

Effluentpolishing door middel van een microfilter

1. Inleiding

Op de rioolwaterzuiveringsinrichting Bussum gelegen binnen het gebied behorende tot het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland wordt de kwaliteit van het effluënt nadelig beïnvloed door het meevoeren van zwevende stof uit de ronde nabezinktank, hoofdzakelijk als gevolg van de hoge hydraulische belasting. In verband hiermee werd in september 1979 gedurende een periode van twee weken een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid van verbetering van de effluëntkwaliteit door middel van microfiltratie.



IR. U. JANSMA
Hubert Sneek/Esmil



ING. P. P. WEESENDORP
Zuiveringschap Amstel- en Gooiland Hilversum

Het onderzoek werd uitgevoerd op semi-technische schaal met een microfilter van Hubert Sneek/Esmil.

Vooraf in Engeland en de Verenigde Staten wordt microfiltratie toegepast om zwevende stoffen uit het effluënt van een rioolwaterzuiveringsinrichting te verwijderen. In Nederland is op dit gebied weinig ervaring.

Momenteel wordt in het kader van het STORA project 'Verwijdering van zwevende stof uit effluënt' een onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden van microfilters in vergelijking met andere filtratietechnieken.

In de onderhavige publikatie worden de aanleiding tot, de uitvoering van en de resultaten van de proef beschreven. Aan het slot van het artikel wordt met een aantal veronderstellingen als uitgangspunt een overzicht gegeven van de kosten bij toepassing van microfilters voor verschillende capaciteiten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

2. Beschrijving van de werking van het microfilter

Het microfiltratie-principe is gebaseerd op het scheiden van kleine zwevende stofdeeltjes uit een vloeistof door middel van een zeer fijnmazig filtergaas, waarbij achtergebleven deeltjes de openingen van

het filtergaas verkleinen en daardoor een extra filtratie bewerkstelligen.

Afb. 1. geeft schematisch de proefopstelling weer.

Het microfilter bestaat uit een trommel, die aan één zijde open is en in een bak van beton of staal wordt geplaatst. De trommel draait om een stilstaande holle as en is aan de omtrek voorzien van panelen bespannen met filtergaas.

Het te reinigen water komt axiaal in de trommel en stroomt in radiale richting door het filterweefsel, waarbij de vuildeeltjes op het weefsel achterblijven.

De draaiende trommel brengt het vervuilde filterweefsel onder een spoelleiding, die boven de trommel is geplaatst.

De vuildeeltjes worden hier afgespoten en met spoelwater opgevangen in een trechtervormige bak, die op de stilstaande holle as staat.

Door deze as wordt het spoelwater met vuildeeltjes afgevoerd. De hoeveelheid spoelwater bedraagt ca. 3 % van de gefiltreerde hoeveelheid water.

Aan de uitstroom-(schone)-zijde is het microfiltercompartiment voorzien van een stuwschot, waarmee het niveau in de bak vrijwel constant gehouden wordt. Hierdoor wordt het microfilter zo ver mogelijk ondergedompeld en wordt een effectief gebruik van het filterweefsel bereikt.

Doordat het hoogteverschil tussen de bovenzijde van de vuilopvangbak en het stuwschot ca. 15 cm bedraagt blijft het niveauverschil over het filtermedium ook tot deze waarde beperkt.

Hiermee wordt het dichtdrukken van het filterweefsel door vuildeeltjes voorkomen. Aangezien het filterproces continu geschiedt en de toevoer en de graad van vervuiling kunnen wisselen, is de regeling van de omtreksnelheid en de hoeveelheid spoelwater traploos instelbaar uitgevoerd.

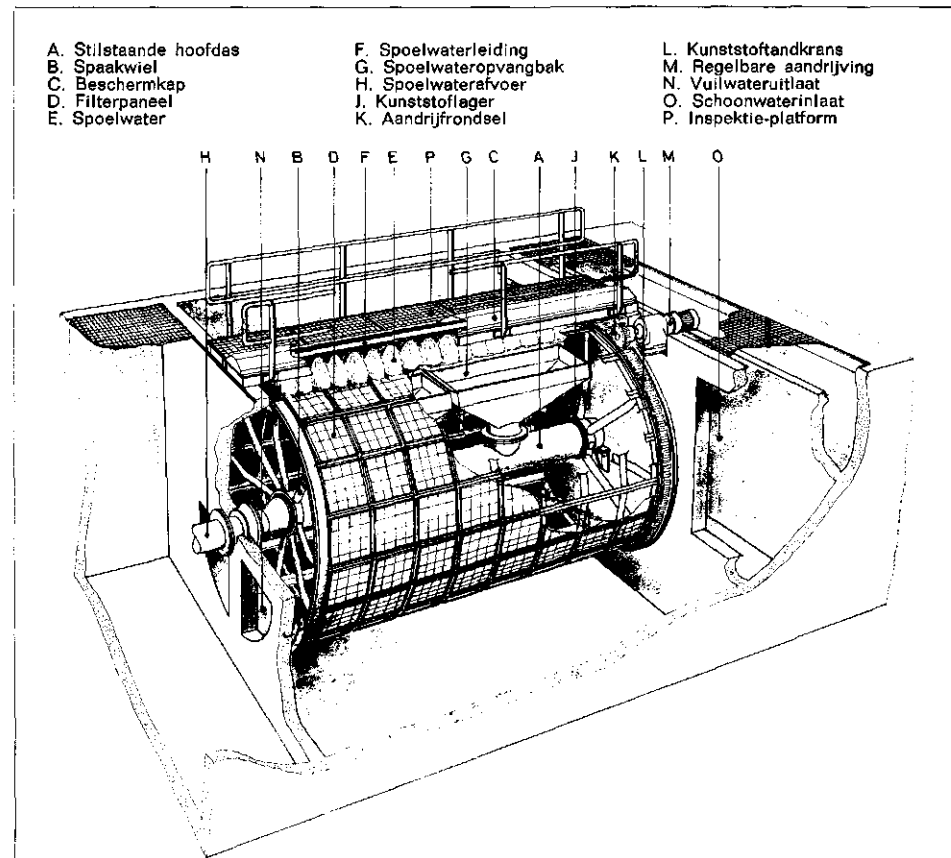
Deze regeling is gekoppeld aan een zeer nauwkeurige niveauverschilmeting, die de graad van vervuiling op het filtergaas bepaalt door het niveauverschil over dit filtratiemedium te meten.

Ten opzichte van andere filtratietechnieken bijv. zandfilters voor de verwijdering van zwevende stoffen heeft microfiltratie de volgende voordelen:

- continu proces;
- opstelling in vrij verval (weerstand max. 25 cm waterkolom);
- geringer energieverbruik;
- minder gevoelig voor stootbelastingen (qua debiet en zwevende stof belasting);
- een klein grondoppervlak;
- weinig toezicht en onderhoud.

Het dimensioneren van een microfilter kan

Afb. 1 - Opstelling microfilter in een betonnen put.



et beste geschieden door het uitvoeren an representatieve proeven ter plaatse met ehulp van een complete proeffilter-istallatie. Gegevens uit de literatuur variëren sterk ls gevolg van de aard van de rioolwater-iveringsinrichting.

De rwzi Bussum en de probleemstelling

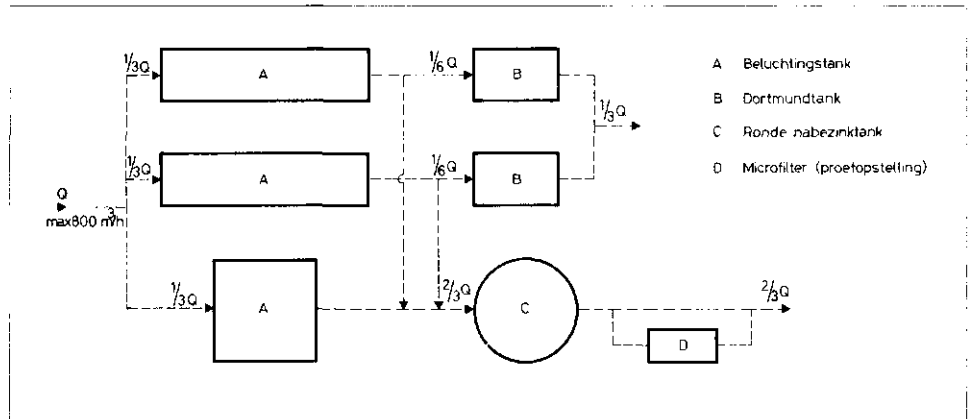
te in 1936 in gebruik genomen rwzi ussum was een van de eerste actief-slib-irichtingen in Nederland. Toename van et aantal aangesloten inwoners van de oonkernen Bussum en Naarden heeft iverse uitbreidingen van de rwzi tot gevolg had. De laatste uitbreiding in 1977 om-atte alleen een vergroting van de bio-igische capaciteit van 3.240 kg BZV/dag (0.000 i.e.) naar 4.320 kg BZV/dag (0.000 i.e.). De slibbelasting bedraagt ca. $\frac{40}{40}$ kg BZV dag.

kg d.s. De hydraulische capaciteit werd niet aan-past aangezien deze voor de destijds ldende normen voldoende was. Uit-reiding van het rioolstelsel in de afgelopen ren heeft tot gevolg gehad dat de in-chting op dit moment biologisch volledig elast en hydraulisch overbelast is. De ctuele maximale hydraulische capaciteit in de rwzi bedraagt 800 m³/h. Bij droog eer wordt per dag 11.000 tot 12.000 m³ valwater aangevoerd, hetgeen inhoudt dat e rwzi gedurende 14 à 15 uur per dag ydraulisch maximaal belast is. De oppervlaktebelasting van de nabezink- nks bedraagt gedurende deze 14 à 15 uur 3 m³/m² . h.

fb. 2 geeft een overzicht van de water- rdeling over de dortmundtanks en de onde nabezinktank; tevens is de plaats in het microfilter aangegeven. Uit de bemonsteringsresultaten is gebleken at in de dortmundtanks bij deze opper- aktebelasting nog een redelijke bezinking aatsvindt doch dat bij de ronde nabezink- nk aanzienlijke hoeveelheden zwevende of met het effluënt meegevoerd worden. et zwevende stofgehalte in het effluënt in een volume proportioneel genomen maalmonster van deze tank bereikt regel- atig waarden van 60 mg/l. Tijdens het nderzoek varieerde het gehalte aan evende stof van de steekmonsters van tot 177 mg/l. De rwzi Bussum zal over ongeveer 3 jaar amoveerd worden. Het afvalwater zal in worden behandeld in de te stichten gionale zuiveringsinrichting Horstermeer.

Uitvoering en resultaten van het nderzoek

et doel van het op semi-technische schaal



Afb. 2 - Overzicht waterverdeling rwzi Bussum.

uitgevoerde onderzoek was:

- het vaststellen van het zuiverings- rendement van het microfilter bij ver- schillende zwevende stof- en hydraulische belastingen;
- het bepalen van de dimensionerings- grondslagen zodat een definitief ontwerp zo optimaal mogelijk gemaakt kan worden.

Bovenomschreven doelstellingen leiden tot de volgende punten van onderzoek:

- de verwijdering van zwevende stof in afhankelijkheid van het drukverschil. Onder praktijkomstandigheden wordt een constant drukverschil gehandhaafd van 7 - 10 cm door de omtreksnelheid en de hoeveelheid spoelwater te variëren. Doordat het proef- filter niet was uitgerust met deze regeling moest de instelling met de hand gebeuren. Op deze wijze was het ook mogelijk het filtratierendement bij een drukverschil van 3,5 - 4,5 cm vast te stellen;
- het verwijderingsrendement van de zwevende stof in afhankelijkheid van de zwevende stofvracht;
- de omtreksnelheid in afhankelijkheid van de zwevende stofvracht. In afwijking van een praktijkfilter, waarbij met een maximale omtreksnelheid van 30 m/min wordt gewerkt, bedroeg de maximale omtreksnelheid van het proef- filter 18 m/min. Voor de dimensionering van een praktijkfilter zal derhalve boven- genoemde afhankelijkheid bekend moeten zijn;
- de maximale hydraulische capaciteit in afhankelijkheid van de zwevende stof- vracht. Aangezien de afvoercapaciteit van het proeffilter beperkt was tot 41 m³/h was het niet mogelijk ook bij een lagere zwevende stofvracht de maximale hydraulische capaciteit te bepalen.

De maaswijdte van het filtergaas is geen punt van onderzoek geweest.

Uitvoering

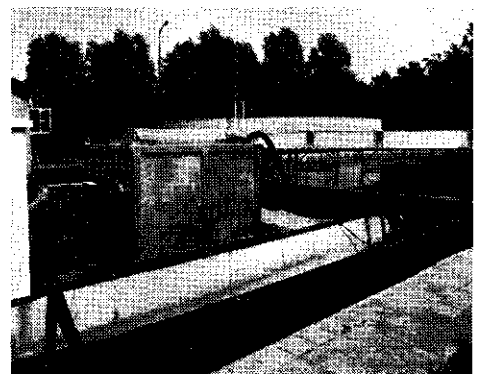
Het gebruikte microfilter was voorzien van 2,2 m² effectief r.v.s. filtergaas (25 µm) en de buitenwerkse afmetingen van de tank bedragen 2,25 x 1,60 x 1,50 m. De proefopstelling werd d.m.v. een dompel- pomp gevoed met het effluënt van de ronde nabezinktank. Een foto van het microfilter is weer- gegeven in afb. 3. Afhankelijk van de kwaliteit van het effluënt van de ronde nabezinktank werden de diverse procesparameters gevarieerd. Iedere wijziging in het proces werd gevolgd door het nemen van steekmonsters. Van deze monsters werd het gehalte aan zwevende stof bepaald. Naast de steek- bemonstering werd een tijdproportionele dagbemonstering van het effluënt en het gefiltreerde water uitgevoerd. Deze monsters werden onderzocht op zwevende stof, BZV, CZV en N-Kj. De hydraulische belasting van het micro- filter werd met behulp van een watermeter gemeten.

Resultaten

De verwijdering van zwevende stof in af- hankelijkheid van het drukverschil en de zwevende stofvracht.

Tabel I en II geven de resultaten weer

Afb. 3 - Opstelling proeffilter op een rioolwater- zuiveringsinrichting.



TABEL I - Verwijderingsrendement zwevende stof bij een constant drukverschil van 3,5 tot 4,5 cm waterkolom.

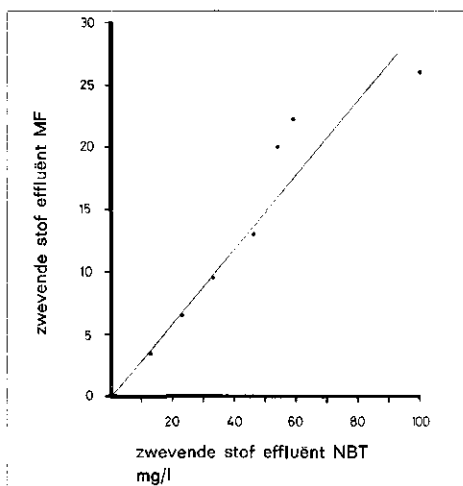
Hydraulische belasting $m^3/m^2 \cdot h$	Specifieke zwevende stofbelasting $g/m^2 \cdot h$	Zwevende stofgehalten mg/l		Verwijderingsrendement %
		effluënt nabezinktank	effluënt microfilter	
18,2	601	33	6,7	80
16,4	476	29	8,8	69
17,3	277	16	8,4	48
16,4	262	16	6,6	59
16,4	246	15	4,0	73
16,4	246	15	6,3	69
17,3	208	12	9,8	18
16,4	144	8,8	7,4	16

TABEL II - Verwijderingsrendement zwevende stof bij een constant drukverschil van 6 - 8 cm waterkolom

Hydraulische belasting $m^3/m^2 \cdot h$	Omtreksnelheid m/min	Specifieke zwevende stofbelasting $g/m^2 \cdot h$	Zwevende stofgehalten mg/l		Verwijderingsrendement %
			effluënt nabezinktank	effluënt microfilter	
6,8	17,9	1204	177	41	76
12,7	17,9	1283	101	26	74
18,2	17,9	1074	59	22	63
18,2	17,9	983	54	20	63
18,2	17,9	837	46	13	72
18,6	8,6	614	33	9,6	71
17,3	5,9	397	23	6,6	71
18,6	3,9	242	13	3,5	73

van de verwijderingsrendementen van de zwevende stof bij drukverschillen van 3,5 tot 4,5 cm waterkolom en van 6 tot 8 cm waterkolom.

Bij het lage drukverschil van 3,5 - 4,5 cm waterkolom is de variatie van het verwijderingspercentage groot. Een toename van de zwevende stofvracht heeft over het algemeen een hoger verwijderingsrendement tot gevolg. Hieruit blijkt dat het voor een optimale filtratie essentieel is om een opbouw van een filterende laag te creëren. De variatie van het verwijderingsrendement bij het drukverschil van 6 - 8 cm waterkolom is gering. Zoals uit afb. 4 blijkt heeft een verandering van het aangevoerde zwevende stofgehalte geen invloed op het

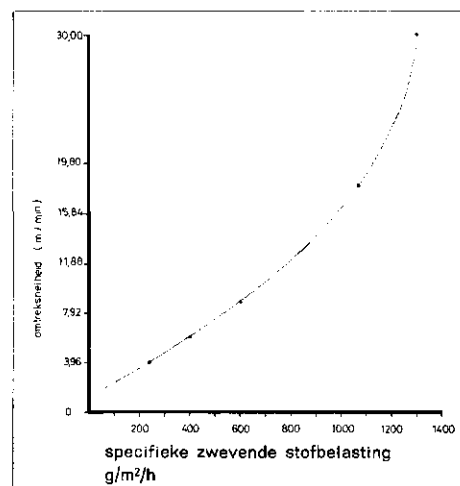
Afb. 4 - De verwijdering van zwevende stof bij een konstant drukverschil van 6 - 8 cm H_2O .

zuiveringsrendement. Op grond hiervan mag verwacht worden dat het toegepaste drukverschil een nagenoeg optimaal zuiveringsrendement tot gevolg heeft.

Het gemiddelde verwijderingspercentage van de zwevende stof bedroeg 70 %. Ten aanzien van het zuiveringsrendement kan opgemerkt worden dat de in de literatuur beschreven resultaten een zeer grote spreiding vertonen. Niet alleen de uitvoering van het microfilter maar ook de voorafgaande zuivering bepalen het filtratierendement.

De omtreksnelheid in afhankelijkheid van de aangevoerde zwevende stofvracht
Bij een constant en maximaal drukverschil

Afb. 5 - De omtreksnelheid in afhankelijkheid van de zwevende stofbelasting.



zal een verandering van de zwevende stofvracht een verandering van de omtreksnelheid tot gevolg hebben. De maximale zwevende stofbelasting van het filter wordt bepaald door de maximale omtreksnelheid.

Afb. 5 geeft voor dit onderzoek de relatie aan tussen de zwevende stofbelasting en de omtreksnelheid.

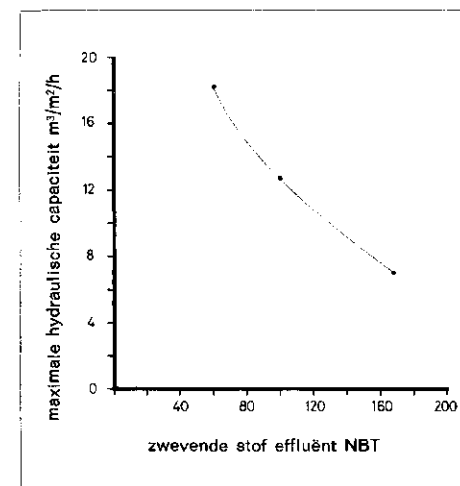
Het proeffilter heeft een maximale specifieke zwevende stofbelasting van $1150 g/m^2 \cdot h$ bij een omtreksnelheid van $18 m/min$.

Door extrapolatie van de in afb. 5 weergegeven relatie naar een voor de praktijk maximale omtreksnelheid van $30 m/min$ kan afgeleid worden dat de maximale specifieke zwevende stofbelasting ca. $1300 g/m^2 \cdot h$ bedraagt.

De maximale hydraulische capaciteit in afhankelijkheid van het aangevoerde zwevende stofgehalte

Afb. 6 geeft de relatie weer tussen de maximale hydraulische capaciteit en het gehalte aan zwevende stof in het effluënt van de ronde nabezinktank bij een drukverschil van 6 - 8 cm waterkolom en de maximale omtreksnelheid. De beperkte afvoercapaciteit van het proeffilter maakt het niet mogelijk de maximale hydraulische belasting bij een lage vervuilinggraad van het effluënt van de ronde nabezinktank te onderzoeken. Dit gegeven is overigens van belang bij de bepaling van de dimensioneringsgrondslagen voor een praktijkfilter niet van belang. Binnen het onderzochte gebied blijft er een nagenoeg lineair verband te bestaan tussen de maximale hydraulische belasting en het gehalte aan toegevoerde zwevende stof. Vergelijking met waarden uit de literatuur geeft aan dat dit verband niet lineair blijft maar dat bij lagere zwevende

Afb. 6 - De maximale hydraulische capaciteit relatie tot het gehalte aan zwevende stof in het aangevoerde water.



tofgehalten de maximale hydraulische belasting sterk toeneemt.

De maximale hydraulische capaciteit van et proeffilter bedroeg bij een gehalte van 0 mg/l aan zwevende stof in het effluënt aan de ronde nabezinktank 18 m³/m² . h. 'erhoging van de omwentelingssnelheid tot 0 m/h zal de maximale hydraulische capaciteit vergroten tot ca. 23 m³/m² . h.

De verlaging van het BZV, het CZV en et Kjeldahl-N gehalte

let afnemen van het BZV, CZV en het l-Kj-gehalte zal in werkelijkheid hoger ggen omdat deze vermindering gebaseerd op de tijdsproportioneel genomen etmaalmonsters. Tijdens deze bemonstering werd et continu het optimale drukverschil over et filter gehandhaafd, hetgeen een lager emiddeld verwijderingsrendement tot evolg heeft. De verwijdering van de evvende stof op grond van de tijdsroportionele bemonstering bedroeg geiddeld over de onderzoeksperiode 62 %, at ongeveer 10 % lager is dan op grond an de steekbemonstering bij een drukverschil van 6 - 8 cm H₂O.

De daling van het CZV was vrij constant i gemiddeld 32 %. Het BZV daalde geiddeld met 46 %. De variatie was groot i er was geen overeenkomst met de verijdering van het zwevende stofgehalte. en verklaring hiervoor is de sterke wisling in biologisch afbreekbare opgeloste ganische stoffen.

De afname van het N-Kj-gehalte was gering, tgeen te verklaren is omdat de Kjeldahl-N ornamelijk als ammonium voorkomt.

Samenvatting en conclusies

De proef heeft voldoende gegevens geleverd voor het ontwerp van een microfilter op praktisch schaal voor de tief-slibinrichting Bussum.

Bij een gemiddeld zwevende stofgehalte n 60 mg/l bedraagt de hydraulische beasting 18 m³/m² . h.

De maximale specifieke zwevende stoflastig bedraagt ca. 1300 g/m² . h.

Bij het optimale drukverschil van 8 cm waterkolom bedraagt het zwevende ofverwijderingspercentage 70 %. Het tratierendement kan ongunstig baevloerd n door vlokverkleining in de toevoeromp naar het microfilter.

een vaste opstelling zal, indien mogelijk, orden uitgegaan van een voeding onder ij verval.

Het zwevende stofverwijderingspercentage is binnen het onderzochte gebied afhankelijk van het aangevoerde zwevende ofgehalte.

De bij toepassing van het microfilter

optredende extra verwijdering van BZV en CZV bedragen resp. 46 en 32 %.

6. Investerings- en bedrijfskosten van microfilter en bijbehorende installaties

Voor verschillende capaciteiten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen wordt aangegeven wat de investerings- en bedrijfskosten zijn van microfilters en bijbehorende installaties.

Uitgangspunt is een fijnheid van het filtergaas van 25 µm en een zwevende stofhoeveelheid van ca. 60 mg/l. De filtersnelheid onder deze bedrijfsomstandigheden bedraagt ca. 18 m³/m² . h.

De berekening van de capaciteit van het microfilter is gebaseerd op een gemiddelde aanvoer van ca. 150 l/i.e. dag (d.w.a. 100 l/i.e. dag en r.w.a. 300 l/i.e. dag gelijkmatig verdeeld over 24 uur).

Het te filtreren debiet (φ_v) volgt uit:

$$\text{cap. van de rwzi} \times 150 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 24 \times 1.000$$

Het werkzaam filteroppervlak wordt

$$\text{berekend uit } \left[\frac{\phi_v}{18} \text{ m}^2 \right]$$

Bij r.w.a. zal een gedeelte van de extra hydraulische belasting opgevangen kunnen worden door het microfilter met een hogere omtreksnelheid te laten draaien. Om het resterende deel te verwerken kan gedacht worden aan:

- overdimensionering van het microfilter;
- het bijschakelen van een stand-by unit;
- het opvangen in een buffertank;
- een by-pass leiding.

De uiteindelijke keuze en de exacte investeringsbedragen zullen uiteraard afhangen van de lokale omstandigheden.

De richtbedragen voor de investering zijn

TABEL III.

Cap. van de rwzi i.e.	φ _v m ³ /h	Werkzaam filteroppervlak m ²	Trommel diam. m	Aantal filters	Investering bedrag guldens
10.000	62,5	3,5	1,2	1	150.000
25.000	156,3	8,7	2,3	1	260.000
50.000	312,5	17,4	2,3	2	490.000
100.000	625,0	34,7	3,3	2	600.000

TABEL IV.

Cap. van de rwzi i.e.	Kapitaal kosten per jaar guldens	Geïnstalleerd vermogen kW	Kapitaal- en energiekosten per m ³ per i.e./jr cent	per i.e./jr guldens
10.000	19.720,50	5	4,6	2,50
25.000	34.182,20	8	3,1	1,70
50.000	64.420,30	16	3,0	1,62
100.000	78.882,00	24	1,9	1,04

inclusief bouwwerk en besturing. Uitgegaan is van een opstelling onder vrij verval.

De energiekosten zijn gebaseerd op het energieverbruik van de spoelwaterpomp en de aandrijving van het microfilter bij een kWh prijs van f 0,15.

De jaarlijkse kapitaalkosten zijn berekend op annuïteitenbasis bij een interestpercentage van 10 en een afschrijving in 15 jaar. De kapitaalkosten per m³ zijn berekend op basis van een gemiddelde aanvoer van 150 l/i.e. per dag.

Literatuur

1. Roth, M. *Mikrosiebung nach biologischer Reinigung*. Stichting Postakademiale Vorming Gezondheidstechniek, TBA 8.
2. Bardike, D. u.a. *Erfahrungen mit der Mikrosiebung von Abwasser*. Korrespondenz Abwasser (12) 1976, Pag. 346/351.
3. Dohmann, M., Mayer, V. und Zacher, B. *Abwasserfiltration nach biologischer Reinigung*. Korrespondenz Abwasser (6) 1978, Pag. 216/221.
4. Geller, W. und Maier, D. *Untersuchungen zur Wirksamkeit der Mikrosiebung bei der Aufbereitung von Bodenseewasser*. gwF - wasser/abwasser (119) 1978, H4, Pag. 182/189.

• • •
• *Vervolg van pagina 349*

'Veteranen'-ziekte en de hygiëne van water en lucht

12. O'Tobin, J. Mitchel, R. G. *Legionnaires' Disease in a transplant unit*. Communicable Disease Report (1979): 43.
13. Gorders, L. G., Wilkinson, H. W., Gorman, S. W., Fiker, B. J., Fraser, D. W. *Atypical Legionella-like organisms: fastidious water-associated bacteria pathogenic for men*. Lancet, 927-930 (1979).
14. Morris, G. K., Patton, C. M., Feeley, J. C., Johnson, S. S., Gorman, G., Martin, W. T., Skaliy, P., Mallison, G. F., Politi, B. D., Mackel, D. C. *Isolation of the Legionnaires' Disease bacterium from environmental samples*. Ann. Intern. Med. 90, 664-666 (1979).
15. Skaliy, P., McEachern, H. V. *Survival of the Legionnaires' Disease bacterium in Water*. Ann. Intern. Med. 90, 662-663 (1979).
16. Terranova, W., Cohen, M. L., Fraser, D. W. *1974 Outbreak of Legionnaires' Disease diagnosed in 1977*. Lancet, July 15, 122-124 (1978).
17. Atterholm, I., Ganrot-Norlin, K., Hallberg, T., Ringertz, O. *Unexplained acute fever after a hot bath*. Lancet, Oct. 1, 1226 (1977).
18. Wilkinson, H. W., Farshy, C. E., Fikes, B. J., Cruce, D. D., Yealy, L. P. *Measure of Immunoglobulin G-, M-, and A-specific titers against L. Pneumophila and inhibition of titers against non-specific, gram-negative bacterial antigens in the indirect immunofluorescence test for Legionellosis*. J. Clin. Microbiol. 10, 685-689 (1979).
19. Meenhorst, P. L., v. d. Meer, J. W. M., v. Brummelen, P. *Een patiënt met legionairsziekte in Nederland*. Ned. T. Geneesk. 122, 507-510 (1978).

• • •