

Betrouwbaarheid membraanfiltratie-index kan aanzienlijk vergroot worden

BAS HEIJMAN, KIWA ONDERZOEK EN ADVIES

ELLY VAN DE BAAN, KIWA ONDERZOEK EN ADVIES

GERRIT VAN DE HAAR, WATERTRANSPORTMAATSCHAPPIJ RIJN-KENNEMERLAND

De resultaten van metingen van de membraanfiltratie-index (MFI) worden sterk beïnvloed door de kwaliteit van het filtermateriaal. Bij Kiwa worden rollen filtermateriaal daarom geijkt ten opzichte van referentie-filtermateriaal. Dit blijkt echter onvoldoende, omdat voor kwaliteitsveranderingen binnen een rol niet kan worden gecorrigeerd. Het corrigeren op basis van de gelijktijdig gemeten beginflux van een filter biedt goede perspectieven om de betrouwbaarheid van de MFI-meting aanzienlijk te vergroten. Bovendien ziet het er naar uit dat een correctie op basis van de beginflux ook de algemene nauwkeurigheid van de meting vergroot. Zo'n correctie is aantrekkelijk, omdat deze in de huidige apparatuur toch al geregistreerd wordt. De beoogde correctie kan door een eenvoudige aanpassing van het rekenprogramma gerealiseerd worden.

De membraanfiltratie-index is ontwikkeld als maat voor de vervuilingspotentie van voedingswater voor omgekeerde-osmose en nanofiltratie-membranen en als maat voor de verstoppingspotentie van water voor infiltratieputten^{3,4,5}. De meting wordt sinds 1977 in de bedrijfstak toegepast als waterkwaliteitsparameter en is gebaseerd op het registreren van het verloop van de filtratiesnelheid door een membraanfiltertje met poriën van 0,45 µm, bij constante druk. Aanvankelijk werd de meting alleen semi-automatisch uitgevoerd, waarbij de filtertjes met de hand verwisseld werd. Sinds 1988 is er tevens een volautomatisch werkend meetapparaat beschikbaar waarvan er inmiddels 18 in bedrijf zijn.

Vanaf het begin is onderkend dat de verschillen in filterkwaliteit invloed hebben op de gemeten MFI. Om dit te ondervangen wordt het filtermateriaal door Kiwa geijkt aan referentie-filtermateriaal en van een correctiefactor voorzien. Ook is in 1993 gekozen voor een ander filtermateriaal^{2,3} met een veel lagere variatie in kwaliteit dan het voordien gebruikte filtermateriaal. Aan het nieuwe filtermateriaal worden bovendien eisen gesteld met betrekking tot de variatie van de kwaliteit binnen een batch. Controle van een batch filtermateriaal vindt plaats voor afname

van de betreffende batch. Al deze maatregelen hebben al tot een aanzienlijke verbetering van de nauwkeurigheid geleid.

MFI als stuurparameter

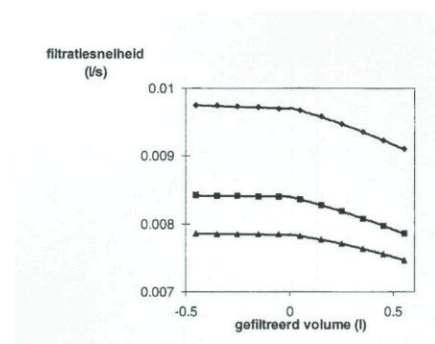
De laatste jaren wordt de membraanfiltratie-index in toenemende mate als sturingsparameter ingezet in productiebedrijven. Deze toepassing stelt hierdoor hoge eisen aan de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van de meting. Vandaar dat door de bedrijven variaties in MFI kritisch worden gevolgd.

Zo zijn door het laboratorium van de Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland in Nieuwegein in 1998 plotselinge veranderingen in de gemeten PC-MFI waargenomen die niet konden worden toegeschreven aan veranderingen in procesvoering en/of veranderingen in ruwwaterkwaliteit. Dit was de aanleiding om deze metingen nader te analyseren.

Relatie MFI en beginflux

Al eerder is door Schippers en Verdouw een verband aangetoond tussen schoonwaterflux en de MFI^{6,7}. De schoonwaterflux is echter geen bruikbare parameter als indicatie voor de individuele filterkwaliteit, omdat het vrijwel onmogelijk is om van elk filtertje deze

grootheid apart te meten voor elke MFI-meting. Om deze problemen te omzeilen wordt de schoonwaterflux niet gemeten maar berekend door extrapolatie naar $V=0$ van de eerste zes gemeten vuilwaterfluxen. De geëxtrapoleerde waarde wordt dan de beginflux genoemd. Door de extrapolatie wordt de invloed van de waterkwaliteit op de flux uitgesloten. In een afzonderlijk experiment (afbeelding 1) is aangetoond dat de geëxtrapoleerde waarde overeenkomt met de schoonwaterflux. Drie filters zijn eerst doorstroomd met deeltjesarm water (MFI kleiner dan 1) om de schoonwaterflux te meten, op $V=0$ is overgeschakeld op het leidingwater van Nieuwe-



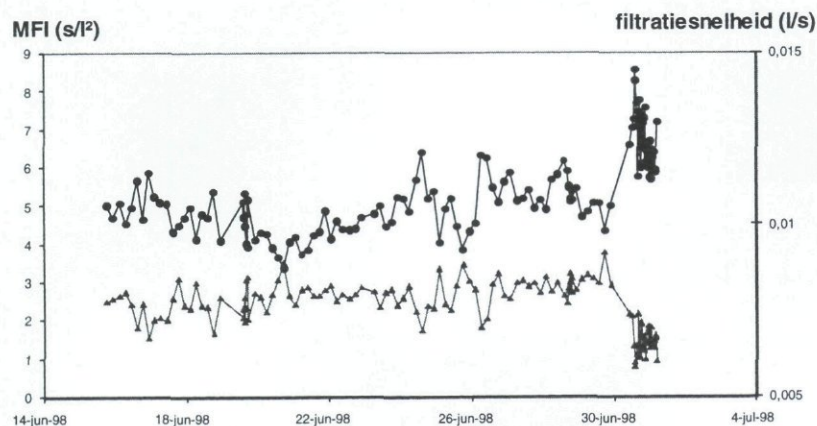
Afb. 1: De gemeten schoonwaterflux komt overeen met de geëxtrapoleerde waarde van de eerste zes vuilwaterfluxen. (De twee onderste lijnen komen overeen met filters met correctiefactor 0,9; de bovenste lijn met correctiefactor 1,2).

gein (MFI=20) en wordt in feite een normale MFI-meting gestart.

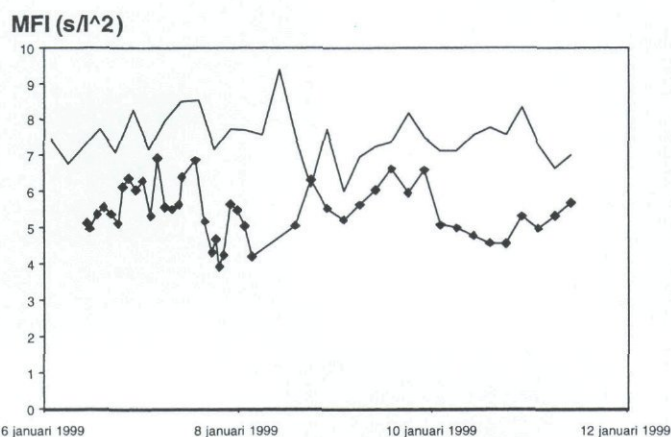
Bij analyse van de ruwe meetgegevens van een serie MFI-metingen gemeten door WRK in juni 1998 blijkt de plotselinge overgang in gemeten MFI* samen te vallen met een overgang in de gelijktijdig gemeten beginflux (afbeelding 2).

Niet alleen de grote sprong in MFI komt overeen met de sprong in beginflux, ook de andere fluctuaties vertonen duidelijke overeenkomsten met de veranderingen in de beginflux. In een andere rol zijn nog meer uitgesproken variaties in MFI geconstateerd. Het is onduidelijk hoe vaak kwaliteitsvariaties in de rollen voorkomen. Maar zelfs bij incidentele gevallen doen deze kwaliteitsvariaties afbreuk aan de betrouwbaarheid van de meting. Bij plotselinge veranderingen in gemeten MFI blijft namelijk altijd de onzekerheid of deze verandering veroorzaakt wordt door de water- of door de filterkwaliteit.

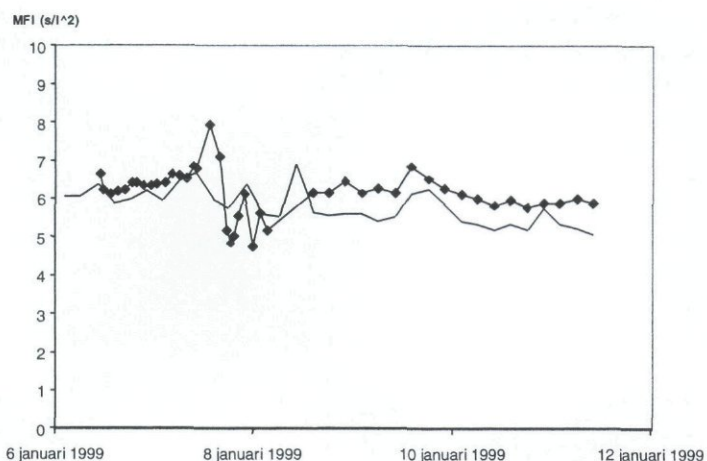
Deze bevindingen waren meer dan voldoende aanleiding om een onderzoek te starten naar de haalbaarheid van een correctiefactor per filter, gebaseerd op de gemeten beginflux. Een dergelijke correctie is aantrekkelijk, omdat de beginflux in de huidige appa-



Afb. 2: Tussentijdse veranderingen in de kwaliteit van het filtermateriaal** (rol 20) bij PC-MFI-metingen. De sprong op 30 juni is terug te vinden in een afname van de beginflux. (De bovenste lijn is MFI; de onderste is de beginflux).



Afb. 3: Metingen op een zelfde monsterpunt met twee PC-MFI apparaten (onderste lijn is PC-MFI A; bovenste lijn is PC-MFI B). De twee rollen hebben beide een correctiefactor van 0,9.



Afb. 4: De MFI-metwaarden na correctie op basis van de beginflux. (De blokjes geven PC-MFI A aan; de lijn PC-MFI B).

ratuur toch al geregistreerd wordt. De beoogde correctie kan door een eenvoudige aanpassing van het rekenprogramma gerealiseerd worden.

Uit bovenstaande metingen blijkt dat de huidige correctieprocedure op basis van drie ijkingen aan het begin van de rol nog ruimte laat voor variaties in de MFI-metingen binnen

die rol. Deze procedure voor het bepalen van correctiefactoren kan op dit punt niet verbeterd worden omdat een a-selecte steekproef niet mogelijk is, daar deze destructief is.

Om meer zekerheid te krijgen over de relatie tussen de beginflux en de gemeten MFI, heeft WRK met twee PC-MFI apparaten (PC-MFI A en B) tegelijkertijd op één monsterpunt gemeten. In dit experiment worden verschillen in waterkwaliteit en verschillen in watertemperatuur uitgesloten. Omdat de correctiefactoren van beide rollen ook gelijk zijn, is de verwachting dat de gemeten (ongecorrigeerde) MFI-waarden in beide meetapparaten gelijk zijn. Dit blijkt echter niet het geval: in afbeelding 3 is te zien dat de (ongecorrigeerde) MFI-waarden gemeten met PC-MFI A significant hoger liggen dan gemeten met PC-MFI B. Het verschil bedraagt ongeveer twee MFI-eenheden. Waarschijnlijk worden de verschillen veroorzaakt door de al eerder geconstateerde kwaliteitsvariates in één of in beide rollen.

Op basis van de beginflux kan via de volgende bewerking een correctie aan worden gebracht op de gemeten MFI. Als eerste pragmatische benadering is gekozen voor:

$MFI_{gecorrigeerd} = MFI_{gemeten} + (beginflux - beginflux_{gemiddeld}) / 1,85$. De factor 1,85 is bepaald uit het lineaire verband tussen $\blacktriangle$ MFI en $\blacktriangle$ beginflux. In deze eerste benadering wordt dus gecorrigeerd naar een gemiddelde MFI van de beide PC-MFI's. Dit is in dit geval noodzakelijk, omdat niet bekend is welk apparaat de juiste MFI meet en welke het afwijkende filtermateriaal bevat.

Uit afbeelding 4 blijkt dat deze eerste benadering al een sterke verbetering geeft van zowel de vergelijkbaarheid van de twee parallelle MFI-metingen als van de fluctuaties in de MFI-metingen in een apparaat.

In de toekomst moet de bovenstaande wijziging in de MFI-software worden ingebracht, zodat meteen gecorrigeerd wordt naar het standaard MFI-filtermateriaal met correctiefactor 1. Blijkt deze opzet te voldoen, dan is een vaste correctiefactor per rol niet meer nodig.

De toepasbaarheid van de beschreven correctie zal worden geëvalueerd met water van verschillende herkomst, voorbehandeling, temperatuur en MFI-waarde. Experimenten met twee parallelle PC-MFI's moeten voor dit doel op andere locaties herhaald worden. Uit deze metingen zal blijken of deze correctiemethode algemeen toepasbaar is.

Conclusies

- Door het steeds meer toepassen van de membraanfiltratie-index als stuurparameter bij de bedrijfsvoering worden hogere eisen gesteld aan de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van de meting;
- Er zijn duidelijke variaties geconstateerd in de MFI van het afgeleverde water van WRK I/II, die niet toe te schrijven zijn aan variaties in procesvoering en/of ruwwaterkwaliteit. Deze variaties zijn terug te voeren op variaties in de kwaliteit van het gebruikte filtermateriaal;
- De huidige correctie-procedure van filtermateriaal is ontoereikend om deze variaties in de PC-MFI-metingen te elimineren;
- Tussen de gemeten MFI en de beginflux blijkt (bij gelijke waterkwaliteit) een duidelijk verband te bestaan. Naarmate de beginflux hoger is, is de MFI lager;
- Correctie van de gemeten MFI op basis van de tegelijkertijd in hetzelfde filter gemeten beginflux is zeer veelbelovend;
- De voorgestelde correctiemethode verhoogt de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van de MFI-meting. Dit geldt zowel voor de PC-MFI meting als voor de handmatige MFI-meting;
- De betrouwbaarheid van de voorgestelde correctie moet nog op verschillende water-soorten worden getoetst voordat de methode algemeen ingang kan krijgen. 

LITERATUUR

- 1) Krul R. en J. Verdouw (1993). Selectie van nieuwe partij MFI-filters van leverancier Millipore. Kiwa-rapport SWI 93.129.
- 2) Krul R. en J. Verdouw (1993). Kwaliteit van MFI-filters van leverancier Pall. Kiwa-rapport SWI 93.136.
- 3) Schippers J. en J. Verdouw (1979). De membraanfiltratie-index als kenmerk voor de filtreerbaarheid van water. H₂O nr. 5, pag. 104-109.
- 4) Schippers J. en J. Verdouw (1980). The modified fouling index, a method of determining the fouling characteristics of water. Desalination pag. 137-148.
- 5) Schippers J. e.a. (1981). Predicting flux decline of reverse osmosis membranes. Desalination pag. 339-348.
- 6) Schippers J. (1989). Vervuiling van hyperfiltratiemembranen en verstopping van infiltratieputten. Proefschrift Technische Universiteit Twente.
- 7) Verdouw J. en G. Zweere (1990). Verslag van de workshop 'De membraanfiltratie-index (MFI) als kwaliteitsparameter'. Kiwa-rapport SWE 90.015.

NOTEN

- * De in dit artikel weergegeven MFI-waarden zijn niet gecorrigeerd voor correctiefactor of temperatuur.
- ** Alle gebruikte rollen zijn afkomstig van batch IB 8806.