

De doelmatigheid van warmwaterinstallaties

Inleiding

In het westelijk en noordelijk deel van Zuid-Holland bestaat reeds sinds 1967 een contactgroep, die zich intensief bezighoudt met de problemen rond de interpretatie van de voorschriften, die aan drinkwaterinstallaties moeten worden gesteld. Thans werkt in deze 'Technisch Kontaktgroep Waterleidingbedrijven Zuid-Holland-West' (TKZHW) een vijftiental bedrijven op vruchtbare wijze samen. Reeds enige tijd is een onderwerp van discussie de gebruikswaarde van en de water- en energie-



IR. W. C. WIJNTJES
Technische Kontaktgroep
Zuid-Holland-West



ING. G. M. W. PALM
TNO-Instituut voor Wiskunde
Informatieverwerking en
Statistiek

verliezen bij warmwatersystemen, zoals deze momenteel in vele nieuwe woningen worden aangetroffen.

De opkomst van minder traditionele warmwatervoorzieningen en bepaalde verlangens van het publiek, de opdrachtgever, de architect e.d. zijn van invloed op de keuze en aanleg van de warmwaterinstallaties in de praktijk.

Hoewel in de huidige AVWI 1960 onder artikel 12 A 1 wordt voorgeschreven dat het vermogen van de warmwatertoestellen en de leidingaanleg van de warmwaterinstallaties zodanig dienen te worden gekozen, dat ondoelmatig verbruik van leidingwater zoveel mogelijk wordt voorkomen, werd door de contactgroep aan de doelmatigheid van menig nieuw geïnstalleerde warmwaterinstallatie ernstig betwijfeld.

Aan een werkgroep uit de contactgroep werd opdracht gegeven zich nader te bezinnen over objectieve, kwantificeerbare eisen, op het gebied van de doelmatigheid en deugdelijkheid van warmwaterinstallaties in woningen. Aan deze werkgroep werd ook van de zijde van het VEG-Gas-instituut medewerking verleend. Spoedig bleek, dat een deel van de eisen moest worden afgestemd op de gebruikswaarde van de installatie voor de gebruiker. Daartoe was het oordeel van de gebruikers noodzakelijk. Er werd daarom besloten een enquête te houden, waarbij gelijktijdig in de betreffende nieuwbouw woningen metingen zouden worden verricht.

In dit artikel zijn een aantal cijfers en bevindingen van de metingen en de enquête vermeld en worden enkele voorlopige conclusies getrokken.

De enquête en metingen

Het doel van de *enquête* was om de tevredenheid van de gebruikers te peilen over de bruikbaarheid van hun installaties. Het doel van de *metingen* was om naast bovengenoemde subjectieve bevindingen te kunnen beschikken over objectieve technische gegevens van diezelfde installatie. De uitgevoerde metingen zijn verricht aan de keukenkraan, aangezien deze in het huishouden het meest gebruikte warmwatertappunt is. Voorts is in zoverre selectief te werk gegaan, dat alleen minder traditionele installaties zijn onderzocht. Daarbij bevond het warmwatertoestel zich niet in de keuken.

Gemeten zijn:

- de aanvangstemperatuur van het water,
- de hoeveelheid water per tapping alvorens een constante of een temperatuur van 60 °C werd bereikt, de wachttijd.

Onder wachttijd wordt daarbij verstaan de gemeten tijd, die verloopt tussen het tijdstip van openen van de kraan tot op het moment dat de temperatuur van het uitstromende water 60 °C bedroeg, danwel constant bleef. Verder werden uiteraard nog enkele andere nuttige, danwel noodzakelijke gegevens van de installatie geregistreerd. Aan de hand hiervan kon onder meer de inhoud van de warmwaterleiding vanaf het warmwatertoestel of vanaf de circulatieleiding tot aan de keukenkraan worden bepaald.

TABEL I.

Inhoud in liters tussen	0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	>4-4,5	totaal
Aantal percelen	17	27	20	15	13	8	2	4	2	5	113
In procenten	15	24	18	13	11,5	7	1,8	3,5	1,8	4,5	100

TABEL II.

Getapt in liters	0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5
Aantal percelen	2	3	5	3	6	6	10	14	6	11
vervolg										
Getapt in liters	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-15	15-20	20-30	30-40	
Aantal percelen	7	4	6	4	8	16	6	4	2	

TABEL III.

Aanvangstemperatuur in °C	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Aantal percelen	6	45	37	17	6	7	2	2	1

In totaal zijn bij 10 waterleidingbedrijven 123 verschillende, dus onderling niet in technische details vergelijkbare, installaties onderzocht.

In tabel I zijn de resultaten weergegeven van de inhoud van de warmwaterleiding vanaf het warmwatertoestel c.q. het circulatiecircuit tot aan de keukenkraan. Uit deze gegevens kan worden afgeleid, dat de gemiddelde inhoud van de warmwaterleiding per perceel ca. 1,6 liter bedraagt. Voor de goede orde dient te worden vermeld, dat in 10 percelen deze inhoud niet werd bepaald.

In tabel II zijn de doorstromende hoeveelheden water weergegeven, alvorens een temperatuur van 60 °C werd bereikt. In sommige gevallen werd deze temperatuur nimmer bereikt en is de hoeveelheid bepaald tot de maximaal mogelijk temperatuur werd verkregen.

Op eenvoudige wijze kan worden berekend, dat per tapping in deze percelen gemiddeld genomen 7,5 liter water moest doorstromen, alvorens de gewenste temperatuur werd bereikt.

In tabel III zijn verder de aanvangstemperaturen in °C bij het begin van de meting weergegeven.

In tabel IV zijn de verschillende wachttijden van de installaties nader aangegeven, waarbij tevens de mening van de gebruiker over zijn installatie is vermeld. Ook hier is, indien de gestelde temperatuur van 60 °C niet werd bereikt, de maximale temperatuur van het uitstromende water als eindwaarde aangehouden.

De gemiddelde wachttijd per installatie bedraagt ca. 56 sec.

TABEL IV.

Wachttijd in seconden tussen	Aantal installaties	Mening van de gebruikers		
		goed	te lang	onbekend
0 - 10	5	5	—	—
10 - 20	17	15	2	—
20 - 30	17	9	8	—
30 - 40	11	6	5	—
40 - 50	13	5	8	—
50 - 60	12	9	3	—
60 - 70	8	6	2	—
70 - 80	7	6	1	—
80 - 90	7	7	—	—
90 - 100	4	1	1	2
100 - 110	2	1	1	—
110 - 120	3	2	1	—
>120	17	8	3	6
Totaal	123	80	35	8

Beoordeling der gegevens

Indien de uit tabel I verkregen gemiddelde waarde voor de inhoud van de warmwaterleiding — 1,6 liter — wordt vergeleken met de gemiddelde hoeveelheid doorgestroomd water, verkregen uit tabel II — 7,5 liter — dan kan worden geconcludeerd, dat vóór het bereiken van een uitstroomtemperatuur van 60 °C het betreffende leidingdeel ca. 5 maal dient te worden ververst.

Uit tabel IV blijkt, dat ongeveer 2/3 deel van de gebruikers van de onderzochte installaties tevreden was met de situatie en 1/3 deel niet.

Dit resultaat is te meer opmerkelijk, omdat uit het cijfermateriaal blijkt, dat nogal eens bijzonder lange wachttijden voorkomen. Ongeveer 10 % van de onderzochte installaties heeft zelfs een langere wachttijd dan 2 minuten. Kennelijk zijn bepaalde gebruikers bereid hun tapgewoonte aan te passen aan de bestaande situatie. Men is volgens indrukken van de enquête minder kritisch, omdat men soms met het oog op esthetische of hygiënische verlangens de betreffende aanleg waardeert, of omdat objectieve maatstaven voor de beoordeling op doelmatigheid bij de gebruiker te enen male ontbreken.

Indien een redelijke wachttijd moet worden vastgesteld, kan men op grond van de verkregen gegevens daarvoor max. 20 sec. aanhouden; ca. 95 % van de gebruikers aanvaardt dit als een goede waarde.

Uit tabel I blijkt tenslotte nog dat in 61 % van de onderzochte installaties de aange troffen warmwaterleidingen een grotere inhoud hebben dan de volgens de huidige AVWI aanbevolen waarde van ca. 1 liter. Er moet dus worden geconcludeerd, dat

aan dit advies maar weinig aandacht wordt geschonken in de praktijk (althans in de voorzieningsgebieden van de betreffende bedrijven).

Kwaliteitsgetal

De doelmatigheid van een warmwaterinstallatie is afhankelijk van de wachttijd t , de bereikte temperatuursverhoging $T_2 - T_1$ en de doorgestroomde hoeveelheid water V alvorens T_2 wordt bereikt. Op grond van deze afhankelijkheid kan aan elke installatie een kwaliteitsgetal worden toegekend op basis van de volgende formule:

$$k = \frac{T_2 - T_1}{V \cdot t}$$

Indien voor $T_2 = 60$ °C wordt gekozen, voor $T_1 = 10$ °C, voor V 2,5 liter en voor $t = 20$ sec., dan wordt $k = 1$. Wordt het kwaliteitsgetal groter dan 1, dan is de installatie doelmatiger. Van de onderzochte installaties zijn de kwaliteitsgetallen nader bepaald in tabel V aangegeven.

Zoals uit deze tabel blijkt, bezitten slechts 18 van de 123 onderzochte installaties een kwaliteitsgetal, dat groter is dan 1.

Kanttekeningen ten aanzien van water- en energieverlies

Naast de doelmatigheid voor de gebruiker is een goede aanleg van een warmwatervoorziening van belang uit hoofde van een nuttig gebruik van water en energie; vooral nu men meer en meer met de algemene vraagstukken op dit terrein wordt geconfronteerd.

Voor nadere berekeningen was het noodzakelijk het aantal tappingen van de warm-

waterkraan in de keuken te bepalen en antwoord te vinden op de vragen: Wat is het totale warmwaterverbruik via de keukenkraan?

Bestaat er een verband tussen het aantal tappingen per dag en de lengte van de wachttijd?

Er kan immers — niet ten onrechte — worden verondersteld, dat het aantal tappingen van warm water afneemt naar mate de wachttijd langer wordt.

Op grond van verrichte metingen in het Haagse verzorgingsgebied in een zestiental percelen is gebleken, dat het aantal tappingen per etmaal op het warmwater-tappunt in de keuken nogal kan variëren.

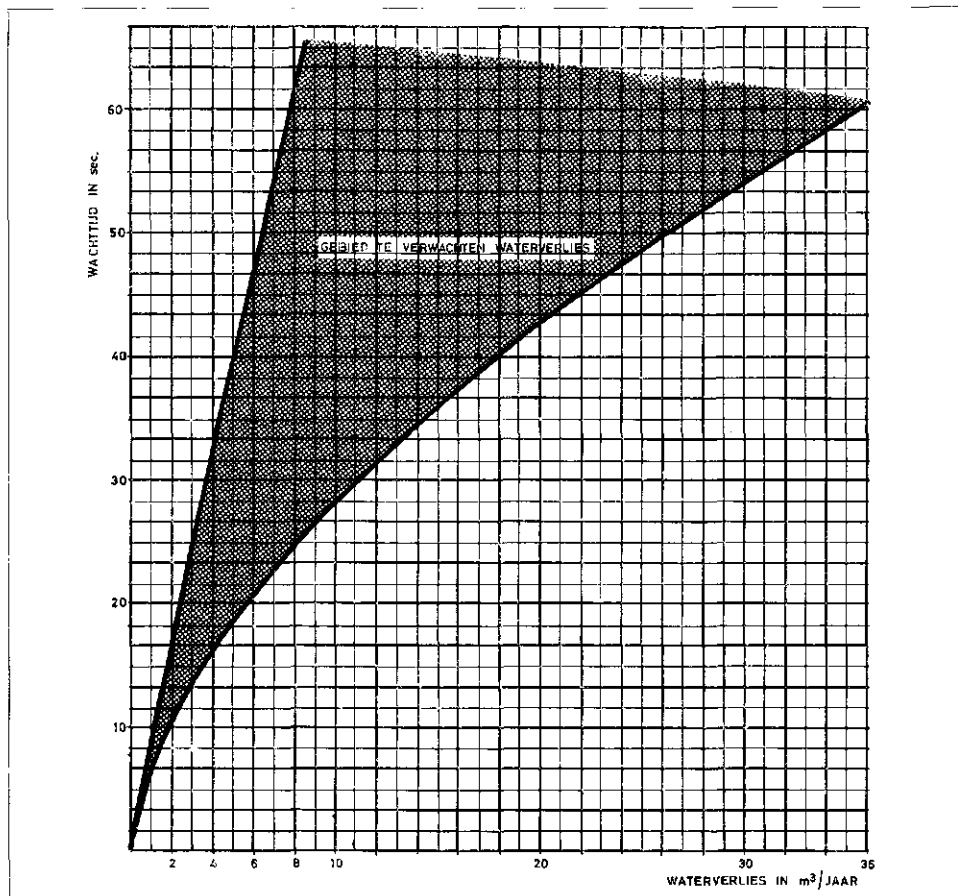
Het varieerde over een week gezien van 6 tot 34 maal er etmaal. Het gemiddelde aantal tappingen bedroeg 16. Verder is in een aantal percelen vastgesteld, dat het openen en sluiten van de kraan ca. 5 sec. duurt en dat daarbij een hoeveelheid water doorstroomt van ca. 0,2 liter.

Het gemiddelde warmwaterverbruik in de keuken bedroeg per dag per perceel 21 liter. Dit onderzoek had betrekking op warmwaterinstallaties, waarbij het warmwater-toestel zich direct ter plaatse van de keukenkraan bevond, zodat in deze percelen de gebruiker in het aantal tappingen niet werd afgeremd door lange wachttijden. Er mag derhalve worden aangenomen, dat ook bij de onderzochte percelen van de enquête gemiddeld 16 tappingen per etmaal zullen plaatshebben, indien de gebruiker zich niet laat afremmen door lange wachttijden.

Een verdere vraag is — bij de onderzochte percelen van de enquête — bij welke van de gemiddelde 16 tappingen er water ongebruikt wegstroomt. Er zijn namelijk huishoudelijke doeleinden, waarbij de gebruiker dit koudere aanloopwater toch nog benut (bijv. het voorspoelen van de vaat). Aangenomen is, dat dit aantal 3 bedraagt bij een wachttijd van 10 sec. Er zijn nu — bij gebrek aan verdere gegevens — twee berekeningen gemaakt. Bij de ene (A) is ervan uitgegaan, dat bij een toename van de wachttijd het aantal tappingen afneemt, maar dat daarbij het aantal tappingen waarbij men ongebruikt water laat weglopen 3 blijft. Bij de andere berekening (B) is ervan uitgegaan, dat het aantal tappingen per dag 16 blijft, zodat in dat geval het aantal tappingen waarbij ongebruikt water wegloopt belangrijk toeneemt.

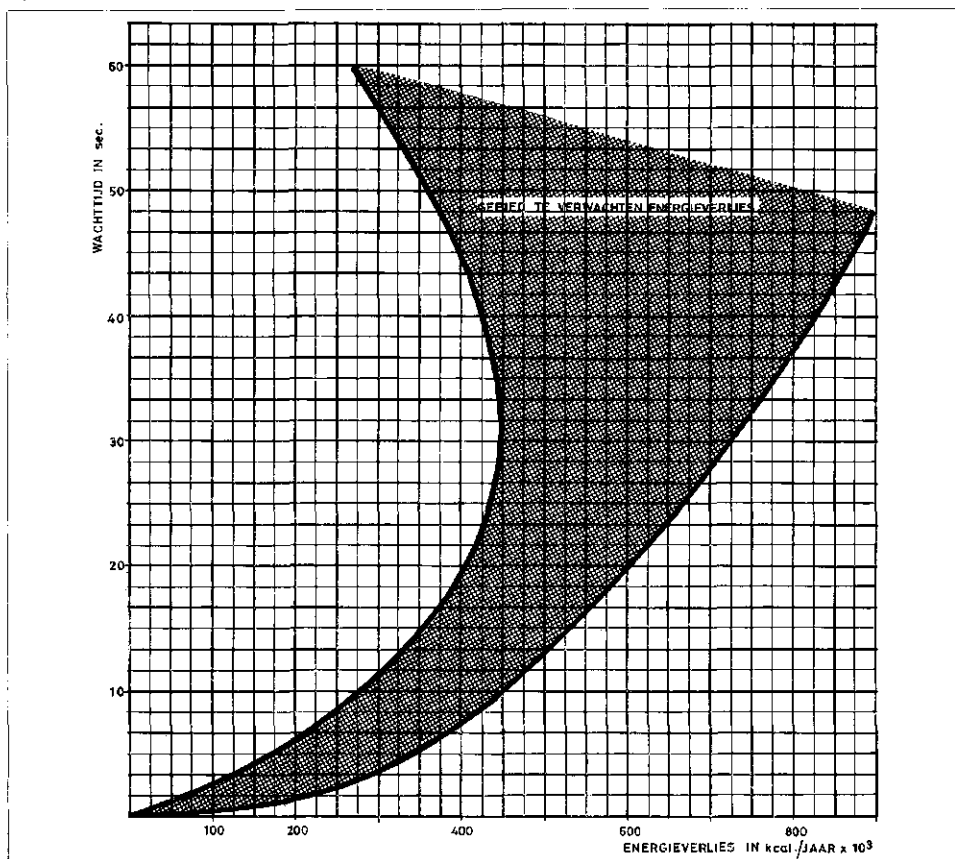
TABEL V.

Kwaliteitsgetal van ... tot ...	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-5	5-10	totaal
Aantal percelen	30	28	14	14	6	9	8	6	3	3	2	123



Afb. 1. Het verband tussen wachttijd in sec. en het te verwachten waterverlies.

Afb. 2. Het verband tussen wachttijd in sec. en het te verwachten energieverlies.



In afb. 1 zijn de waterverliezen per jaar weergegeven volgens de hiervoor genoemde berekeningen A en B. Uitgaande van een 'normaal' verlies bij een wachttijd van 10 sec. blijkt dat in het geval B de verliezen bij een wachttijd van 60 sec. zouden kunnen stijgen tot de 25-voudige waarde van het normale verlies. In elk geval zal het te verwachten waterverlies zich bevinden in het gearceerde gedeelte van de afbeelding.

Op soortgelijke wijze zijn in afb. 2 de berekende energieverliezen in relatie tot de wachttijden weergegeven. Uitgaande van een 'normaal' energieverlies bij een wachttijd van 10 sec. blijkt, dat bij een tappatroon volgens B de energieverliezen bij een wachttijd van 60 sec. tot de 3-voudige waarde kunnen oplopen. Ook hier bevinden zich de te verwachten energieverliezen in het gearceerde gedeelte van de afbeelding. Het is duidelijk, dat betere uitspraken eerst kunnen worden gedaan, nadat het nodige speur- en meetwerk is verricht.

Samenvatting en conclusies

Hoewel statistisch gezien de gehouden enquête zeker niet als graadmeter voor de beoordeling van alle aangelegde warmwaterinstallaties mag worden beschouwd, is anderzijds toch wel duidelijk geworden, dat over het algemeen de gebruikswaarde van nieuwe installaties met minder traditionele systemen als slecht moet worden beoordeeld. De gebruiker blijkt bij het beoordelen van zijn warmwaterinstallatie nauwelijks objectieve maatstaven te hanteren en is in het algemeen bereid zich aan te passen aan de warmwatervoorziening, die hij (zoals in de meeste geënquêteerde gevallen) met het aanvaarden van de nieuwe woning heeft te accepteren. Een esthetische keukeninrichting, waarbij het warmwatertoestel niet in het zicht in de keuken is opgesteld, staat volgens de gehouden enquête, bij de gebruiker hoog genoteerd.

De resultaten van de gehouden enquête wettigen in elk geval de conclusie, dat het noodzakelijk is, dat men zich verder verdiept in de warmwatervoorziening waarbij men komt tot een aantal kwantificeerbare eisen, die bij elk warmwatersysteem een bepaalde gebruikswaarde en energierendement waarborgen en tevens de waterverspilling limiteren.

Het lijkt noodzakelijk, dat de waterleidingbedrijven c.q. organisatie daartoe het initiatief dienen te nemen en bij het noodzakelijk onderzoek een werkzaam aandeel zullen hebben.



Hongarije: geen blauwe Donau — wel schone meren

Tien jaar geleden stelde de Hongaarse regering voor het eerst een onderzoek in naar de watervervuiling in dit land. De noodzaak hiertoe was er voordien niet, omdat de milieuverontreiniging in Hongarije nog niet zover om zich heen had gegrepen als in de Westeuropese landen waar de industrie al sterk was ontwikkeld. Het laatste decennium echter heeft Hongarije een flinke industriële groei doorgemaakt. Het merendeel van de werkende bevolking was voorheen werkzaam op het land. Vele duizenden hebben de spade op het land achtergelaten en zijn naar de grote steden getrokken om in de fabrieken te gaan werken.

Met de trek naar de steden kwam ook de milieuvervuiling. De rokende schoorstenen bevuilden niet alleen de lucht, maar verontreinigden ook het water van 'Die Schöne Blauwe Donau'. 'Blau habe Ich Sie niemals gesehen und schön ist Sie auch nicht mehr', merkte een Hongaarse regeringsvertegenwoordiger op toen hij mij in Boedapest de rivier toonde die de stad in tweeën snijdt. Vanaf de Boedaheuvel zag ik de rookpluimen zich vermengen met de dunne mist die 's morgens over het vlakke Pest-gedeelte van de stad hing. Het water stroomde als een grauwe massa aan mijn voeten voorbij. In 1970 ontdeden de fabrieken in Hongarije zich dagelijks van 1,3 miljoen kubieke meter afvalwater. Daarbij kwam nog 1,5 miljoen kubieke meter uit de woongebieden. De regering verwacht, dat de totale hoeveelheid afvalwater in de komende 15 jaar zal groeien tot 7 miljoen kubieke meter per dag.

Maar dat is niet het enige probleem waarmee Hongarije te kampen heeft. Niet minder dan 96 procent van het stromende oppervlaktewater is afkomstig uit het buitenland. Een groot deel van de waterverontreiniging wordt dus 'geïmporteerd'. In 1964 kwam de Wet op de Waterbescherming, waarin een reeks bepalingen werden opgenomen om vervuiling te voorkomen. Het Nationale Waterbeheer riep een inspectieorgaan in het leven, die thans beschikt over laboratoria in de twaalf waterdistricten. Deze zijn verantwoordelijk voor het onderzoek ter plaatse, nemen monsters en adviseren bij het nemen van maatregelen ter bestrijding van de watervervuiling. De plaatselijke inspecteurs waken constant over de kwaliteit en kwantiteit van het geloosde water. Zij controleren meer dan 1.200 fabrieken en nemen jaarlijks meer dan 7.000 monsters. Daarnaast nemen zij nog 5.000 monsters van het oppervlaktewater. De inspecties beschikken over rijdende

laboratoria voor speciale gevallen. Als er plotseling een ernstige vervuiling optreedt, kan men onmiddellijk ter plaatse zijn. Met de buurlanden pleegt de Hongaarse regering overleg over de bescherming van het water van de Donau en de Tisza. Over deze internationale samenwerking is men in Hongarije over het algemeen erg tevreden.

In het land zelf wil de regering in de toekomst een sluitend controlesysteem voor elk van de stroomgebieden. Met financiële steun van de Verenigde Naties heeft Hongarije thans twee modellen opgezet in het stroomgebied van de Donau en de Sajó vallei. De ervaringen, die hier worden opgedaan, zullen later bij de andere waterschappen worden toegepast.

Er is al veel gedaan in Hongarije om het water schoon te krijgen. In 1971 bestond de verontreiniging van het oppervlaktewater globaal uit 44 procent olie en teer, 21 procent toxische stoffen, 20 procent anorganische en 15 procent organische stoffen. Een derde van de 3 miljoen kubieke meter afvalwater, dat dagelijks op de rivieren wordt geloosd, komt gezuiverd in het water terecht. Een kwart is gedeeltelijk gezuiverd. De rest wordt zonder zuivering geloosd. De Tisza kan in het algemeen als 'schoon' worden beschouwd. Ook het Hongaarse gedeelte van de Donau is thans redelijk, maar over een aantal kleinere rivieren zijn de autoriteiten nog niet erg tevreden.

Veel aandacht wordt besteed aan het water op toeristische plaatsen, zoals dat van het 78 kilometer lange recreatiemeer Balaton en het kleinere maar niet minder fraaie Velence. De Hongaren overdrijven het niet, want in tegenstelling tot vele andere wateren in het Westen kun je in beide meren ongestoord zwemmen. In Balatonfüred aan de noordzijde van het grote meer nam ik de proef op de som. Sinds tijden heb ik het genoeg zonder enige frustratie in openbaar water te zwemmen niet meer gehad. Het water is niet alleen echt 'schoon', maar voelt zelfs fluweelachtig aan.

Organisatie

Nationaal Waterbeheer — Inspectie voor de bescherming van het water — Districtsvestigingen in Baya, Boedapest, Debrecen, Győr, Gyala, Nyiregyháza, Miskolc, Pécs, Szeged, Székesfehérvár en Szombathely. Elke districtsvestiging bestaat uit een groep voor waterbescherming en een laboratorium. De groep voor waterbescherming bestaat uit drie onderdelen: waarnemers, rampenpreventie en preventie watervervuiling. Het laboratorium omvat eveneens drie zaken: veldlaboratorium, meetpunten en een meetwagen.

Duizend gulden boete voor verontreiniging beek

De rechtbank in Roermond heeft de 32-jarige Astenaar Jozeph R. veroordeeld tot een geldboete van duizend gulden. De rechtbank achtte bewezen hetgeen de officier van justitie twee weken geleden de man ten laste had gelegd, namelijk dat door diens onachtzaamheid op 19 juli vorig jaar een grote hoeveelheid zwavelzuur terecht kwam in de Panheelder Beek in Heel en Panheel.

De blauwe golf bleek dodelijk voor duizenden vissen. J. R. had op de bewuste dag als directielid toezicht gehad op de werkzaamheden in het bedrijf Galvano NV. Omdat een bad met 5.000 liter zwavelzuur en water defect was, werd besloten het bad leeg te laten lopen in de riolering. Deze stond echter in open verbinding met de Panheelder Beek. De hengelvereniging 'Het Loze Vissertje' merkte die dag dat duizenden vissen de lozing niet hadden overleefd.

Tijdens de zitting had de Astenaar de schuld op zijn broer en mede-firmant geschoven, doch de rechtbank is niet ingegaan op de beschuldiging (ANP).

