

## Het waterverbruik van huishoudelijke toestellen

G. J. H. TEN CATE

### Samenvatting

De ontwikkeling van het totale *huishoudelijke waterverbruik* wordt globaal weergegeven voor de afgelopen jaren. Een onderscheid wordt gemaakt tussen gedragsgebonden en toestelgebonden deelverbruik. Resultaten van een literatuurstudie naar laatstgenoemde categorie van deelverbruik worden weergegeven.

### Summary

Recent trends in the total *domestic use of water* are described. A distinction is made between use of water connected with technical characteristics of household appliances and use of water connected with behavior of household members. A review is given of available literature on first mentioned category of domestic water-use.

### Inleiding

In 1975 is door de VEWIN (Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland) en het R.I.D. (Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening) een commissie Waterverbruik ingesteld, belast met de bepaling en analyse van het waterverbruik, het opsporen van indicatoren en het voorspellen van toekomstige ontwikkelingen daarvan (WILDSCHUT, 1978, p. 60).

Deze commissie heeft voor elk van een 3-tal onderscheiden (grootschalige) verbruikssectoren een werkgroep ingesteld, te weten voor:

- industrieel waterverbruik;
- commercieel, openbaar, agrarisch en rekreatief waterverbruik;
- huishoudelijk waterverbruik.

Laatstgenoemde werkgroep verzocht de vakgroep Huishoudkunde van de Landbouwhogeschool een onderzoek te verrichten naar het waterverbruik van huishoudelijke toestellen. Dit artikel geeft een ruime samenvatting van het betreffende onderzoeksrapport nadat eerst het totale huishoudelijke waterverbruik nader wordt belicht.

### Het huishoudelijk waterverbruik

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op het huishoudelijke verbruik in kwantitatieve zin en op de waterverbruikende huishoudelijke activiteiten.

#### *Het waterverbruik in kwantitatieve zin*

Dit verbruik is de laatste decennia continu gestegen. Dit blijkt onder meer duidelijk uit tabel 1, waarin het niet-zakelijke waterverbruik wordt weergegeven in liters per persoon per dag (*l.p.p.d.*) voor enkele jaren. Hieruit valt een stijging van ca. 2,3% per jaar af te leiden. Opgemerkt dient te worden dat dit niet-zakelijke verbruik meer omvat dan het huishoudelijk verbruik. In feite is dit het verbruik van afnemers met elk een

Tabel 1. Niet-zakelijk waterverbruik in liters per persoon per dag (l.p.p.d.) voor enkele jaren.

jaar	verbruik in l.p.p.d.
1960	88
1965	101
1970	112
1975	122

ontleend aan VAN RIJSBERGEN, 1978, p. 549.

jaarverbruik kleiner dan 1000 m<sup>3</sup>. Dit betekent dat het verbruik van kleine middenstandsbetrieben er ook toe behoort. Daarnaast het verbruik voor openbare doeleinden, het eigen verbruik van de waterleidingbedrijven en lekverliezen<sup>1</sup>. Het huishoudelijk waterverbruik is echter te beschouwen als verreweg de belangrijkste component, zodat mag worden aangenomen dat het huishoudelijk waterverbruik zich op dezelfde wijze heeft ontwikkeld. VAN RIJSBERGEN (1978, p. 551) vermeldt voor 1972 een hoeveelheid van 98 en voor 1976 115 l.p.p.d. voor het huishoudelijk verbruik voor geheel Nederland.

Een analyse door voornoemde werkgroep van waterverbruikcijfers over 1977 van ruim 23.000 woningen resulteerde in een gemiddeld jaarverbruik van ongeveer 99 l.p.p.d. Dit cijfer is lager dan verwacht uit de eerder vermelde. Daarbij moet bedacht worden dat het jaar 1976 vanwege het klimaat als een uitschieter naar de hoge kant kan worden beschouwd. Daarnaast, dat deze analyse onderzoek in slechts een viertal regio's in Nederland betreft waartussen grote verschillen bestaan, wat ook door VAN RIJSBERGEN (1978, p. 552) wordt aangetoond met betrekking tot het niet-zakelijke verbruik.

BOSCH-WICHERS HOETH (1974, p. 7) vond voor de Bondsrepubliek een nagenoeg gelijke toename van het huishoudelijk waterverbruik van ca. 2% (85 l.p.p.d. in 1950 tot 118 l.p.p.d. in 1969) met een prognose van ca. 201 l.p.p.d. in 2000. Voor Nederland vond zij een verbruik van 100 l.p.p.d. in 1970 en een prognose van 200 l.p.p.d. voor 2000.

Dat bovenvermelde cijfers niet altijd met elkaar in overeenstemming zijn, kan, behalve door de reeds genoemde variatie tussen regio's, mede veroorzaakt zijn door een verschillende interpretatie van het begrip huishoudelijk waterverbruik bij de verschillende onderzoekingen; een interpretatie die niet altijd duidelijk wordt weergegeven in de verschillende publikaties. Wel geven vermelde cijfers een globale indruk van het huidige totale huishoudelijke verbruik.

Wil men het toekomstig huishoudelijk waterverbruik voorspellen dan kan men volgens BOSCH-WICHERS HOETH (1974, p. 30 e.v.) twee wegen bewandelen:

- extrapolatie van de recente jaarlijkse toename van het totale huishoudelijke verbruik, waarbij uiteraard ook rekening wordt gehouden met het bevolkingsverloop;
- ontwikkelingen in en eventueel het ontstaan van nieuwe huishoudelijke deelverbruiken voorspellen.

#### *Waterverbruikende huishoudelijke activiteiten*

De laatstgenoemde methode van voorspellen verdient om onderstaande redenen de voorkeur. VAN RIJSBERGEN (1978, p. 549) noemt als oorzaak van de jaarlijkse toename van het verbruik de volgende factoren:



- minder zuinige instelling ten opzichte van waterverbruik;
  - toename penetratie- of bezitsgraad<sup>2</sup> van waterverbruikende huishoudelijke toestellen;
  - verbetering van sanitaire installaties in de woning (meer wastafels, douches, enz.).
- De stijging van de bezitsgraad van een bepaald soort toestel is aan een maximum gebonden. Indien derhalve voor dit soort toestel de markt verzadigd is, zal het aandeel van dit soort toestel in het waterverbruik in absolute zin zich ook stabiliseren, mits de gebruiksfrequentie en waterverbruik per toestel per toepassing c.q. de omgang met het toestel niet verandert.

Bij een extrapolatie van de toename van het totale huishoudelijke verbruik, zouden ontwikkelingen, als boven geschetst, aan de aandacht kunnen ontsnappen.

Voorname werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik heeft voor haar werkzaamheden een zogenaamde invloedsmatrix opgesteld (VAN RIJSBERGEN, 1978, p. 550). Daarin zijn uitgezet de diverse waterverbruikende huishoudelijke activiteiten tegen diverse factoren (huishoudelijke kenmerken, waterkenmerken en beleidsfactoren) die mogelijk van invloed kunnen zijn op het waterverbruik per huishoudelijke activiteit. De door de werkgroep gehanteerde huishoudelijke activiteiten c.q. categorieën van deelverbruiken zijn in alfabetische volgorde:

- afvalverwerking
- afwassen
- autowassen
- klimaatregeling
- lichamelijke verzorging
- onderhoud woning
- toiletspoeling
- voedselbereiding
- wassen (textiel)
- zwembad, sauna, enz.
- overige verbruiken (zoals hobbies)

Deze deelverbruiken zijn te verdelen in 2 categorieën, te weten de gedragsgebonden en de toestelgebonden deelverbruiken. Tot de *gedragsgebonden* deelverbruiken behoren die activiteiten waarbij het gedrag van de gebruiker het waterverbruik in zeer sterke mate bepaalt, terwijl tot de *toestelgebonden* deelverbruikssectoren die activiteiten behoren, waarbij het toestel bij die activiteit toegepast, in hoge mate het waterverbruik bepaalt. Op basis hiervan is een indeling te maken (tabel 2). Voor de bepaling resp. 'meting' van het waterverbruik per deelsektor zijn voor de gedragsgebonden sectoren de volgende gegevens nodig:

- het *verbruik* per keer, dit is de hoeveelheid water die gebruikt wordt iedere keer dat men de betreffende activiteiten verricht;
- de *frequentie* van die activiteit per eenheid van tijd per huishouden;
- zo nodig de *penetratie- of bezitsgraad* van het objekt van de betreffende activiteit (bijvoorbeeld de bezitsgraad van auto's of tuinen).

Het grootste probleem waarvoor men hierbij staat is de bepaling van het verbruik per keer. Immers de één wast zijn auto met één emmer water, de ander laat daarvoor 20 minuten een waterkraan openstaan. Nauwkeuriger onderzoek van dit verbruik is slechts mogelijk via zogenaamd tappunten onderzoek (watermeters op elk tappunt)

Tabel 2. Onderverdeling huishoudelijk waterverbruik naar gedragsgebonden en toestelgebonden deelverbruik.

gedragsgebonden	toestelgebonden
afvalverwerking	afwassen (machinaal)
afwassen (hand)	klimaatregeling
auto wassen	toiletspoeling
lichamelijke verzorging	wassen (textiel; mechanisch)
onderhoud woning	zwembad enz.
tuin sproeien	overig
voedselbereiding	
wassen (textiel; hand)	
overig	

wat echter zeer kostbaar is, en bovendien geen garantie biedt voor volledig inzicht in de deelverbruiken, omdat elk tappunt kan dienen als waterleverancier voor verschillende activiteiten. Zo'n onderzoek is door de werkgroep op een bescheiden schaal uitgevoerd.

Voor de toestelgebonden deelsektoren zijn analoge gegevens vereist: de bezitsgraad, de gebruiksfrekwentie van het toestel en het verbruik per keer. Met name dit laatste gegeven is gemakkelijker meetbaar daar dit waterverbruik per keer door de producent van het toestel is ingesteld ('toestelkonstante') en dit verbruik bij een éénmalige toepassing niet of nauwelijks door de gebruiker wordt of kan worden beïnvloed.

Het hierna beschreven onderzoek betrof de toestelgebonden deelverbruiken.

### Doel en uitvoering van het onderzoek

Hoewel dit reeds is af te leiden uit het voorafgaande is het doel van het onderzoek geweest een schatting te verkrijgen van het verbruik van huishoudelijke toestellen, met name van die toestellen waarbij dit waterverbruik toestelgebonden is. Kortweg *een schatting te verkrijgen van de omvang van de toestelgebonden deelverbruiken*. Hiervoor is het van belang inzicht te verkrijgen in de variaties in waterverbruik tussen de diverse toegepaste typen<sup>3</sup> toestellen van één soort<sup>4</sup>, de gebruiksfrekwentie en de bezitsgraad van de toestellen, alsmede in toekomstige ontwikkelingen in genoemde kenmerken. Dit als bijdrage aan de realisering van de eerder genoemde doelstelling van de werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik.

Dit onderzoek bestond in hoofdzaak uit een literatuurstudie en andere wijze van informatieverzameling naar/van de nodige gegevens met betrekking tot de volgende toestellen: vaatwasmachine, (textiel)wasmachine, stortbak, droogtrommel, afvalwerker en klimaatapparatuur. De resultaten daarvan worden hierna sukseessievelijk vermeld, nadat eerst wordt ingegaan op enkele statistische aspecten die hierbij van belang zijn.

### Statistische aspecten

In het voorafgaande is reeds vermeld dat voor de bepaling van het totale waterverbruik van één soort toestellen de volgende gegevens vereist zijn:



- het (generaal) gemiddelde waterverbruik per keer van alle toestellen van één soort ( $\bar{x}$ ) in liters<sup>5</sup>;
- de gemiddelde gebruiksfrekwentie per tijdvak van die toestellen van alle huishoudens in het bezit van zo'n toestel ( $\bar{f}$ )<sup>6</sup>;
- de bezitsgraad van dat soort toestellen ( $p$ )<sup>7</sup>.

Het totale waterverbruik ( $W_{\text{tot}}$ ) door de betreffende soort toestellen in dat tijdvak voor Nederland is dan te berekenen uit:

$$W_{\text{tot}} = \bar{x} \cdot \bar{f} \cdot p \cdot N \text{ liters} \quad (1)$$

waarin  $N$  = het totaal aantal huishoudens in Nederland.

Dit verbruik uitgedrukt in liters per persoon per dag is te berekenen uit:

$$\bar{W} = \frac{W}{N \cdot m \cdot d} \quad (2)$$

waarin  $m$  = gemiddeld aantal leden van een huishouden, en  $d$  = aantal dagen van het tijdvak waarvoor de gemeten gemiddelde gebruiksfrekwentie ( $\bar{f}$ ) geldt.

Uit (1) en (2) volgt, dat

$$\bar{W} = \frac{\bar{x} \cdot \bar{f} \cdot p}{m \cdot d} \quad (3)$$

Bij de in de volgende paragraaf weergegeven berekeningen is  $m = 3,5$  aangehouden.

Het waterverbruik  $W$  van een soort toestel is dus het produkt van drie onafhankelijk te beschouwen variabelen  $x$ ,  $f$  en  $p$ . Immers de waarden die men voor  $x$ ,  $f$ , en  $p$  hanteert zijn steekproefgemiddelden ( $\bar{x}$ ,  $\bar{f}$  en  $p$ ) en derhalve schattingen van de werkelijke (populatie)waarden. Deze schattingen zijn in zekere zin onnauwkeurig. Deze onnauwkeurigheid wordt bepaald door de standaarddeviatie resp. spreiding in de gevonden gegevens en door de omvang van de steekproeven (aantal toestellen, aantal huishoudens). Het is begrijpelijk dat de onnauwkeurigheid afneemt als de steekproefomvang toeneemt, maar dit laatste impliceert tevens een toename van de onderzoekskosten. De onnauwkeurigheid van de schatting van het waterverbruik  $W$ , berekend uit de genoemde drie variabelen is weer afhankelijk van de onnauwkeurigheid van de drie variabelen afzonderlijk. Een maat voor de relatieve onnauwkeurigheid (dit is de onnauwkeurigheid als percentage van de gemiddelde waarde) is de zogenaamde variatiecoëfficiënt  $VC$ , welke is gedefinieerd als de standaarddeviatie  $s$  in verhouding tot de gemiddelde waarde.

$$\text{In het algemeen geldt: } VC_y = \frac{s_y}{\bar{y}} \quad (4)$$

Bij een (statistische) betrouwbaarheid van 95% geldt dat de relatieve onnauwkeurigheid

$$E_{ry} \approx 4 VC_y \quad (5)$$

Voor het waterverbruik  $W$ , berekend uit  $\bar{x}$ ,  $\bar{f}$  en  $p$  geldt nu

$$\bar{W} = \bar{x} \cdot \bar{f} \cdot p \cdot c \quad (6);$$

waarin  $c = \frac{1}{m \cdot d} = \text{konstant}$ ;

$$VC_w^2 = VC_{\bar{x}}^2 + VC_f^2 + VC_p^2 \quad (7)$$

Uit formule (5) en (7) blijkt nu dat de relatieve onnauwkeurigheid van  $W$  altijd groter is dan de grootste relatieve onnauwkeurigheid van de drie variabelen. Dit betekent dat ingeval de schatting van een van de drie variabelen een relatief erg onnauwkeurige is, het weinig zinvol is te streven naar erg nauwkeurige schattingen (gepaard gaande met hogere onderzoekskosten) van de beide andere variabelen. Het hierboven geschetste doet zich voor bij onderzoek naar het waterverbruik van (nog) weinig gangbare huishoudelijke toestellen. Het is namelijk bekend dat de relatieve onnauwkeurigheid van de schatting van de bezitsgraad  $p$  afhankelijk is van de waarde van  $p$  en wel zo, dat deze (zeer) groot is bij lage waarden van  $p$ , en afneemt naarmate  $p$  toeneemt. Het volgende ter illustratie: wenst men een relatieve onnauwkeurigheid van 10% van een schatting van  $p$ , waarbij  $p \approx 0,1$ , dan zou men ruim 14.000 huishoudens moeten onderzoeken. Bij een  $p$  van 0,9 bereikt men dezelfde relatieve onnauwkeurigheid bij een onderzoek onder zo'n 175 huishoudens. Of omgekeerd: indien men een onderzoek onder 400 huishoudens verricht en daarbij een  $p = 0,2$  gevonden heeft dan is de relatieve onnauwkeurigheid 40%; bij een  $p = 0,8$  is deze 10%. Met andere woorden, het nauwkeurig en dus kostbaar schatten van het verbruik per keer en/of de gebruiksfrequentie van weinig gangbare waterverbruikende apparatuur is weinig zinvol. Tenzij goede gronden aanwezig zijn om te veronderstellen dat de bezitsgraad sterk zal toenemen.

### De resultaten

Hieronder worden de via literatuurstudie en andere wijze van informatieverzameling verkregen resultaten voor de reeds genoemde toestellen samengevat weergegeven. Voor meer gedetailleerde informatie zij verwezen naar het uitvoerige onderzoekrapport (TEN CATE, 1979).

#### De vaatwasmachine

Het verbruik per keer ( $x$ ) van de verschillende typen vaatwasmachines varieert van ca. 23 liter tot ca. 80 liter blijkens diverse onderzoeken en gegevens. Voor de hierbij betrokken 232 toestellen geldt een gemiddeld verbruik van  $\bar{x} = 56,3$  liter en een  $VC_{\bar{x}} \approx 0,02$  liter. De relatieve onnauwkeurigheid van deze schatting is dus  $4 \cdot 0,02 = 0,08$  of 8%.

Omtrent de gebruiksfrequentie zijn slechts weinig gegevens voorhanden. Daaruit valt af te leiden een gemiddelde gebruiksfrequentie van 5,5 per huishouden per week op basis van gegevens over 119 huishoudens. Per persoon per dag is dit 0,224 (zie p. 166). Omtrent de spreiding van  $f$  van huishouden tot huishouden is niets bekend, zodat geen maat aanwezig is omtrent de onnauwkeurigheid van deze schatting.

Schattingen van de bezitsgraad  $p$  variëren van 0,03 in 1973, 0,04 in 1972, tot 0,08 in 1976 en 0,09 in 1979. Nogal uiteenlopend dus, bovendien is van de diverse schattingen niet bekend bij hoeveel huishoudens deze gevonden zijn. BOX en HERMANS (1977) vonden bij 135 huishoudens een waarde voor  $p = 0,04$  ( $VC_p = 0,42$ ). Het R.I.D. voor 1032 huishoudens in 1978  $p = 0,09$  ( $VC_p = 0,10$ ).

Aannemende, op basis van bovenstaande, een  $p = 0,08$  voor 1978, dan is het waterverbruik van de vaatwasmachines in Nederland voor dat jaar te schatten op  $W_v = \bar{x} \cdot \bar{f} \cdot p = 56,3 \cdot 0,224 \cdot 0,08 \approx 1,0$  l.p.p.d.

Veronderstellende dat  $VC_f \approx 0,01$  dan is  $VC_{W_v} \approx 0,10$ . Dit betekent dat het 95% betrouwbaarheidsgebied voor  $W_v$  ligt tussen 0,8 en 1,2 l.p.p.d. Het aandeel van de vaatwasmachine in het totale huishoudelijke verbruik is dus (nog) gering ( $\approx 1\%$ ) als gevolg van de lage bezitsgraad. Deze laatste kan daardoor in de toekomst nog aanzienlijk stijgen. De prognoses hieromtrent variëren van  $p = 0,25$  tot  $p = 0,60$  voor het jaar 2000. Bij gelijkblijvend verbruik per keer en gebruiksfrequentie betekent dit een prognose voor  $W_v$  variërend van 3,1 tot 7,6 l.p.p.d. in 2000. Het waterverbruik bij het afwassen met de hand is in de bovenstaande cijfers uiteraard niet opgenomen. VAN DIJK (1976) vindt voor in totaal (slechts) 40 huishoudens dat bezitters van vaatwasmachines bijna tweemaal zoveel water verbruiken voor het afwassen (hand + machineel) als niet-machine bezitters. Gelet op de geringe steekproefomvang bovendien bestaande uit slechts één huishoudentype kan men hier hooguit spreken van een zeer globale impressie.

#### De (textiel)wasmachine

Dit soort toestellen kan men onderscheiden in 2 categorieën: de trommelwasmachine en de overige, waaronder de kuipwasmachine. De hiernavolgende resultaten betreffen uitsluitend de *trommelwasmachine*, daar de bezitsgraad van de overige typen steeds

Tabel 3. Gemiddelde waterverbruik (in liters) van volledige wasprogramma's en onderdelen daarvan, voor n machines.

verbruik	witte was 90°C	bonte was 60°C	synthetisch 60°C	synthetisch 40°C	wolwas
<i>totaal</i>					
$\bar{x}$	140,71	148,13	132,86	145,01	116,43
$s_x$	26,32	25,68	31,79	27,43	34,61
$n_x$	2136	1385	1334	872	1339
<i>voorwas</i>					
$\bar{v}$	19,92	21,08	24,23	26,07	31,00
$s_v$	4,19	3,82	5,29	3,55	0,0
$n_v$	2142	1179	651	357	43*
<i>hoofdwas</i>					
$\bar{h}$	18,64	19,29	25,06	20,71	25,60
$s_h$	2,67	2,12	7,12	5,84	5,61
$n_h$	2141	1549	1419	1060	1534
<i>spoelgang</i>					
$\bar{s}_p$	27,63	28,97	26,63	27,44	26,52
$s_{s_p}$	4,79	5,27	5,56	5,67	6,11
$n_{s_p}$	2141	1549	1419	1060	1534
aantal typen	100	75	68	60	76

\* 43 toestellen van één type:  $s_v = 0,0$ .

Bron: Unilever Research Lab.



verder afneemt (van  $p = 0,13$  in 1974 tot  $p = 0,07$  in 1977; Unilever).

De trommelwasmachine onderscheidt zich van andere soorten toestellen door het feit dat het verbruik per keer niet alleen toestelgebonden maar ook nog programmegebonden is. Daarom is het noodzakelijk de verschillende soorten programma's te onderscheiden. Tabel 3 geeft het gemiddelde waterverbruik in liters van volledige wasprogramma's en onderdelen (voorwas, hoofdwas, spoelgangen) daarvan alsmede de standaarddeviaties ( $s$ ) en het aantal onderzochte toestellen ( $n$ ). Opvallend hierbij zijn de relatief grote waarden van de standaarddeviaties. Dit betekent dat er wasmachines zijn die slechts 90 liter water verbruiken voor een witte was, maar ook wasmachines die 200 liter verbruiken! Besparingen lijken daar mogelijk.

Tabel 4 geeft cijfers omtrent de gebruiksfrekventie per huishouden per week voor 1974 en 1977 (Lever-Sunlight). Daaruit blijkt een toenemende gebruiksfrekventie voor alle soorten programma's gezamenlijk, als gevolg van een grotere gebruiksfrekventie van de gekleurde en fijne was. De frekventie van de witte was neemt af. Deze ontwikkelingen zijn wellicht voor het grootste deel een gevolg van veranderingen in het te wassen textielpakket (toename van gekleurde stoffen en van niet tegen de kookwas bestendige (synthetische) grondstoffen).

De bezitsgraad  $p$  van trommelwasmachines kan geschat worden op 0,82 op basis van een tweetal onderzoeken (Lever-Sunlight, R.I.D.) en die van de overige typen op 0,07.

Uit de beschikbare gegevens omtrent  $\bar{x}$ ,  $\bar{f}$  en  $p$  is het totale waterverbruik van trommelwasmachines in Nederland te schatten op gemiddeld 16,43 l.p.p.d. met een 95% betrouwbaarheidsgebied van 16,13 - 16,73 l.p.p.d. Veronderstellende dat de overige typen (kuipwasmachines, enz.) niet minder water per keer verbruiken, dan geldt voor alle wasmachines  $W_v \approx 17,8$  l.p.p.d. met een betrouwbaarheidsgebied van 17,5 - 18,1 l.p.p.d.

Daar de bezitsgraad erg hoog is ( $p \approx 0,9$ ) en men bij de wasmachinefabrikanten waterbesparende maatregelen signaleert ('spaarknop') zou men kunnen verwachten dat genoemde verbruikscijfers niet of nauwelijks zullen stijgen. Echter, indien de reeds genoemde veranderingen in het textielpakket zich verder voortzetten betekent dit een verdere toename van het aandeel van de gekleurde en fijne was in het totale waspakket zonder dat dit laatste kwa hoeveelheid afneemt, maar integendeel toeneemt (Lever-Sunlight). Juist voor deze wassoorten wordt aanbevolen kleinere hoeveelheden tegelijk te wassen. Een en ander leidt dan tot een hogere gebruiksfrekventie. Anderzijds kan, zoals reeds eerder gesteld, waarschijnlijk bespaard worden op het verbruik per keer. Onderzoek daarnaar is aan te bevelen, te meer daar waterbesparing bij dit proces tevens energie bespaart.

Tabel 4. (Machine)wasfrequentie per soort programma en per deelhandeling (per huishouden per week).

programma soort	inweken		voorwas		hoofdwas	
	1974	1977	1974	1977	1974	1977
kookwas	0,34	0,32	1,14	0,90	1,60	1,40
gekleurde was	0,09	0,18	0,37	0,55	1,10	1,74
fijne was	0,03	0,06	0,12	0,13	0,57	0,69
totaal	0,46	0,56	1,63	1,58	3,27	3,83





Onze toekomst? Wassen in 1 liter water? (foto: Wim de Kloof/Anke Koenders)

### *De stortbak*

Dit soort toestel onderscheidt zich van de andere in die zin dat voor de bezitsgraad  $p$  de waarde van 1,0 kan worden aangenomen. Het verbruik per keer loopt uiteen van 7,5 liter tot 9,0 liter met een gemiddelde waarde van 8,24 liter. Schattingen omtrent de gebruiksfrequentie variëren van 3,7 in 1960 na 5,0 in 1972 tot 4,3 in 1977. Prognoses van 4,0 in 1985 tot 5,4 in 2000.

Daar  $p = 1$  en  $x$  binnen nauwe grenzen varieert (1,5 liter) is een goede schatting van  $f$  van belang. Vele van de genoemde schattingen zijn gebaseerd op vragen achteraf aan de respondenten. Het is niet ondenkbeeldig dat daarbij systematisch van over- of onderschatten sprake is. Mede gelet op het hoge aandeel van het toilet in het totale waterverbruik leek nader onderzoek naar de gebruiksfrequentie gerechtvaardigd. UILDRIKS (1980) vergeleek een 3-tal onderzoeksmethodes<sup>8</sup> te weten schatten, registratie middels dagboek en registratie middels een teller, door VERBIESEN ontwikkeld. Daaruit bleek dat bij de eerste methode van overschatten en bij de tweede methode van onderschatten sprake is in vergelijking met het exakt tellen. Bij deze laatste methode werd een frequentie van 4,25 per persoon per dag gevonden met  $VC_7 = 0,05$ .

Kombinatie van bovenstaande gegevens leidde tot een totaal waterverbruik voor

deze toestellen van  $W_s \approx 35,0$  l.p.p.d. met een 95% betrouwbaarheids gebied van 30,8 – 39,2 l.p.p.d. Vermelde resultaten van dit oriënterend onderzoek rechtvaardigen een groter onderzoek naar de gebruiksfrekwentie waarbij de ontwikkelde meetapparatuur (gemakkelijk) kan worden toegepast.

#### Overige toestellen

Dit betreft de *droogtrommels, afvalverwerkers, klimaatapparatuur en badkuipen*. Van de eerste drie soorten toestellen is de bezitsgraad (nog) kleiner dan  $p = 0,05$  op basis van de weinige gegevens die hieromtrent bereikbaar zijn. Schattingen van het totale verbruik van deze toestellen zijn daarom relatief zeer onnauwkeurig; bovendien is het aandeel in het totale huishoudelijke verbruik van deze toestellen nog zeer gering. Van badkuipen wordt de bezitsgraad geschat op  $p \approx 0,2$  op basis van gegevens uit de woningbouw en de gebruiksfrekwentie op  $f \approx 0,03$  per persoon per dag. Het verbruik per keer varieert echter sterk (80-250 liter) als gevolg van de grote variaties in afmetingen en maximale inhoud. Bovendien kan men niet stellen dat dit verbruik toestelgebonden is, hooguit het maximaal mogelijke verbruik per keer (namelijk de inhoud van het bad). Uitgaande van bovenstaande gegevens is het totaal waterverbruik voor dit toestel  $W_b = 9$  l.p.p.d. met een relatieve onnauwkeurigheid van 80%, dat wil zeggen, het 95% betrouwbaarheidsgebied is daarbij 2 tot 16 l.p.p.d. Voor nauwkeuriger schattingen is nader onderzoek, met name naar de bezitsgraad en indien deze niet te laag is, ook naar het verbruik per keer (inhoud bad), wenselijk.

#### Samenvatting van de resultaten

In tabel 5 zijn de resultaten van de 4 meest relevante toestellen samengevat weergegeven. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen de bezitters van elk soort toestel en alle huishoudens in Nederland. Bezitters van alle 4 toestellen verbruiken ca. 143 l.p.p.d. Dit zal het waterverbruik voor geheel Nederland zijn, indien de bezitsgraad van al deze toestellen in de toekomst stijgt naar 1,0, bij gelijkblijvende gebruiksfrekwentie en verbruik per keer. Thans hebben deze 4 soorten toestellen een verbruik, voor geheel Nederland bezien, van ca. 63 l.p.p.d. Dit is zo'n 50% van het totale huishoudelijke waterverbruik op dit moment.

Tabel 5. Verbruik per keer, frekwentie, penetratiegraad en totale verbruik en spreiding daarvan voor enkele soorten toestellen.

soort toestel	verbruik per keer (l)	frekwen- tie p.p.p.d.	penetra- tiegraad p	verbruik in l p.p.p.d.			
				gemiddeld voor:		$s_w^2$	
	$\bar{x}$	f	alleen bezitters	geheel Nederland	$s_w$		
stortbak	8,24	4,25	1,00	35,1	35,1	2,11	4,4521
wasmachine	128,3	0,16	0,89	20,0	17,8	0,15	0,0225
badkuip	150	0,3	0,2	45	9	1,89	3,5721
vaatwasmachine	56,3	0,22	0,08	12,6	1,0	0,10	0,0100
totaal				142,7	62,9	2,84*	8,0567

\*  $s_w$  (totaal) =  $\sqrt{s_w^2}$  (totaal).



### Nabeschuwing

De bovenstaande verbruikscijfers zijn omgerekend naar het verbruik per persoon per dag om onderling vergelijkbaar mogelijk te maken. Deze cijfers geven bovendien een momentopname. Voorspellen van toekomstige ontwikkelingen c.q. het opsporen van indicatoren daarvoor (een doelstelling van de werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik) is in zoverre mogelijk, dat voor elke denkbare bezitsgraad het totale verbruik van een soort of meer soorten toestellen is te berekenen. Met andere woorden, indien men de ontwikkeling van de bezitsgraad van soorten toestellen kan voorspellen, dan is dit tevens mogelijk voor het totale verbruik van deze toestellen. Daarbij dient uiteraard ook de ontwikkeling in het verbruik per keer en gebruiksfrequentie genoemd te worden. Men dient zich ervan bewust te zijn dat ook in dat geval het geschatte verbruik niet zo nauwkeurig kan zijn als men zou wensen. Het beschikbare cijfermateriaal leende zich namelijk niet voor het opsporen van relaties tussen diverse huishouden kenmerken en de vereiste variabelen. Zijn deze wel bekend dan is een nauwkeuriger voorspelling mogelijk. Hierbij valt te denken aan de relaties tussen enerzijds typen huishoudens (onderscheiden naar bijvoorbeeld inkomensklasse, aantal leden, leeftijd, fase, enz.) en de gebruiksfrequentie en/of bezitsgraad per type toestel (duurdere of goedkopere) c.q. verbruik per keer anderszijds.

Bedoelde relaties zijn middels andere lopende onderzoeken van de werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik zo mogelijk vastgesteld.

### Konklusies

Met betrekking tot het totale huishoudelijk waterverbruik per jaar in Nederland zijn de *toiletspoeling* en de machinale *textielwas* de huishoudelijke activiteiten met het grootste waterverbruik (zo'n 35 resp. 18 liter per persoon per dag (*l.p.p.d.*) op een totaal van 100 tot 120 *l.p.p.d.*)

Ontwikkelingen in het te wassen textielpakket, minder 'witte was', doch meer bonte, synthetische en fijne was, alsmede toename van het totale waspakket, doen vermoeden dat het totale waterverbruik in het huishoudelijk wasproces zal toenemen. Anderzijds rechtvaardigt de bestaande grote spreiding in waterverbruik tussen de diverse typen wasmachines een onderzoek naar besparingsmogelijkheden.

Toename van de *bezitsgraad* van vaatwasmachines en badkuipen oefenen (vermoedelijk) een opwaartse druk uit op het huishoudelijk waterverbruik. Genoemde 4 soorten toestellen c.q. de daarmee uitgevoerde activiteiten nemen thans ruim 50% van het totale huishoudelijke waterverbruik voor hun rekening.

Nauwkeuriger *schattingen* (en prognoses) van het waterverbruik van huishoudelijke toestellen vereisen onderzoek naar de relaties tussen enerzijds huishoudentypen en anderzijds het verbruik per keer, de gebruiksfrequentie en de bezitsgraad van die toestellen.

### Noten

1. *Lekverliezen*: het verschil tussen een door een waterleidingsbedrijf geleverde hoeveelheid water en het totale verbruik aan de afnemers berekend uit de gegevens van de meterstanden.
2. *Penetratie- of bezitsgraad*: de verhouding tussen het aantal huishoudens dat één of meer toestellen van één soort resp. type bezit en het totaal aantal huishoudens.
3. *Eén type toestellen*: de verzameling toestellen van eenzelfde uitvoering.

4. Eén *soort* toestellen: de verzameling toestellen in gebruik voor eenzelfde toepassingsgebied (bijvoorbeeld alle stortbakken).
5. Het symbool  $\bar{x}$  wordt gebruikt daar dit een generaal gemiddelde is van alle typen toestellen van één soort, derhalve een gemiddelde van de gemiddelde waarden per type toestellen.
6. Het symbool  $\bar{f}$  wordt gebruikt daar het hier dikwijls een gemiddelde van  $n$  waarden voor  $f$ , gemeten aan een onderzochte steekproef van  $n$  huishoudens betreft.
7. Het symbool  $p$  wordt gebruikt daar die meestal is bepaald aan één steekproef van  $n$  huishoudens, dan wel meer steekproeven samengevoegd en als één beschouwd.
8. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van een doktoraalstudie van de oriëntatie huishoudelijke apparatuur, thans opgegaan in de oriëntatie verzorgingstechnologie, van de studie huishoudwetenschappen aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.

### Literatuur

- BOSCH-WICHERS HOETH, B. J. 1974. Waterverbruik in de particuliere huishouding. Scriptie doctoraalvak huishoudkunde (niet gepubliceerd). Landbouwhogeschool, vakgroep huishoudkunde. Wageningen.
- BOX, J. M. F. en A. P. H. HERMANS. 1977. Huishoudelijke apparaten. *Economisch Statistische Berichten* (3090) 135-142.
- CATE, G. J. H. TEN. 1979. Waterverbruik van huishoudelijke toestellen. Wageningen.
- DIJK, A. VAN. 1976. Afwassen met en zonder machine. Scriptie doctoraalvak huishoudkunde. Landbouwhogeschool, vakgroep huishoudkunde. Wageningen.
- GRAF, U. und H. J. HENNIG. 1955. *Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen*. Berlin, Springer Verlag.
- Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening (R.I.D.). 1979. Onderzoek naar de mogelijke invloed van factoren op het huishoudelijk waterverbruik S.B.P. 1979-02 Den Haag.
- RIJSBERGEN, D. VAN. 1978. Waterverbruik: een kwantitatieve beschouwing. *H<sub>2</sub>O* 11(23) 549-557.
- SNEDECOR, W. and W. G. COCHREN. 1967. *Statistical methods*. Iowa State University Press.
- UILDRIKS, W. H. 1980. Vergelijking van drie methoden ter bepaling van de gebruiksfrequentie van stortbak. Scriptie doctoraalvak huishoudelijke apparatuur. Landbouwhogeschool, vakgroep huishoudkunde. Wageningen (nog niet gepubliceerd).
- VERBISEN, J. J. Universeel toepasbare counter (nog niet gepubliceerd).
- Diverse onderzoeken aan vaatwas- en wasmachines van de Stichting Vergelijkend Warenonderzoek. *Consumentengids* 1972 (6), 1973 (10), 1974 (6), 1975 (10), 1977 (5), 1978 (6 en 10).
- Informatiemateriaal van Lever-Sunlight, Unilever Research en K.I.W.A.
- Interim-rapporten werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik.

Voor een meer uitgebreid literatuuroverzicht wordt verwezen naar het oorspronkelijke rapport (TEN CATE, 1979).

### Verantwoording

Het aan dit artikel ten grondslag liggende rapport (TEN CATE, 1979) is een neerslag van een literatuurstudie en andere informaties. Hiertoe is dank verschuldigd aan de heren Thio (Lever-Sunlight B.V.), Renirie (Unilever Research Lab) en Sollman (K.I.W.A.) voor het beschikbaar stellen van informatiemateriaal alsmede aan de dames L. van Heesch en W. Uildriks voor diverse analyses van dit materiaal. Dit rapport verschijnt binnenkort als deel van het eindrapport van de werkgroep Huishoudelijk Waterverbruik.

### Korrespondentieadres

G. J. H. ten Cate, Landbouwhogeschool vakgroep huishoudkunde, Postbus 8060, 6700 DA Wageningen.

Ing G. J. H. ten Cate is als medewerker verbonden aan de sectie verzorgingstechnologie van de vakgroep huishoudkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen.