



# Bestrijding van industrieel lichtslib kwestie van afwisseling

IR. ARJAN BORGER, TNO MILIEU, ENERGIE EN PROCESINNOVATIE

Het probleem met lichtslib in de communale sector is grotendeels opgelost. De toepassing van hoogbelaste zones, zoals selectoren, heeft hieraan een belangrijke bijdrage geleverd. Bij industriële zuiveringsinstallaties zijn de ervaringen met selectoren minder positief. De oorzaak hiervan is niet altijd duidelijk. Het hier beschreven onderzoek toont aan dat de toepassing van selectoren, mits goed ontworpen, wel degelijk grote kansen biedt bij het bestrijden van lichtslib in industriële actiefslib-installaties.

Slibbezinking, de laatste stap in het actiefslibproces, wordt vaak gezien als de achilleshiel van een afvalwaterzuiveringsinstallatie. Bij slechte bezinking treedt uitspoeling van slib op met verontreinigd effluent als gevolg. In extreme gevallen kan zelfs verlies van zuiveringscapaciteit optreden. Een goede bezinking van het slib is dus een absolute vereiste voor het halen van de effluenteisen.

Extreme groei van draadvormende bacteriën kan leiden tot verslechtering van de slibbezinking. Dit zogeheten lichtslib leverde in het verleden grote problemen op in zowel huishoudelijke als industriële zuiveringsinstallaties. Uitvoerig onderzoek, de bouw van selectoren en het verlagen van de slibbelasting hebben ertoe geleid dat het lichtslib-probleem in communale installaties grotendeels is opgelost. *Microthrix parvicella* is de enige draadvormer die in huishoudelijke systemen nog serieuze problemen veroorzaakt. Deze bacterie groeit echter voornamelijk 's winters en in het voorjaar en kan door een gerichte dosering van aluminium worden bestreden.

## De oplossing: eerst hamsteren, dan hongeren

In zijn algemeenheid wordt gesteld dat de aanwezigheid van een substraatgradiënt de kans op lichtslib aanzienlijk verkleint. De aanwezigheid van een substraatgradiënt in een afvalwaterzuivering houdt in dat een zone met een hoge substraatconcentratie gevolgd wordt door een zone met een lage substraatconcentratie. In de hoogbelaste zone worden influent

en retourslib in een dusdanige verhouding gemengd dat tijdelijk een zeer hoge concentratie voedingsstoffen aanwezig is (hoge vlokbelasting). Het substraataanbod is dusdanig hoog dat niet alle voeding op dat moment gebruikt kan worden. In zo'n situatie zal een selectie optreden, waarbij bacteriën die in korte tijd veel voeding kunnen 'hamsteren' een concurrentievoordeel hebben boven bacteriën die dat niet kunnen. Deze snelle opname van voedingsstoffen wordt biosorptie genoemd. Dit is in feite een verzamelaar voor een aantal biologische en fysisch-chemische processen die ertoe leiden dat verreweg het grootste deel van het beschikbare substraat in de vlok wordt vastgelegd. Generaliserend kan worden gesteld dat vlokvormende bacteriën wel in staat zijn tot een snelle biosorptie en (de meeste) draadvormers niet.

De opgenomen voeding wordt vervolgens verademd in de beluchtingruimte. In deze voedselarme omgeving hebben bacteriën die geen voeding hebben kunnen opslaan vrijwel geen substraat tot hun beschikking en zullen worden weggeconcentreerd.

Enkele uitvoeringsvormen van dit principe zijn:

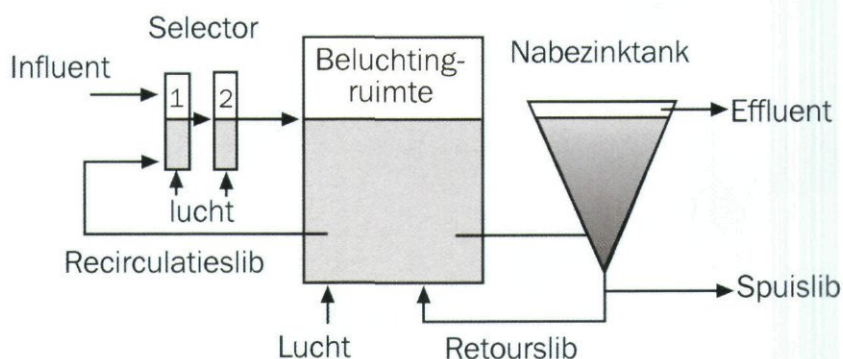
- een (hoogbelaste) selector gevolgd door een volledig gemengde beluchtingruimte;
- een propstroom-configuratie waarbij het eerste compartiment hoog wordt belast;
- een batchgewijze procesvoering waarbij de hoogbelaste vulperiode wordt gevolgd door een lager belaste verwerkingsperiode.

Aandachtspunten bij het ontwerp van een hoogbelaste zone zijn de contacttijd, de vlokbelasting en de aanwezigheid van compartimenten. Afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater kan een aerobe, anoxische of anaërobe hoogbelaste zone worden toegepast. Verder moet de verblijftijd in de beluchtingruimte voldoende groot zijn om al het opgeslagen substraat daadwerkelijk te verademen (regeneratie van de biosorptiecapaciteit).

## Selectoren niet altijd effectief

In industriële installaties is het lichtslib-probleem nog verre van opgelost. Ook in laagbelaste systemen met hoogbelaste eerste zone treedt lichtslib nog frequent op. Dit roept vragen op als: zijn selectoren in industriële installaties minder goed toepasbaar voor het bestrijden van licht slib? Is de afwijkende samenstelling van industrieel afvalwater ten opzichte van communaal afvalwater misschien de oorzaak van het falen van selectoren? Of zijn de selectoren niet goed ontworpen? Komen in industriële slibben draadvormers voor die niet met een traditionele selector kunnen worden bestreden? TNO-MEP heeft, in samenwerking met acht bedrijven (totaal tien afvalwaterzuiveringsinstallaties), een praktijkgericht onderzoek uitgevoerd om dit soort vragen te beantwoorden.

Afb. 1: Schematische weergave van de proefinstallatie.





### Nog steeds veel draadvormende bacteriën

Als eerste zijn de tien deelnemende zuiveringsinstallaties doorgelicht. Verder is gedurende een jaar maandelijks de kwaliteit van het slib uit de installaties bepaald. Hiervoor is de standaardmethode van Eikelboom gebruikt. Voor het bepalen van het aantal draden is de filament-index (FI) gebruikt, met een schaal van 0 (geen draden) tot 5 (zeer veel draden). Vijf installaties bevatten gedurende de gehele onderzoeksperiode veel draden (FI = 4), in twee installaties was de populatie beperkt (FI = 3) en in drie installaties fluctueerde de populatie sterk in omvang (FI 1-5). Dit geeft aan dat de groei van draadvormende micro-organismen in industriële AWZI's nog steeds een veelvoorkomend verschijnsel is.

### Praktijk: substraatgradiënt leidt tot hoge biosorptiesnelheid

Bij twee van de deelnemende AWZI's is reeds een hoogbelaste zone in de proceslijn opgenomen. Verwacht werd dan ook dat deze slibben een hoge biosorptiesnelheid zouden hebben. Om dit te onderzoeken is de biosorptiesnelheid bepaald door in een belucht vat influent en retourslib met elkaar te mengen en vervolgens de concentratie opgelost-CZV te volgen in de tijd. De mengverhouding tussen influent en slib is steeds zo gekozen dat de situatie in het hoogbelaste deel van de betreffende AWZI zo goed mogelijk wordt nagebootst (vergelijkbare vlokbelading). De meting van de biosorptiesnelheid in de twee AWZI's met substraatgradiënt gaf de volgende resultaten:

- installatie 1 (aardappelverwerker). De biosorptiesnelheid van dit slib is hoog. Na menging van influent en slib wordt gedurende 30 minuten ongeveer 80 procent van het opgelost CZV vastgelegd. In de proceslijn van deze AWZI is een goed ontworpen

selector in de proceslijn opgenomen. Gedurende het onderzoek werden nauwelijks draadvormende micro-organismen in het slib waargenomen (FI = 2,5); installatie 2 (zuivelbedrijf). Ook dit slib heeft een hoge biosorptiesnelheid: gedurende 30 minuten wordt 92 procent van het opgelost CZV opgenomen. Deze installatie heeft een propstroomconfiguratie, waarbij het eerste deel van de beluchtingruimte hoogbelast wordt. Door de afwezigheid van compartimenten en een zeer lage zuurstofconcentratie in de hoogbelaste zone is echter geen sprake van optimale selectorcondities. Hierdoor kwamen tijdens het onderzoek frequent veel draden voor in het slib. In deze experimenten kan de aanwezigheid van een substraatgradiënt gekoppeld worden aan een hoge biosorptiesnelheid. Verder blijkt dat een hoge vlokbelading op zich niet voldoende is en dat het ontwerp van de selector doorslaggevend kan zijn voor de effectiviteit bij het bestrijden van draadvormende bacteriën.

### Experimenten: substraatgradiënt leidt tot betere slibbezinking

Het effect van een substraatgradiënt op de bezinkbaarheid van industrieel actiefslib is op

locatie onderzocht met behulp van proefinstallaties (zie afbeelding 1). De proefinstallatie bestaat uit een gecompartmenteerde, beluchte selector (twee tot vier compartimenten), een volledig gemengde beluchtingruimte (setpoint 2 mg O<sub>2</sub>/l) en een nabezinktank.

Aan het begin van de proefperiode is de installatie geënt met slib uit de AWZI. Het influent van de proefinstallatie is onttrokken aan de influenttoevoer van de full-scale AWZI; de slibbelasting was steeds vrijwel gelijk aan die in de full-scale installatie. Gedurende de proefperiode van gemiddeld 15 weken zijn de slibkwaliteit, bezinkbaarheid en de biosorptiesnelheid tweewekelijks bepaald. Daarnaast is de proefinstallatie opgenomen in het standaardanalyseprogramma voor de full-scale AWZI. In totaal zijn deze experimenten op vier locaties uitgevoerd.

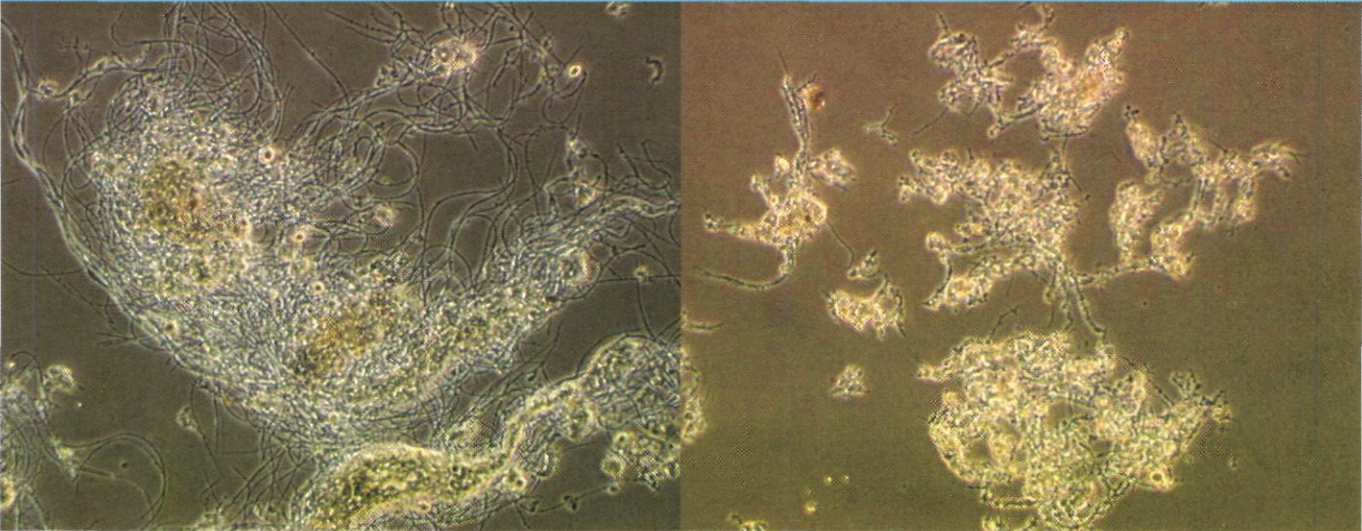
De resultaten met de proefinstallaties worden samengevat in tabel 1. De foto's tonen de afname van het aantal draadvormers in proefinstallatie 3.

In alle gevallen daalde de SVI gedurende de proefperiode significant. De hogere SVI bij installatie 6 na week 11 werd veroorzaakt door

Tabel 1. Overzicht van de FI, SVI en de verandering van de biosorptie in de proefinstallaties.

|                                | filament-index (-) |               | SVI (ml/g) |               | biosorptie<br>snelheid<br>na, t.o.v. voor |
|--------------------------------|--------------------|---------------|------------|---------------|-------------------------------------------|
|                                | voor               | na            | voor       | na            |                                           |
| installatie 3 (chemieconcern)  | 5                  | 2,5           | 216        | 120           | hoger                                     |
| installatie 4 (agro-industrie) | 4,5                | 3             | 242        | 147           | gelijk                                    |
| installatie 5 (bierbrouwerij)  | 5                  | 2             | 229        | 90            | gelijk                                    |
| installatie 6 (chemieconcern)  | 4                  | 3,5 (week 11) | 168        | 96 (week 11)  | gelijk                                    |
|                                |                    | 4,5 (week 16) |            | 200 (week 16) |                                           |

Slib uit full-scale installatie 3 (links) en de proefinstallatie (rechts) na afloop van de proefperiode.





technische problemen met de proefinstallatie. Uit de problemen kon wel worden geconcludeerd dat het ontwerp van de selector en de beluchtingruimte goed op elkaar afgestemd moeten worden om een positief effect op de slibbezinking te bereiken. Alleen bij installatie 3 kon de verbetering van de slibkwaliteit worden gekoppeld aan een hogere biosorptie in de selector. Bij de overige drie installaties was dit verband niet aanwezig.

## Discussie

De aanwezigheid van een substraatgradiënt in de proefinstallaties leidt in alle onderzochte gevallen tot een duidelijke verbetering van de slibbezinking en tot een afname van het aantal draadvormende micro-organismen. Voor de praktijk is dit het belangrijkste resultaat van het onderzoek. Hieruit blijkt namelijk dat selectorsystemen ook bij industriële AWZI's effectief kunnen zijn bij de bestrijding van lichtslib en dat de afwijkende samenstelling van het afvalwater hierbij geen belemmering vormt. Verder kan worden afgeleid dat een onjuist ontworpen selector de groei van draadvormende bacteriën niet kan voorkomen. De vlokbelading, verblijftijd en de zuurstofvoorziening in de selector zijn van doorslaggevende betekenis. Verder dient bij het ontwerp en beheer van een selector terdege verder rekening gehouden te worden met de samenstelling van het afvalwater op locatie. Of het falen van selectoren bij industriële AWZI's veroorzaakt wordt door onjuist ontwerp danwel beheer is een onderwerp voor nader onderzoek.

Bij één van de proefinstallaties kan de verbeterde slibkwaliteit worden gekoppeld aan een hogere biosorptiesnelheid. Voor de andere drie installaties ontbreekt een verklaring, maar er lijkt een correlatie te zijn met de voorbehandeling van het afvalwater. Het afvalwater van

de installaties 1,2 en 3 ondergaat geen anaërobe voorbehandeling en hier resulteert de aanwezigheid van een substraatgradiënt in een hoge(re) biosorptiesnelheid. Bij de installaties 4, 5 en 6 wordt het afvalwater anaëroob voorbehandeld in een UASB. Mogelijk is bij deze installaties de opname van andere componenten dan opgelost CZV van doorslaggevende betekenis. Het is bekend dat de groei van sommige typen draadvormers (0041, 0092) bevordert wordt door de aanvoer van ruw, niet-voorbezonden afvalwater. Dit impliceert groei op niet-opgeloste verbindingen. Het is mogelijk dat verwijdering van niet-opgeloste verbindingen in de selectoren van de proefinstallaties leidt tot een reductie van het aantal draden in het slib.

Het is opvallend dat in de proefinstallaties, ondanks de aanwezigheid van een volledig gemengde beluchtingruimte, toch een vermindering van het aantal draden waarneembaar is. Het influent wordt in een volledig gemengd systeem momentaan vermengd met de gehele inhoud van de beluchtingruimte. De hierdoor ontstane lage substraatconcentratie biedt draadvormende micro-organismen een concurrentievoordeel. In het algemeen zijn dit soort gemengde systemen gevoelig voor het ontstaan van lichtslib. Blijkbaar is in de proefinstallaties de aanwezigheid van een selector voldoende om dit te voorkomen.

Het feit dat de oorspronkelijk aanwezige draadvormers in aantal afnemen, is niet verwonderlijk. De procesomstandigheden in een proefinstallatie wijken immers per definitie af van die in een full-scale AWZI. Het is wel opvallend dat deze afname niet gepaard ging met een toename van andere, 'nieuwe' draadvormers die beter zijn aangepast aan de heersende omstandigheden. Dit wijst erop dat de

omstandigheden in de proefinstallatie daadwerkelijk ongunstig zijn voor draadvormers.

## Conclusies

Uit de resultaten worden de volgende conclusies getrokken:

- Introductie van een substraatgradiënt leidt tot een betere slibbezinking in alle proefinstallaties;
- Bij AWZI's zonder anaërobe voorbehandeling kan dit worden gekoppeld aan een snelle(re) biosorptie in de selector;
- Bij AWZI's met anaërobe voorbehandeling ontbreekt de verklaring vooralsnog.

Geconcludeerd wordt dan ook dat de toepassing van een selector, mits goed ontworpen, toch een belangrijke bijdrage kan leveren aan het bestrijden van industrieel lichtslib. 

---

## LITERATUUR

Eikelboom D. (1999). Procesbewaking door microscopisch slibonderzoek. TNO-rapport R 99/057.