



Bert Daamen

# Dynamische filtratie nieuw concept voor slibretentie

**De eerste stappen in de ontwikkeling van dynamische filtratie voor slibretentie in actiefslibsystemen zijn gezet. In 2002 is begonnen met experimenteel onderzoek op laboratoriumschaal en vanaf 2007 zijn de eerste opschalingsstappen uitgevoerd. Om de marktpotentie van dynamische filtratie te beoordelen, is onderzoek verricht ter vaststelling van de haalbaarheid van een hoge flux en een goede effluentkwaliteit bij een laag drukverschil.**

**D**ynamische filtratie is een nieuwe techniek voor slibretentie in actiefslibsystemen en biedt potentiële voordelen ten opzichte van bestaande technieken. Het voordeel ten opzichte van bezinking betreft een goede effluentkwaliteit met minder dan vijf mg/liter onopgeloste bestanddelen, een klein ruimtebeslag door compacte bouw (10 tot 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.uur) en plaatsing in een aeratietank en robuustheid voor wisselende slibkwaliteit (draadvormers en drijfslagen). Het voordeel ten opzichte van membraanfiltratie betreft lage investeringskosten door hoge fluxen en toepassing van eenvoudige materialen, een laag energiegebruik door lage drukval (< 50 cm H<sub>2</sub>O) en ondergedompelde uitvoering en lage beheerskosten (onderhoud en levensduur) door toepassing van robuust materiaal.

De onderzoeksresultaten tonen aan dat dynamische filtratie met een ondergedompelde vlakke-plaat-configuratie bij drukverschillen van vijf tot 15 cm H<sub>2</sub>O in actief slib leidt tot netto-fluxen van 100 tot 800 l/m<sup>2</sup>.uur en een effluentkwaliteit van 1 tot 5 NTU. Door middel van terugpulsen met filtraat is aangetoond dat fouling effectief beheersbaar is en dat gedurende de nog relatief korte filterlooptijden (tot vier uur) een stabiel fluxpatroon ontstaat. De resultaten zijn dusdanig, dat is besloten om dit jaar de (technisch-economische) haalbaarheid

verder te ontwikkelen voor toepassing in de Nederlandse rioolwaterzuivering.

## Effluentkwaliteit

De eerste experimenten zijn in 2002 uitgevoerd met een verticaal opgesteld tubevormig cross-flow doekfilter met interne beluchting voor verversing en *air-scour* op rwzi-slib (5,4 g/l, SVI 90 ml/g) bij 13 cm H<sub>2</sub>O verschildruk. Afbeelding 1 geeft het karakteristieke patroon van dynamische filtratie weer. Hierbij is gedurende een filterrun sprake van opbouw van een filterende koeklaag, die leidt tot een afnemende flux en een verbeterende filtraatkwaliteit.

Uit dit resultaat blijkt dat zonder enige optimalisatie reeds snel een efficiënt dynamisch filter wordt gevormd. In deze filterrun van drie uur worden fluxen hoger dan 70 l/m<sup>2</sup>.uur gerealiseerd en een filtraatkwaliteit die tenminste vergelijkbaar is met die van een nabezinktank. Met dit gegeven is vervolgens het accent gelegd op het optimaliseren van de flux in samenhang met het ontwerp en de operationele instellingen.

## Stapsgewijze ontwikkeling

Met als einddoel een vermarktbaar filtratiesysteem (een hoge flux en een minimum aan materiaalgebruik en bewerkingen) is uiteindelijk gekozen voor een configuratie met ondergedompelde vlakke platen. De stappen die hiertoe geleid hebben, zijn de volgende:

## Terugspoelen

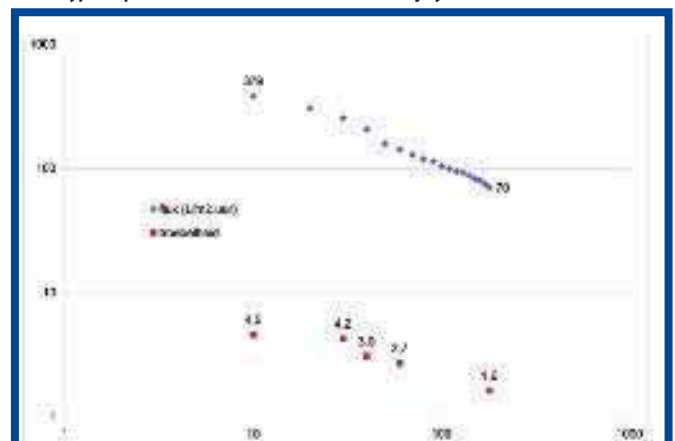
Bij gewenste hoge fluxen (hoger dan de kritische flux) is fluxdaling tijdens het filtratieproces onontkoombaar. Deze wordt veroorzaakt door verstopping van de poriën in het doek, de afnemende porositeit van de opgebouwde filterlaag (compressie en herschikking) en de toenemende koeklaagdikte. Periodiek terugspoelen leidt tot een hoge flux door beheersing van de laagdikte van het opgebouwde dynamische filter, de vervuiling van poriën in het filterdoek en een voldoende porositeit van het telkens opnieuw ververste dynamische filter.

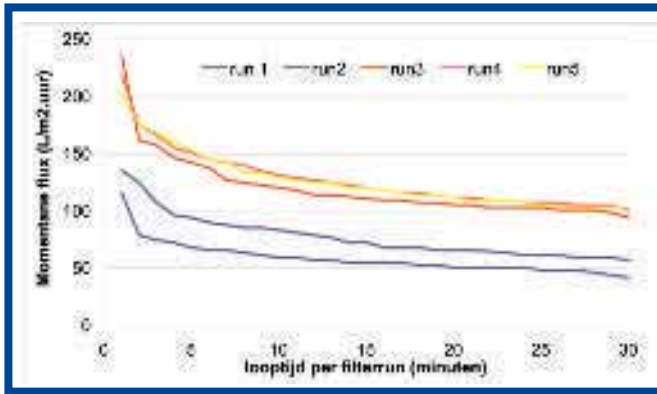
Uitgaande van een ondergedompelde vlakke-plaat-configuratie zijn testen uitgevoerd om te achterhalen of door middel

Dynamische filtratie is het proces waarin op een grofmazig dragermateriaal (typische porie-grootte 3 tot 500 µm) een filterende koeklaag wordt opgebouwd met een beduidend kleinere poriegrootte. De term 'dynamisch' refereert naar de veranderlijke structuur van de filterende koeklaag.

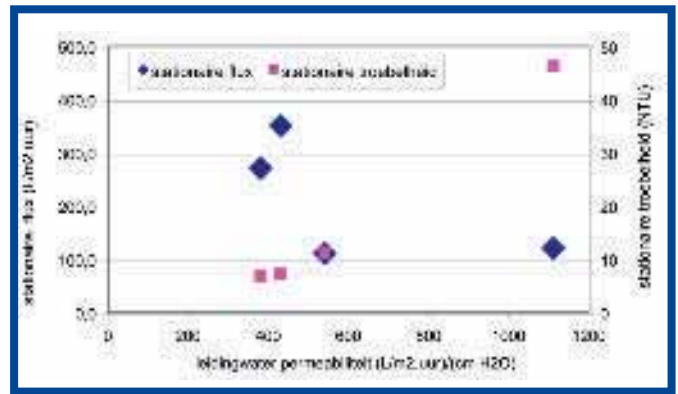
Ten opzichte van micro- en ultrafiltratie kenmerkt dynamische filtratie zich door hogere fluxen (tot 1.000 l/m<sup>2</sup>.uur), lagere drukval over het filter (1-50 cm waterkolom) en een minder goede filtraatkwaliteit (2-20 mg/l onopgeloste bestanddelen), doordat geen sprake is van een absolute barrière voor kleinere deeltjes.

Afb. 1: Typisch profiel van flux en filtraatkwaliteit bij dynamische filtratie.





Afb. 2: Fluxprofielen dynamische filtratie.



Afb. 3: Invloed van doeksoort (permeabiliteit) op flux en troebelheid bij 10 cm H<sub>2</sub>O drukverschil.

van terugspoelen een stabiele flux verkregen kan worden. In een testinstallatie met één ondergedompeld filterdoek van 22 cm lang en 12,5 cm breed (tweezijdig; 550 cm<sup>2</sup>) is teruggepulst met een kleine hoeveelheid filtraat (geschat op circa 5 l/m<sup>2</sup>.uur). In deze opstelling blijkt (bij 7 cm H<sub>2</sub>O verschildruk en 6,5 g/liter actief slib met SVI van 104 ml/g) dat het fluxprofiel in vijf opeenvolgende filterruns van elk een half uur te convergeren naar een stabiel patroon.

Ondanks het sterk dynamische verloop van een afnemende flux per filterrun blijkt telkens weer na circa drie filterruns een stabiel fluxpatroon te ontstaan. Hiermee is aangetoond dat inzet van terugspoelen door middel van korte, krachtige pulsen effectief is om fouling te beheersen. De tot nog toe verkregen testresultaten betreffen momentopnames gedurende maximaal vier uur en vereisen duurtesten om het beeld van foulingprocessen op, aan, in en binnen het filterdoek op te helderen.

#### Multifilamenteus filterdoek

Het terugspoelen van het filterdoek vereist vanwege zijn hoge permeabiliteit en benodigde verdeling van de puls over het filteroppervlak zeer hoge terugspoel-snelheden en leidt derhalve tot grotere mechanische krachten. Deze grote krachten tijdens het terugspoelen en de randvoorwaarde van een eenvoudige filterconfiguratie hebben geleid tot de keuze voor geweven multifilamenteus filterdoek als dragermateriaal voor het dynamische filter. Met verschillende geweven doekmaterialen is met ondergedompelde elementen van 60 cm<sup>2</sup> onderzoek gedaan op basis van kortdurende filtratieproeven gedurende 40 minuten, waarbij na een half uur een stationaire filtraatkwaliteit (troebelheid) werd bereikt. Een zeer open filterdoek met hoge permeabiliteit (monofilamenteus geweven doek met poriediameter 130 µm) leidt bij de hoogste initiële flux tot de laagste 'stationaire' eindflux en een aanzienlijke doorbraak van onopgeloste stof. Dit resultaat bevestigt de kwetsbaarheid van het gebruik van doek met een open poriestructuur naar een matige effluentkwaliteit (doorbraak zwevende stof) en een lage flux (verstopping in de doekporien).

Voor de overige geweven multifilamente filterdoeken (de drie meetpunten links in

afbeelding 3) was de permeabiliteit voor leidingwater een factor 10 tot 30 hoger dan bij actiefslibfiltratie onder stationaire effluentkwaliteitscondities. Dit onderbouwt het feit dat de weerstand voor filtratie voornamelijk ligt in de opgebouwde dynamische filterlaag.

Multifilamenteus filterdoek blijkt onder de gegeven condities de beste verhouding tussen flux en filtraatkwaliteit op te leveren, vergeleken bij monofilamenteus geweven filtermaterialen.

#### Ondergedompelde vlakke-plaat-configuratie

Uitgaande van een beschikbaar mechanisch robuust filterdoek is er voor gekozen om de hoeveelheid constructie- en dragermateriaal zoveel mogelijk te beperken. Dit heeft geleid tot de keuze voor een ondergedompeld filtratieconcept (filtratierichting van buiten naar binnen), waardoor de krachten voor het terugspullen voornamelijk opgevangen kunnen worden door het filterdoek zelf. Een ander voordeel is de minimale verstoring van de slibvlokstructuur en de lagere energiekosten voor rondpompen. Vanuit de beheersing van productiekosten is in dit stadium gekozen voor een minimale hoeveelheid bewerkingen per vierkante meter doek, hetgeen leidde tot het uitgangspunt van een vlakke-plaat-configuratie.

#### Opschaling en verdere ontwikkelingen

Van 2002 tot en met 2010 is de toepassing op meerdere aandachtspunten (doekkeuze, hydraulica, slibfiltratie en module-opbouw) en schaalgroottes (60 cm<sup>2</sup> tot 1,6 m<sup>2</sup>) ontwikkeld. Dit resulteerde in een dynamisch filtratieconcept met potentie. Nu is het concept gereed om op grotere schaal en continu beproefd te gaan worden in de praktijk van de Nederlandse rwzi.

Uitgaande van het thema 'de rwzi als energiefabriek' wordt binnen een door Agentschap NL gesubsidieerd consortium (KWR Watercycle Research Institute, TU Delft, STOWA, Waternet, Waterschap Brabantse Delta, Logisticon en Bert Daamen) dynamische filtratie ingezet als slibretentietechniek voor het optimaliseren van de A-trap en de slibvergisting. Als voortzetting op de gepresenteerde resultaten zullen op kleine (3 x 0,3 = 0,9 m<sup>2</sup>) en grotere pilotschaal (5 x 1,6 = 8 m<sup>2</sup>) duurtesten uitgevoerd worden.

Hierbij zal vanuit het onderzoeksthema 'de rwzi als energiefabriek' het concept van dynamische filtratie op de A-trap (alternatief voor tussenbezinking) en op laagbelast actief slib (alternatief voor nabezinking) verder ontwikkeld worden. Op de A-trap wordt onderzocht of meer organische stof afgevangen kan worden, hetgeen leidt tot aanzienlijke energiebesparing door vergroting van de biogasproductie in de slibvergisting en verlaging van de vereiste beluchtingsenergie in de B-trap. De eerste kortdurende filtratietesten op A-trap-slib zijn veelbelovend bij gemiddelde fluxen tussen 70 en 80 l/m<sup>2</sup>.uur bij slechts 7 cm H<sub>2</sub>O drukverschil, circa twee procent spoel(tijd)verlies en minder dan 2,5 mg/liter onopgeloste stof in het filtraat.

Voor de inzet van dynamische filtratie op een laagbelast actiefslibstelsysteem (B-trap) zal de technisch-economische haalbaarheid van het systeem onderzocht worden met als referentie de huidige stand der techniek, te weten nabezinking (met al dan niet nageschakelde mediumfiltratie) of membraanfiltratie.

Voor de inzet ten behoeve van slibretentie in de slibvergisting zal op laboratoriumschaal onderzoek verricht worden met een intern ondergedompeld en een extern cross-flow bedreven dynamisch filter.

Prototype van de ondergedompelde doekmodule (1,6 m<sup>2</sup>).

