

SUMMARY

Microstrainers

After a short historical review, a description of the microstrainer is given. Dealing with the determination of the effect of a microstrainer the values of filtrability index, "pouvoir colmatant", filtrability in % and practical data are discussed. The treatise is concluded by a discussion of the place of the microstrainer in different water purification processes.

Microzeven*)

1. Kort historisch overzicht

Spoedig na de tweede wereldoorlog begon de Metropolitan Water Board in Engeland met het installeren van microzeven om het water van hun grote storagereservoirs een voorbehandeling te geven voor het door langzame zandfiltratie gezuiverd werd. Deze microzeven kwamen in de plaats van snelfilters die voordien tot taak hadden ammoniak te oxyderen en algen tegen te houden. De microzeven, die goedkoper waren dan de snelfilters, konden wel geen ammoniak oxyderen, maar wat betreft het tegenhouden van algen presteerden zij bijna evenveel als snelfilters. Het ammoniakgehalte van het water was ook niet erg hoog zodat de oxydatie ervan in voldoende mate door de langzame zandfilters kon geschieden. Begonnen in 1946 met één kleine microstrainer als proef in Surbiton werden later grotere microzeven geïnstalleerd in 1948 in Kempton Park, in 1955 in Lee Bridge en in 1958 in Ashford Common. Met behulp van deze microzeven werd bereikt dat twee- tot driemaal zoveel water door de langzame zandfilters gefiltreerd kon worden voordat het nodig was om ze

schoon te maken. Het voordeel kwam vooral naar voren in tijden van sterke algengroei in de reservoirs.

De microzeven in Engeland zijn ontwikkeld door dr. P. L. Boucher wiens eerste publicatie over microzeven dateert van 1942. Ze zijn gebouwd door de firma Glenfield en Kennedy Ltd. te Kilmarnock, Schotland.

In Frankrijk werd reeds in 1938 door E. Beaudrey vastgesteld dat water gezuiverd kon worden door filtratie door een van zeer fijn metaalgaas vervaardigde roterende trommel. Zijn verdere onderzoekingen leidden eveneens tot microzeven, in principe gelijk aan de Engelse versie hoewel er bepaalde verschillen bestaan wat de onderdelen betreft.

In Frankrijk worden microzeven o.a. gebruikt voor de filtratie van water uit het meer van Annecy dat zo weinig plankton bevat dat de microzeven intermitterend kunnen werken, maar ook voor rivierwater uit de Marne, dat vrij veel plankton kan bevatten en in

het bedrijf te Saint Maur van de stad Parijs wordt dit Marnewater door microzeven gefiltreerd evenals in Engeland als voorbehandeling voor de langzame zandfilters.

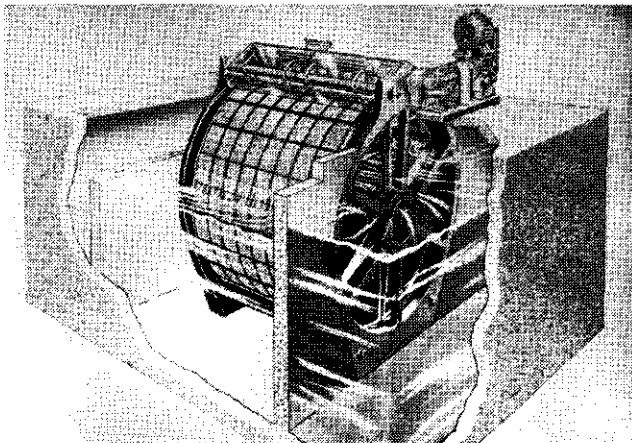
2. Beschrijving van een microzeef

Zoals op afb. 1 te zien is bestaat een microzeef uit een trommel waarvan de panelen bestaan uit zeer fijn gaas met aan de buitenkant daaroverheen een grover steungas. Het water stroomt aan het ene einde de trommel binnen, het andere einde is dicht. De trommel is voor ongeveer 3/5 deel met water gevuld, het water stroomt van binnen naar buiten door het gaas, de stand van het water binnen de trommel is dus wat hoger dan buiten de trommel. Bij normale werking van de microzeef is dit hoogteverschil 9—10 cm en het moet niet hoger worden dan 15 hoogstens 20 cm. Het eigenlijke zevende gaas is meestal van roestvrij staal, er zijn echter ook wel eens weefsels van kunststof gebruikt (polyamiden zoals

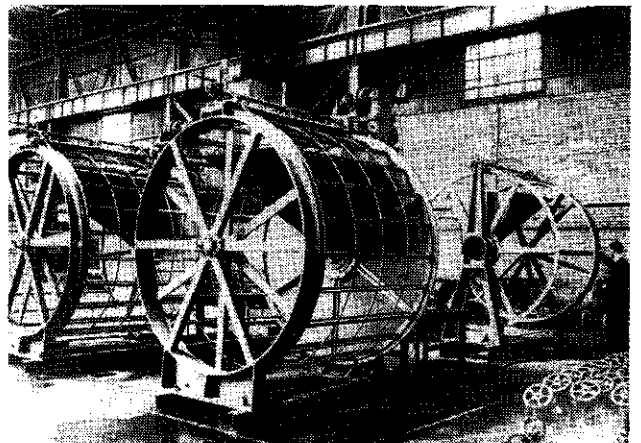
*) 20e Vacantie cursus in Drinkwatervoorziening, gehouden door de Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde van de T.H. Delft, op 4 en 5 januari 1968, les no. 5.

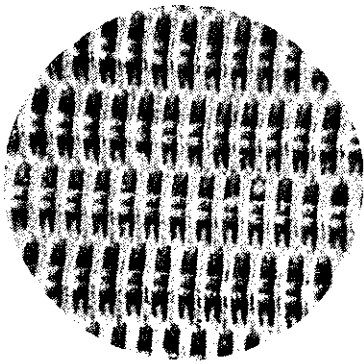
	Mark II	Mark I	Mark 0
grootte van de openingen	60 μ	35 μ	23 μ
aantal openingen per cm	96	116	152
aantal openingen per cm ²	9216	13456	23104
% open	57,6	40,6	35,0

Afb. 1 - Microzeef opgesteld in betonnen bak.

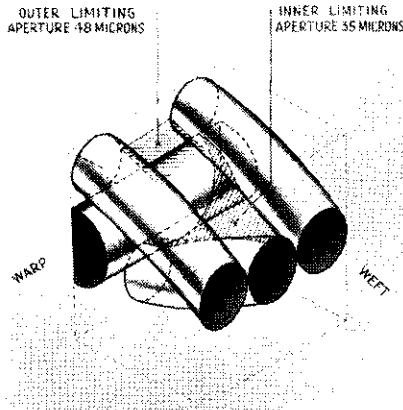


Afb. 2 - Fabricage van microzeven.





Afb. 3 - Microzeefgaas MK 1 42 maal vergroot.



Afb. 4 - Microzeefgaas Mk 1 ongeveer 375 maal vergroot.

Dederon, Perlon), maar tot nu toe heeft dit weinig opgang gemaakt.

Bij Glenfield-Kennedy microzeven zijn gaassoorten van verschillende fijnheid in gebruik zoals in onderstaande tabel is aangegeven.

Mark I is het gaas dat het meest gebruikt wordt.

Afb. 3 en 4 geven een beeld van het gaas en afb. 5 toont planktonorganismen die door een microzeef afgefilterd worden.

De trommel roteert met een regelbare snelheid. Voor een 7½ bij 5 feet microzeef wordt opgegeven 0,5—4 rpm en voor een microzeef van 10 bij 10 feet, dat is dus ongeveer 3 bij 3 meter, wordt als maximale snelheid aangegeven 100 fpm dat is ongeveer 3 rpm. Bovenop de microzeef staat een rij sproeiërs. Het water dat deze sproeiërs met kracht op de microzeef spuiten verwijdert het vuil dat aan de binnenkant op het gaas zit. Het vuile spoelwater wordt daarna opgevangen in een trechter en door de holle as van de microzeef afgevoerd. Als spoelwater wordt ruw water gebruikt dat de microzeef gepasseerd is. De druk van het spoelwater is te variëren van 5 tot 25 lb/sq.in. De hoeveelheid spoelwater varieert dan ook van 1 tot 3 % maar is meestal lager dan 2 %.

De hierboven gegeven beschrijving heeft betrekking op Engelse microzeven van Glenfield-Kennedy maar is ook toepasselijk op de Franse microzeven van Beaudry. Deze laatste kunnen echter uitgerust worden met een installatie waarbij de meting van het hoogteverschil van het water binnen en buiten de trommel gebruikt wordt om de rotatiesnelheid van de trommel en de druk van het spoelwater te regelen. Dit is eigenlijk alleen belang-

rijk wanneer de kwaliteit van het te filteren water in korte tijd sterk kan wisselen.

Bij de behandeling van water dat gedurende lange tijd zeer weinig af te zeven stoffen bevat kan men ook regelapparatuur aanbrengen om de microzeven intermitterend te laten werken.

3. Meting van de werking van een microzeef

Zowel Boucher als Beaudry hebben zich bezig gehouden met het ontwikkelen van een methode om de filterbaarheid van het water te meten. Zij hadden dit namelijk nodig om te bepalen welke afmetingen een microzeef moet hebben om een bepaalde hoeveelheid van een zekere watersoort te filteren.

Afb. 5 - Planktonorganismen op een microzeefgaas.



Boucher kwam zo tot een tamelijk ingewikkeld laboratoriumapparaat om de zgn. Filtrability Index te bepalen. Daarnaast bestaat een draagbaar apparaat, Filtrameter genoemd, waarmee men op een eenvoudiger manier en iets minder nauwkeurig eveneens deze Filtrability Index kan bepalen.

De Filtrability Index I wordt door Boucher gedefinieerd als

$$I = \frac{0.385}{V} \ln \frac{H_1}{H_0}$$

waarbij V = het volumen van het te onderzoeken water in eenheden van 100 ml;

H₀ = de weerstand over het filter voordat het te onderzoeken water gefiltreerd is;

H₁ = de weerstand na het filteren van het te onderzoeken water.

Men komt tot deze formule door de wet van de samengestelde interest op de filtratie toe te passen

$$\frac{dH}{dV} = nH \rightarrow H = H_0 e^{nV}$$

De constante 0.385 is afhankelijk van het soort filtergaas dat gebruikt wordt.

De Filtrability Index is het omgekeerde van de filterbaarheid F.

$$\text{Dus } F = \frac{1}{I}$$

I is een maat voor de hoeveelheid vaste stof die in of op het filter achterblijft, uitgedrukt, in het vermogen om het filter te verstopen. Deze Filtrability Index komt overeen met de door Beaudry ingevoerde Pouvoir Colmatant. Het Franse woord „colmater” betekent verstopen van een filter. De Pouvoir Colmatant wordt gemeten met een Colmatometer.

Zet men op een grafiek uit het gefiltreerde volumen V in ml tegen de filtratietijd t dan krijgt men een kromme (een tak van een hyperbool) die asymptotisch nadert tot een volumen V_m, dat is dan het volumen dat na oneindige tijd gefiltreerd zou zijn.

$$\text{De Pouvoir Colmatant is nu } \frac{1000}{V_m}$$

V_m is op verschillende manieren te bepalen. Voor de bovengenoemde kromme geldt nl. de vergelijking

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{V_m} + \frac{1}{D_0 t} \quad (1)$$

waarbij D₀ het debiet van het filter in cm³/sec is op de tijd t = 0.

Noemen we nu D het debiet op de tijd t dan geldt

$$\frac{V}{t} = \sqrt{D \cdot D_0} \quad (2)$$

of in woorden:

Het gemiddelde debiet over de periode $\frac{V}{t}$ (dat is dus $\frac{V}{t}$) is het geometrisch gemiddelde van het debiet bij $t=0$ (dus D_0) en het debiet op het tijdstip t (dus D).

Uit de vergelijkingen (1) en (2) kan men afleiden:

$$V_m = \frac{D_0 \cdot t}{\sqrt{\frac{D}{D_0}} - 1} \quad (3)$$

Door D_0 , D en t te meten kan men dus V_m en daarmee de Pouvoir Colmatant bepalen. Men kan bewijzen dat deze formule (3) equivalent is aan de formule

$$\frac{V_m}{V} = \frac{\sqrt{14}}{\sqrt{D_0} - \sqrt{D}} \quad (4)$$

ten minste als men werkt met de Colmato-meter van Beaudrey. De formule (4) staat in het boekje van STORK over de microzeven van Beaudrey in de vorm:

$$(\text{PCB}) \times V \times \sqrt{14} = \sqrt{D_0} - \sqrt{D}$$

$$\text{Immers: } (\text{PCB}) = \frac{1000}{V_m}$$

Hieruit volgt dat de V in het boekje van STORK het volumen uitdrukt in liters en niet in cm^3 .

Op het laboratorium van de Parijse waterleiding heeft men reeds omstreeks 1953 nagegaan dat de Pouvoir Colmatant praktisch hetzelfde meet als de Filtrability Index door van een aantal watermonsters met hetzelfde filtergas beide grootheden te meten. Het bleek dat men de gevonden cijfers voor de Filtrability (gebruikmakend van Engelse eenheden) met 17,3 moest vermenigvuldigen om de Pouvoir Colmatant te krijgen.

Van Heusden heeft er echter op gewezen dat zowel de Engelse als de Franse methode slechts benaderingen van de werkelijke toestand zijn. Bij zijn metingen met water van de Loenerveense plas en met Rijnwater werden waarden gevonden die afwijkingen vertoonden zowel van de formule van Boucher als van die van Beaudrey. Opmerkelijk is dat de Metropolitan Water Board in Engeland, die een van de eersten was die microzeven aanschafte en er nu heel wat heeft staan

in Kempton Park, Lee Bridge en Ashford Common (afb. 6) niet werkt met de Filtrability Index maar de filtreerbaarheid uitdrukt in procenten. Als t_1 de tijd is nodig om 1 l gedestilleerd water te filtreren door filtreerpapier onder standaardcondities en t_2 de tijd nodig om 1 l van het te onderzoeken water door hetzelfde filter te filtreren dan is de filtreerbaarheid uitgedrukt in %:

$$\frac{t_1}{t_2} \times 100.$$

Men kan dus de werking van een microzeef beoordelen door van het water voor en na de microzeef te bepalen de filtrability index, de pouvoir colmatant of de filtreerbaarheid in %. Daarnaast kan men voor en na de microzeef bepalen het zwevende stofgehalte en ook het aantal algencellen per ml.

Als voorbeeld kan ik u geven een aantal bepalingen van de pouvoir colmatant voor IJsselmeerwater te Andijk voor en na een microzeef met een gaas van 35 micron. In de maanden maart t/m juli 1964 werd op 48 dagen de pouvoir colmatant voor en na de microzeef bepaald.

De P.C. voor de microzeef varieerde van 25 (met een zwevende stofgehalte van 158 mg/l) tot 2,1 (met een zwevende stofgehalte van 12 mg/l). Na de microzeef varieerde de P.C. van 13,0 tot 0,7. De verlaging in P.C. door de microzeef teweeggebracht was gemiddeld 57%. De kleinste verlaging bedroeg 28% (van 2,9 naar 2,1) en de grootste 70% (van 5,0 tot 1,5).

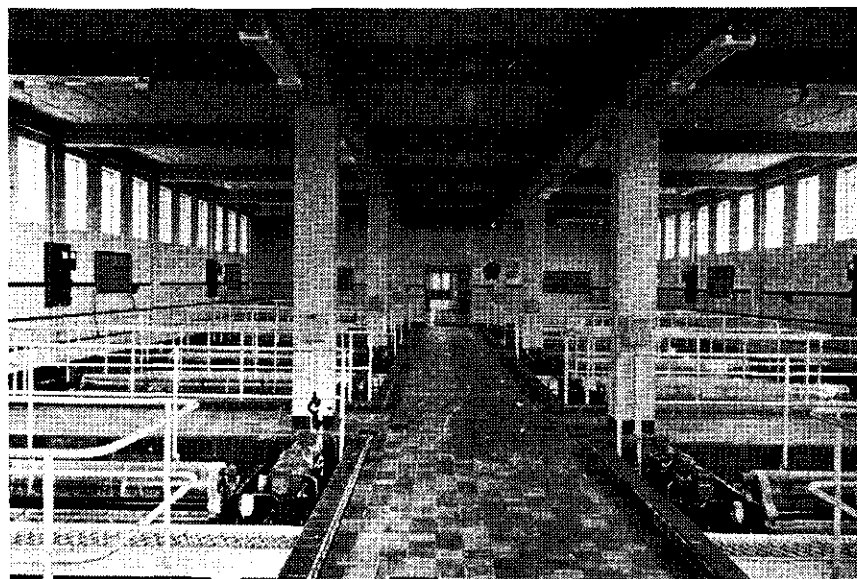
In het 41e rapport van de Metropolitan Water Board worden voor de Ashford Common Works cijfers gegeven van het aantal cellen per ml voor de twee voornaamste algensoorten die in het water voorkwamen nl. *Stephanodiscus astraea* en *Asterionella formosa*. Het bleek dat *Ast. formosa* beter verwijderd werd door de microzeven dan *Steph. astraea*, hetgeen wel zal samenhangen met de grootte en de vorm van de cellen. Gemiddeld werd *Asterionella* voor 70% verwijderd en *Stephanodiscus* maar voor 45%.

In het 38e rapport van de Metropolitan Water Board staan gegevens over de filtreerbaarheid (uitgedrukt in %) van het water bij de Lee Bridge Works voor en na de microzeven. In tijden van weinig algengroei (oktober t/m februari) is de filtreerbaarheid van het water voor de microzeven tussen de 70 en de 78%. In die tijden is de verbetering van de filtreerbaarheid door de microzeven niet zo groot. Het water na de microzeven heeft een filtreerbaarheid van 80—86%. De verbetering is dus ongeveer 10%. Maar in tijden van zware algengroei, dat is in het voorjaar en de zomer heeft het water voor de microzeven een filtreerbaarheid van 50—60% en soms daalt de filtreerbaarheid wel tot 35%. De verbetering van de filtreerbaarheid door de microzeven is dan groter en bedraagt gemiddeld 20%.

4. Werking van microzeven

Uit het bovenstaande is reeds af te leiden dat de voornaamste werking van de microzeven bestaat uit het ver-

Afb. 6 - Opstelling van microzeven (3 x 3 meter) bij Ashford Common Works.



wijderen van algen uit het water. Een plotseling optredende massale algengroei kan de looptijden van langzame zandfilters en ook van snelfilters zo drastisch verminderen dat het de grootste moeite kost de benodigde hoeveelheid water door de zandfilters te krijgen. In dergelijke gevallen zijn microzeven een uitkomst omdat zij in staat zijn zelfs grote hoeveelheden algen met weinig moeite te verwijderen.

Daarentegen zijn microzeven niet geschikt om water dat troebel is door voornamelijk colloïdale kleideeltjes te zuiveren. Lichtere troebelingen gaan vrijwel ongehinderd door een microzeef heen en zwaardere verstoppingen de microzeven zo radicaal dat er vrijwel geen zeefcapaciteit meer overblijft. Er zijn proeven gedaan om microzeven te gebruiken om ijzer- en aluminiumfloc afkomstig van chemische flocculatie af te filtreren maar deze deeltjes schijnen niet sterk genoeg te zijn en worden door de microzeven maar zeer onvolkomen tegengehouden. Bacteriën passeren de microzeven ongehinderd, het bacteriegehalte van het water na de microzeven is dan ook niet lager geworden zoals met proeven is aangetoond. Wel kunnen bacteriën er toe bijdragen door de vorming van een slijm laag op het gaas dat de microzeven op den duur verstoppingen en zelfs met de hoogste spoelwaterdrukken niet meer schoon te krijgen zijn. In dergelijke gevallen moeten de microzeven gereinigd worden door ze met verdunde chloorbleekloog te besproeien. Volgens opgave van het Rotterdamse Waterleidingbedrijf is het tot nu toe op de Berenplaat nodig gebleken de microzeven tweemaal per jaar op een dergelijke manier te reinigen.

5. Plaats van de microzeven in het waterzuiveringsproces

De voornaamste rol van de microzeven in het waterzuiveringsproces is reeds genoemd, dat is dus de voorfiltratie van het water voor langzame zandfilters of snelfilters vooral daar waar in bepaalde jaargetijden massale algengroei in het water kan voorkomen.

Er zijn ook gevallen bekend waar de microzeven de enige filtratie van het water vormen b.v. in Frankrijk voor het water van het meer van Annecy.

Alleen in tijden van algengroei hebben de microzeven dan een taak zodat men hier met microzeven kan werken die intermitterend draaien.

Ook het water van Lake Pupuke in

Nieuw Zeeland behoeft alleen door microzeven gefiltreerd te worden om het geschikt te maken als drinkwater voor de stad Auckland.

Soms worden microzeven ook gebruikt na zandfilters om het water een „finishing touch” te geven en er zeker van te zijn dat geen organismen die de zandfilters misschien kunnen passeren in het drinkwater terecht komen.

In Andijk en op de Berenplaat worden microzeven gebruikt vóór een chemische zuivering van het water door flocculatie om een regelmatig flocculatiebedrijf mogelijk te maken en zodoende chloor en andere chemicaliën te sparen.

In de industrie, vooral in de papierindustrie, kunnen microzeven met voordeel gebruikt worden om cellulose of andere deeltjes uit het water te verwijderen.

Tenslotte zijn er de laatste tijd ook gevallen bekend waarbij microzeven bij de afvalwaterzuivering een rol spelen. Wanneer het effluent van een waterzuiveringsinstallatie nog te veel zwevende stof bevat kan een microzeef soms uitkomst bieden.

In Bracknell, Berkshire, Engeland werd het gemiddelde zwevende stofgehalte van het gezuiverde afvalwater teruggebracht van 17 mg/l naar 5,7 mg/l door het installeren van microzeven met gaas van 35 micron. De BOD 5 van het water daalde daardoor van gemiddeld 14,4 naar 8,4 mg/l.

Het volgende mag dienen als een ongetwijfeld onvolledig antwoord op de vraag: „Hoeveel microzeven zijn er in bedrijf?”

Boucher geeft in september 1959 op een aantal van 125 in 16 landen. Daarbij worden Frankrijk, Duitsland en Nederland niet genoemd.

In 1967 werd door Leimer en Starke opgegeven dat er in de DDR tien waterleidingbedrijven met in totaal 33 microzeven zijn.

In Nederland zijn er inmiddels ook wel een stuk of 20.

In Frankrijk zijn ook verschillende grote waterleidingbedrijven die microzeven gebruiken.

Zo blijkt dus dat na de tweede wereldoorlog microzeven steeds meer gebruikt worden op die plaatsen waar ze hun nuttig werk kunnen doen.

Literatuur

1. Boucher, P. L., (1944) „Straining of water and effluents — An experimental study of engineering problems encountered in the design of large-scale automatic straining plant for water and effluents”, Ph. D. Thesis in the Faculty of Engineering, London University.
2. Boucher, P. L., (1947) „A new measure of filtrability of fluids with application to water engineering”, Jour. I.C.E. 27 (4) 415.
3. Jackson, M. E. P., (1952) „Determination de la qualité colmatante des eaux”, La Technique de l'eau 6 No. 68, 23.
4. Mangerel, P., (1953) „L'essai des eaux par leurs propriétés colmatantes”, La Technique de l'eau 7 No. 78, 19.
5. van Heusden, G. P. H., (1956) „De bepaling van de weerstand bij filtratie”, Water 40 (5) 49.
6. Metropolitan Water Board, Reports on the results of the bacteriological, chemical and biological examination of the London waters. 35th R., p. 9; 37th R., p. 33; 38th R., p. 61, 97; 41th R., p. 90; 42th R., p. 54.
7. Glenfield & Kennedy Limited, Kilmarnock, Scotland, (1961) „Micro-Straining”, Publication no. 41.
8. Gebr. Stork & Co's Apparatenfabriek NV, Boxmeer - Holland, „Mikrofiltering Systeem Beaudrey”.
9. Leimer, W., Starke, W., (1967) „Zum Einsatz Mikrosiebfiltren in der Wasseraufbereitung”, Wasserwirtschaft Wassertechnik 17, 328.
10. Ridley, J. E. (1967) „Experience in the use of slow sand filtration, double sand filtration and microstraining”, Proc. Soc. Water Treatment and Examination 16, 170.