $\alpha = 0,05$

Als mogelijke verklaring voor de in tabel V en VI gevonden verschillen kunnen de significante correlaties worden genoemd die resp. werden gevonden voor de relaties tussen de smaak van water als zodanig en de hardheid en de smaak van thee in relatie tot de hardheid van drinkwater.

TABEL VII - Doorspoelgewoonten van personen in relatie tot enkele andere gewoonten en t.a.v. beoordeling van enkele kwaliteitsaspecten.

variabele (rijtotaal = 100 %)	onderverdeling	doorspoelen vóór consumptie van water als zodanig*			
		doorgaans/ meestal %	soms/ enkele keer %	zelden/ nooit %	totaal absoluut
aantal keren per week	0 — 1	42,7	25,1	32,2	3327
's nachts	2 — 3	46,3	25,3	28,5	562
aftappen	4 — 5	55,3	19,6	25,1	255
	6 — 7	53,3	20,0	26,7	15
leidingmateriaal	lood	43,3	22,0	34,6	381
	koper	44,7	24,9	30,3	3089
	lood + koper	43,1	24,0	32,8	389
aard eerste gebruik	drinken	49,2	22,7	28,1	915
water in de morgen	wassen/toilet	43,0	25,1	32,0	2754
	geen van beide	40,0	26,9	33,1	490
temperatuur **	fris	45,5	23,0	31,3	2163
leidingwater	lauw	54,1	24,3	21,5	571
	warm	66,7	0,0	33,3	6
smaak **	lekker	45,7	24,7	29,5	881
leidingwater	geen	45,3	23,8	30,8	1405
	zwak	57,2	20,8	21,9	283
	hinderlijk	58,5	13,8	27,6	123
	vies	50,0	18,8	31,3	48
totaal		44,0	24,8	31,2	4159

* 10 % van alle personen zegt nooit water te drinken

** alleen ingevuld door personen van 18 jaar en ouder (n = 2740)

Het percentage personen dat beweerde nooit water te drinken is in gebieden waar oppervlaktewater werd gedistribueerd 13 %, terwijl dit voor grondwater en oeverinfiltraat-gebieden resp. 9 % en 7 % bleek te zijn.

3.3. Gebruiksgewoonten bij consumptie

Het individuele gedragspatroon t.a.v. het al of niet tevoren doorspoelen van de leiding bij watergebruik blijkt in belangrijke mate te worden bepaald door de wijze waarop het water wordt geconsumeerd. Zo bleek dat bij gebruik van water voor koffie of thee minder vaak werd doorspoeeld dan t.b.v. het drinken van water als zodanig. Een verklaring hiervoor is dat bij gebruik van water als zodanig men de leiding goed laat doorspoelen tot het water koel aandoet. Deze verklaring wordt gesteund door de bevinding dat er een significant verband tussen temperatuur en smaak van water is vastgesteld.

Uit de gegevens over leidingnetsamenstelling, gebruik van 's morgens vroeg afgetapt water en gedragspatroon t.a.v. doorspoelen van de leiding kan een schatting worden gemaakt van het percentage van de bevolking dat vanwege hun consumptiepatroon mogelijk is blootgesteld aan verhoogde loodconcentraties.

Dit percentage bedraagt voor personen die 's morgens vroeg water drinken dat is afgetapt via een loden binnenleiding die niet tevoren is doorspoeeld ongeveer 1,3 %. Een soortgelijke telling van het percentage huishoudens met verhoogde loodname via consumptie van koffie of thee, bereid met

's morgens vroeg afgetapt water waarbij de leiding niet tevoren werd doorspoeeld, bleek uit te komen op 7,3 %.

Bij een toetsing van een aantal individuele kenmerken is gebleken dat er een significant verband bestaat tussen bijv. het aantal malen 's nachts drinken van water en het hierbij tevoren doorspoelen van de leiding. Personen die vaker 's nachts water drinken spoelden vaker de leiding door (zie tabel VII).

Tevens bleek dat men vaker doorspoeelde alvorens water te drinken naarmate men de smaak van het water als slechter waardeerde of de temperatuur ervan te hoog vond.

Het 's morgens vroeg via de keukenkraan afgetapte water bleek in 70 % van de huishoudens, door de week zowel als in het weekend, voor consumptie doeleinden te worden gebruikt: in 23 % van de huishoudens werd het eerst afgetapte water voor wassen en overig gebruik toegepast. Bij toetsing op verschillen in tapgewoonten bij groepen personen met loden en koperen binnenleidingen konden geen significante verschillen worden waargenomen.

In tabel VII is weergegeven het gedragspatroon van personen t.a.v. het tevoren doorspoelen van de leiding bij water drinken in relatie tot het type leidingmateriaal.

Verder is gebleken dat het direkt gebruik van heet water uit boiler of geyser voor het zetten van koffie of thee in 25 % van de huishoudens regelmatig voorkomt; in 8 %

van de huishoudens bleek dit soms het geval te zijn, terwijl in 66 % van de huishoudens dit zelden het geval is.

Noch voor verschillende oorsprong noch voor verschillende hardheidscategorieën van het drinkwater konden significante verschillen t.a.v. het doorspoelen en 's nachts drinken worden aangetoond.

4. Evaluatie van de resultaten

4.1. Omvang van groepen onder de bevolking met verhoogde potentiële gezondheidsrisico's

In tegenstelling tot de situatie in het Verenigd Koninkrijk, waar ruim de helft van 61 onderzochte 'county boroughs' wordt voorzien van drinkwater met een calcium-hardheid van 2 meq/l of minder (Clayton, 1975), wordt in Nederland maar een relatief geringe groep van de bevolking (ca. 15 %) van zacht drinkwater, met een totale hardheid van 2 meq/l of minder, voorzien.

Het is wellicht hieraan te wijten dat de relatie tussen hardheid en sterfte aan hart- en vaatziekten in het Verenigd Koninkrijk duidelijker is ($r = -0,7$) dan in Nederland ($r = -0,5$) (Clayton, 1975) (Biersteker e.a., 1975).

Anderzijds verschilt Nederland van Engeland ook ten aanzien van het bestand aan loden en koperen leidingen, daar in het Verenigd Koninkrijk ca. 40 % van de binneninstallaties nog lood bevat (Zoeteman en Haring, 1976) tegen ruim 20 % in ons land. Toch is ook dit laatste percentage beduidend hoger dan velen zich tot nog toe realiseerden.

De groep in ons land welke water consumeert met een hardheid van minder dan 2 meq/l en waarbij de binneninstallatie geheel of deels uit lood bestaat bedraagt 2 % van de totale bevolking. Wellicht dient aan de situatie bij deze groep, die vooral in de oude centra van een aantal steden moet worden gezocht, nader aandacht te worden besteed.

4.2. Gebruiksgewoonten en potentiële gezondheidsrisico's

Onder de gebruiksgewoonten, die de mogelijke blootstelling aan metalen via drinkwater beïnvloeden, moeten worden gerekend:

— het niet doorspoelen van de leiding voor consumptief gebruik door ruim 30 % van de bevolking, waar het het drinken van water betreft, en ruim 60 % van de bevolking, waar het het aftappen van koud water voor de bereiding van thee of koffie betreft;

— de gewoonte van ongeveer 6 % van de bevolking om bijna elke nacht water af te tappen om te drinken;

— de gewoonte van 20 % van de bevol-

king om 's morgens vroeg, als eerste handeling van watergebruik, water af te tappen om te drinken.

Reeds is gewezen op de groep van 1,3 % van de bevolking welke zonder doorspoelen 's morgens vroeg water afkomstig uit loden leidingen consumeert en de groep van 7,3 % van de huishoudens met loden binnenleiding waar 's morgens vroeg direct water wordt afgetapt voor de bereiding van thee of koffie. Afgezien van een eventueel verband met de hart- en vaatziekten problemen lijkt het met het oog op potentiële gezondheidsrisico's van verhoogde lood- en cadmium-expositie wenselijk door een landelijke voorlichtingscampagne de bevolking op de noodzaak van doorspoelen van de leiding attent te maken. Behalve de gebruiksgewoonten met betrekking tot het doorspoelen vormt het gebruiken van heet water uit boiler of geysers voor consumptiedoeleinden door 25 % van de bevolking een minstens zo belangrijk aspect voor de volksgezondheid. Een landelijke voorlichtingscampagne om het gebruik van heet water voor dit doel tegen te gaan lijkt op zijn plaats, gezien de hoge metaalgehalten die in enkele gevallen in dergelijk water kunnen voorkomen.

4.3. Verschillen in de hoeveelheden geconsumeerd water

Opvallend zijn de grote verschillen in de hoeveelheid geconsumeerd leidingwater per persoon. Mannen drinken gemiddeld 10 % meer leidingwater dan vrouwen. De gemiddelde waarde van de hoofdelijk geconsumeerde hoeveelheid drinkwater stijgt tot omstreeks het veertigste levensjaar, waarna een constant niveau van ca. 1,3 liter/dag wordt bereikt. Berekend per kg lichaamsgewicht wordt de grootste hoeveelheid leidingwater door babies geconsumeerd. In de eerste levensmaanden drinken babies ca. 0,15 l/kg lichaamsgewicht welke waarde voor een volwassene van 50 jaar of ouder bij een gewicht van 70 kg nog slechts 0,02 l/kg lichaamsgewicht bedraagt. Verontreinigende stoffen in drinkwater veroorzaken voor babies dus bijna een 8 maal hogere belasting dan voor volwassenen! In het kader van normstelling voor drinkwater wordt veelal gerekend met een dagelijkse vochtopname van 2 liter voor een volwassene van 70 kg. Volgens de enquête wordt gemiddeld slechts ca. 1,2 liter leidingwater geconsumeerd. Van groter belang lijkt echter de mate waarin spreiding in de hoeveelheid geconsumeerd water optreedt waarbij de meest kwetsbare groepen, dat wil zeggen zij die het meeste water consumeren, als maatstaf zouden moeten gelden. In dit verband kan uit de enquête worden afgeleid dat onder de Nederlandse bevolking 5 % meer dan 2,2 l

leidingwater per dag consumeert en een groep van 0,5 % zelfs meer dan 4,4 liter/dag. Het lijkt noodzakelijk bij normstelling met het hoge leidingwatergebruik van mindere rekeningen te houden, mede in verband met de eerder aangegeven kwetsbaarheid van de groep van babies. Overigens wordt aanbevolen om een dergelijke, op waterverbruik gerichte enquête, te herhalen op andere tijdstippen van het jaar.

Literatuur

- Biersteker, K., Zielhuis, R. L. *Hard of zacht drinkwater*. T. Soc. Geneesk. 53, (1975) 3 - 9.
- Clayton, D. G. *Water hardness and cardiovascular mortality in England and Wales*. Proceedings of the European Scientific Colloquium, Luxembourg, 1975. Published for the Commission of the European Communities by Pergamon Press (1975).
- Elwood, P. C., St. Leger, A. S., Morton, M. *Dependence of blood-lead on domestic water lead*. The Lancet, June 12 (1976).
- Freeman, L. C. (1965). *Elementary applied statistics*. J. Wiley and Sons, Londen, Hoofdstuk 13.
- Greathouse, D. G., Craun, G. F., Worth, D. *Epidemiologic study of the relationship between lead in drinking water and blood lead levels*. Proceedings Symposium Trace Substances in Environmental Health, University of Missouri (1976).
- Gezondheidsraad, *Advies inzake centrale waterontharding. Verslagen, Adviezen, Rapporten*. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1975.
- Graveland, A. *Beschouwingen bij het advies van de Gezondheidsraad over hard en zacht drinkwater*. H₂O, 9, (1976), 122.
- Haring, B. J. A., Delft, W. v., Habbema, J. D. F. *Proefonderzoek naar de dagelijkse inname aan enkele metalen via drinkwater door de bevolking van Hoensbroek en Brunssum*. RID mededeling 77-2.
- Lehmann, E. L., (1975). *Non-parametrics*. Holden-Day, San Francisco, 204.
- Rapport inzake de toepassing van koperen buizen voor waterleidingdoeleinden*. Koperen Buizen Commissie (VEWIN) (1934).
- Schroeder, H. A., Kraemer, L. A. (1974). *Cardiovascular mortality, municipal water and corrosion*. Arch. Env. Health, 28, 303.
- Vos, M., Biersteker, K., Haring, B. J. A., Habbema, J. D. F., Herber, R. F. M., del Casthilo, P. *Een oriënterend onderzoek naar de correlatie tussen watermetalen en bloedmetalen in de gemeenten Hoensbroek en Brunssum*. T. Soc. Geneesk. 56, (1978), 110 - 114.
- Zoeteman, B. C. J., Elzenga, C. H. J. *Europees colloquium over hardheid van drinkwater en volksgezondheid*. H₂O, 8, (1975), 364.
- Zoeteman, B. C. J. *Onderzoek naar relaties tussen mineralen in drinkwater en gezondheid in verband met mogelijke centrale ontharding*. H₂O, 9 (1976) 125.
- Zoeteman, B. C. J., Haring, B. J. A., Karres, J. J. C. *Enquête naar drinkwater gebruiksgewoonten*. H₂O, 20 (1976), 410.
- Zoeteman, B. C. J., Haring, B. J. A. *The nature and impact of deterioration of the quality of drinking water after treatment and prior to consumption*. RID rapport 76-14.
- Zoeteman, B. C. J. *Sensory assesment and chemical composition of drinking water*. (Dissertatie) 1978. Universiteit van Utrecht (verkrijgbaar bij het RID, Postbus 150, 2260 AD, Leidschendam).

