



Marcel Boorsma, WLN water onderzoek en advies  
 Simon Dost, Waterleidingmaatschappij Drenthe  
 Sjack Klinkhamer, Waterleidingmaatschappij Drenthe  
 Jan Schippers, Global Membrains / UNESCO-IHE

# Monitoren en beheersen van biofouling en scaling op RO-membranen

Met het installeren van twee verschillende 'inline' monitoren kan een omgekeerde osmose-installatie in een vroeg stadium biofouling en scaling signaleren. Met de 'inline' biofoulingmonitor is aangetoond dat biofouling in de eerste trap zich hoofdzakelijk voordoet in het eerste element. Hierdoor wordt het criterium om te reinigen - bij het stijgen van de drukval van 15 procent - voor dit element veel eerder bereikt dan tot dusver is aangenomen. Reiniging dient dus eerder en frequenter te worden uitgevoerd om het risico dit eerste element te beschadigen te vermijden. Met de 'inline' scalingmonitor kan in een vroegtijdig stadium scaling in het laatste element van de tweede trap gesignaleerd worden. Toepassing van deze monitor opent de mogelijkheid om de antiscalantdosering en/of de recovery te optimaliseren. Gedurende het onderzoek - bij één van de units van een fullscale installatie - is de antiscalantdosering geleidelijk verlaagd en op een gegeven moment zelfs helemaal gestopt. Desondanks is geen scaling in het laatste element geconstateerd.

**B**ij een industriewaterfabriek van NieuWater BV in het zuidoosten van Drenthe werd de afgelopen jaren periodiek ernstige vervuiling van de omgekeerde osmose-membranen geconstateerd. Gevolg hiervan was een hoge frequentie van chemische reinigingen. Om meer inzicht te verkrijgen in het ontstaan van de vervuiling, is onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van inline monitoren. Uitgangspunt hierbij was het vroegtijdig kunnen signaleren van biofouling en scaling, zodat eventueel de dosering van bacterieremmende stoffen en antiscalant geoptimaliseerd kan worden. Voor dit onderzoek zijn twee inline monitoren ontwikkeld, geïnstalleerd en beproefd: de biofouling- en de scalingmonitor.

## Inline biofoulingmonitor

Uit diverse studies naar biofouling komt naar voren dat dit type vervuiling zich in veel installaties voornamelijk manifesteert als een verhoging van de drukval in het voeding-concentraatkanaal van spiraalgewonden membraanelementen<sup>1)</sup>. In de meeste gevallen bevindt het grootste deel van de biomassa zich in het eerste element van de eerste trap. Om deze aanname te toetsen is voor dit

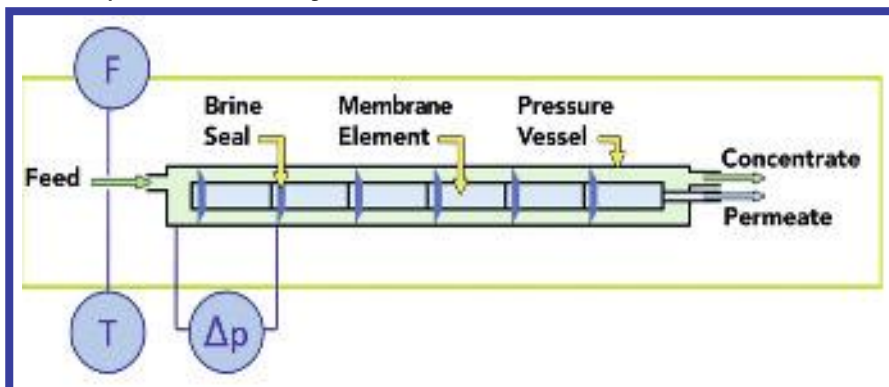
onderzoek de inline biofoulingmonitor ontwikkeld. In een drukbuis van de eerste trap is na het eerste element een aanboring gemaakt. Hierdoor is het mogelijk de drukval in het voeding-concentraatkanaal over het eerste element nauwkeurig te monitoren en te vergelijken met de drukval over de andere vijf elementen en de drukval over de gehele eerste trap. De drukval wordt vervolgens in de procesautomatisering weergegeven, genormaliseerd naar een temperatuur van 20°C (NPD). Biofouling kan hierdoor in een zeer vroeg stadium worden

gesignaleerd. Ook kunnen de effecten van een reiniging, dosering van bacterieremmende stoffen en ingrepen in de procesvoering nauwkeurig worden gevolgd. In afbeelding 1 is het principe van de inline biofoulingmonitor weergegeven.

## Scalingmonitor

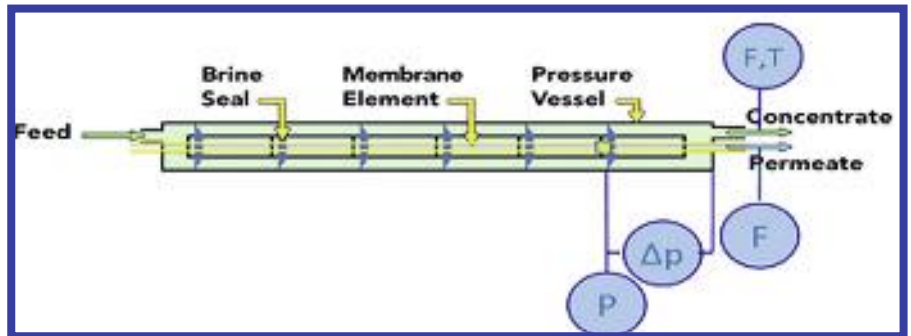
Scaling is het neerslaan van slecht oplosbare anorganische stoffen zoals calciumcarbonaat, calcium- en bariumsulfaat. Het wordt over het algemeen het eerst geconstateerd in het laatste element van de laatste trap.

Afb. 1: Principe van de inline biofoulingmonitor.

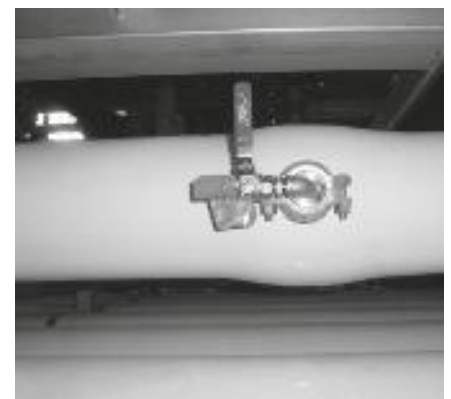


Speciaal voor de scalingmonitor is een aanboring gemaakt in een drukbuis van de tweede trap voor het laatste element. Op deze aanboring is een druksensor geplaatst, zodat het drukverschil over het laatste element kan worden gemeten. In de procesautomatisering is het drukverschil over dit laatste element genormaliseerd naar een temperatuur van 20°C, worden de gegevens in een grafiek gezet en gevolgd. Een toename van de drukval is een indicatie van het optreden van ernstige scaling. Behalve het drukverschil wordt ook de permeabiliteit (MTC) van het laatste element gevolgd. De productie van permeaat van het laatste element dient hiervoor separaat te worden gemeten. De permeaatafvoer van dit element is gescheiden van de voorgaande vijf andere elementen. Het is hiermee mogelijk de MTC van dit laatste element te vergelijken met de MTC van de gehele laatste trap. Een afname van de MTC in het laatste element is eveneens een indicatie voor het optreden van scaling.

Met behulp van deze inline scalingmonitor kan scaling in een zeer vroeg stadium worden gesignaleerd en het effect van een reiniging en ingrepen in de procesvoering nauwgezet worden gevolgd. Ook kan de antiscalantdosering en/of de recovery worden geoptimaliseerd. In afbeelding 2 is het principe van de inline scalingmonitor weergegeven.



Afb. 2: Principe van de inline scalingmonitor.

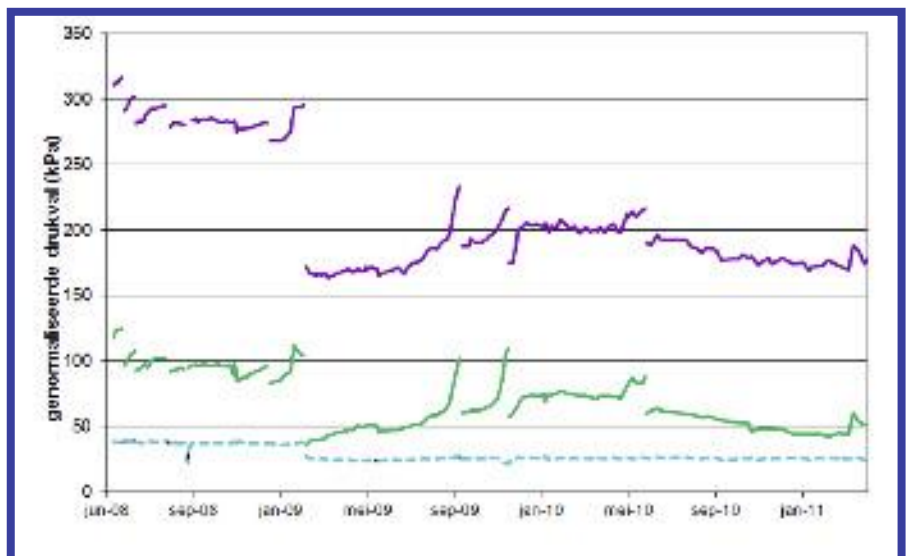


Een aanboring op een al bestaande installatie (de onderzoekslocatie van NieuWater bij Norit Klazienaveen) en één waarbij de sensor al is geïntegreerd in de drukbuis (nieuwe locatie NieuWater: Puurwaterfabriek te Emmen).

### Resultaten inline biofoulingmonitor

Doel van het ontwikkelen van een dergelijke monitor is een stuk gereedschap te hebben waarmee vervuiling beter en sneller is te signaleren/monitoren. In afbeelding 3 is het ontstaan van (bio)fouling in de eerste trap goed zichtbaar (paarse lijn, stijging drukval). Met behulp van de inline biofouling-monitor wordt duidelijk dat de geconstateerde vervuiling in de eerste trap zich grotendeels in het eerste element bevindt (groene lijn). Dit wordt pas echt goed zichtbaar bij de gemiddelde drukval over de overige vijf elementen (blauwe lijn), deze blijft gedurende de onderzoeksperiode stabiel.

De geconstateerde drukval over de eerste trap (vervuiling; biofouling) vindt voornamelijk over het eerste element plaats. Volgens opgave van de membraanleverancier mag de drukval over een element maximaal 69 kPa (0,69 bar) bedragen. Omgerekend betekent dit een maximale drukval over de eerste trap van 410 kPa (6 x 69 kPa). Afbeelding 3 toont dat de maximale drukval over de eerste trap ongeveer 300 kPa is geweest. Uit de grafiek blijkt ook dat de drukval over de niet vervuilde elementen gemiddeld 30 kPa bedraagt (licht blauwe stippellijn). De totale drukval over de gehele drukbuis is bij aanvang dus ongeveer 180 kPa (6 x 30 kPa). Wordt er van uitgegaan dat de drukval (lees vervuiling) over de zes elementen gelijk is verdeeld, dan dient bij een toename van de drukval met 15 procent ofwel circa 210 kPa te worden gereinigd (reinigingscriteria membraanleverancier). Uit dit onderzoek blijkt echter dat deze drukval geheel in het eerste element



Afb. 3: Genormaliseerde drukval over het eerste element (groen), de hele eerste trap (roze) en element 2 t/m 6 (licht blauw).

optreedt. De drukval in het eerste element is periodiek met maar liefst 330 procent toegenomen (tot 100 kPa versus 30 kPa). Er kan in dergelijke gevallen ernstige schade optreden en er dient dus veel eerder en frequenter te worden gereinigd.

Op basis van de resultaten is het niet mogelijk gebleken de (bio)fouling in een nog eerder stadium te constateren, de drukval over de gehele eerste trap vertoont eenzelfde beeld als de drukval over alleen het eerste element. Dit is toe te schrijven aan de hoge kwaliteit van de sensoren waarmee de drukval over de gehele eerste trap wordt gemeten.

### Resultaten inline scalingmonitor

Met behulp van de inline scalingmonitor

blijkt de werking van het laatste element van de tweede trap nauwkeurig te kunnen worden geregistreerd. Het continue volgen van de drukval en MTC van het laatste element en vergelijken met de drukval en MTC van de gehele laatste trap geeft vrijwel direct inzicht in het optreden van scaling in het laatste element.

Gedurende het onderzoek is in het laatste element geen scaling aangetoond, zowel de drukval als MTC bleven stabiel (zie afbeeldingen 4 en 5). De drukval van de gehele tweede trap is tijdens de onderzoeksperiode periodiek echter wel gestegen. Deze stijging van de drukval op de tweede trap is mogelijk veroorzaakt door (bio)fouling op het eerste element van de tweede trap.

Vanaf medio mei 2009 is - op de betreffende RO-installatie - gedurende een lange periode de antiscalantdosering gehalveerd (van ongeveer 3,5 naar circa 1,8 mg/l), zonder dat hiervan enig nadelig effect op de werking

van de RO-installatie is geconstateerd. De MTC en de drukval over zowel de hele tweede trap als het laatste element vertonen dezelfde trend. Vanaf eind mei 2010 tot oktober 2010 is op

de test-RO de antiscalantdosering helemaal gestopt, terwijl geen scaling optrad.

### Conclusies

De inline biofoulingmonitor heeft aangetoond dat de toename van de drukval die zich in de eerste trap van één van de RO-units voordeed (optreden van biofouling), zich voornamelijk manifesteert in het eerste element. Consequentie hiervan is dat de toelaatbare toename van de drukval over de elementen eerder wordt bereikt en dat de membranen eerder en frequenter gereinigd dienen te worden dan tot dusver is aangenomen.

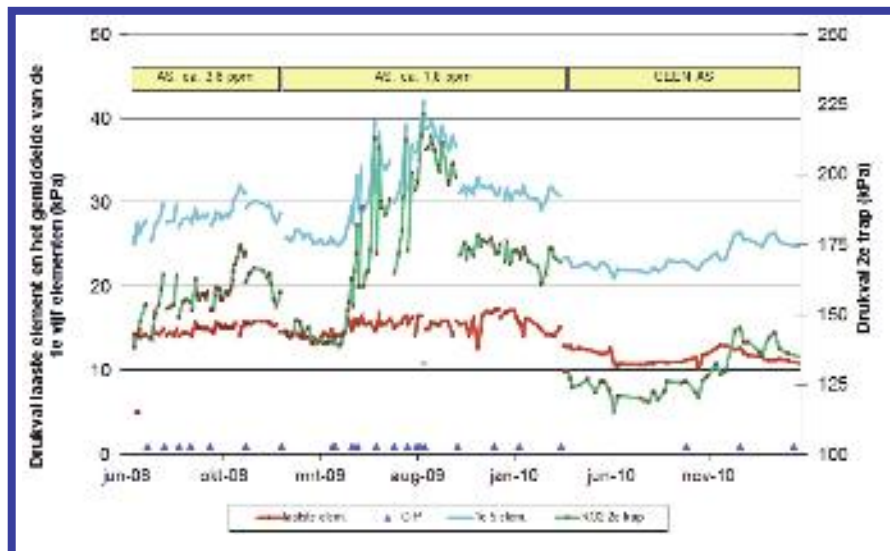
Met de inline scalingmonitor blijkt dat de permeabiliteit en de drukval over het laatste element van de tweede trap nauwgezet kan worden gevolgd. Het is dus goed gereedschap om in een vroegtijdig stadium scaling te signaleren.

Gedurende het onderzoek is de antiscalantdosering op één van de installaties geleidelijk verlaagd en uiteindelijk helemaal gestopt, terwijl geen scaling in het laatste element is geconstateerd. Het is dus goed mogelijk met de scalingmonitor de antiscalantdosering te optimaliseren. Ook kan eventueel de recovery worden geoptimaliseerd.

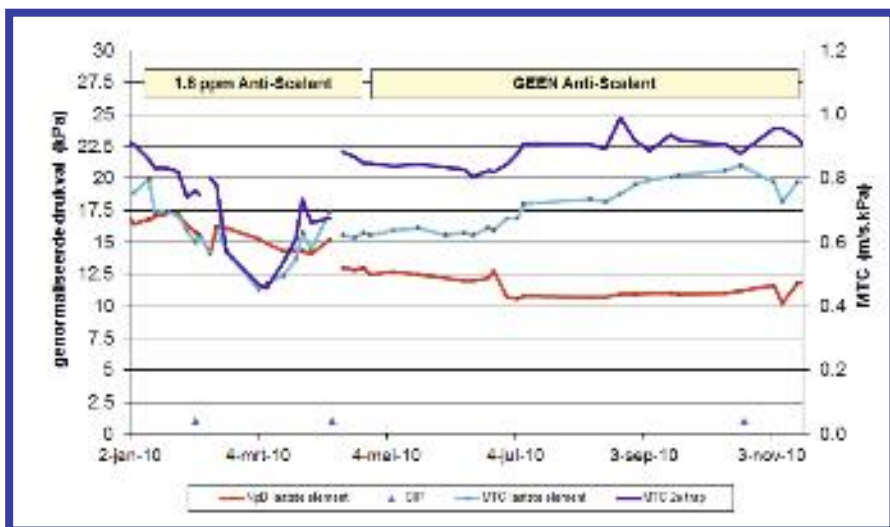
Inmiddels zijn alle drie RO-installaties van de industriewaterfabriek voorzien van scalingmonitoren. De omgekeerde osmose-installaties bij de Puurwaterfabriek te Emmen zijn eveneens uitgerust met de inline biofilm- en de inline scalingmonitor.

### LITERATUUR

Vrouwenvelder J., J. van Paassen, J. Kruihof en M. van Loosdrecht (2009). Sensitive pressure drop measurements of individual lead membrane elements for accurate early biofouling detection. J. Membr. Sci 338, pag. 92-99.



Afb. 4: Genormaliseerde NPD van het laatste element van de tweede trap (rood), over hele tweede trap (groen) en de gemiddelde NPD over de eerste vijf elementen (blauw).



Afb. 5: Genormaliseerde drukval (rood) en MTC van het laatste element van de tweede trap (licht blauw) en de MTC van de hele tweede trap (donker blauw).