

Licht slib, niet licht

Een slechte bezinking van actief slib is een vervelend procestechnologisch probleem dat vaak leidt tot uitspoeling van zwevende stoffen naar het effluent en operationele problemen in de installatie. Een regelmatige microscopische slibcontrole vormt een onontbeerlijk instrument voor het tijdig signaleren en het adequaat bestrijden van dergelijke problemen. In dit artikel worden oorzaken en gevolgen geanalyseerd en een aantal bestrijdingsmogelijkheden aangereikt.

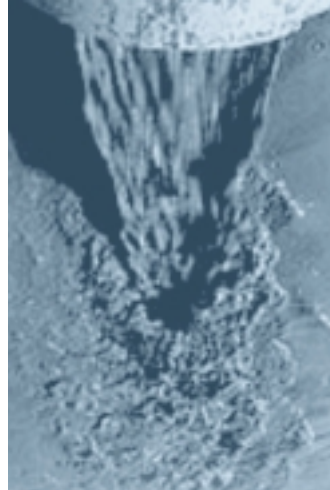
Tabel 1. Specifieke factoren bepalend voor de samenstelling van actief slib

procesomstandigheden	▶	slibbelasting
	▶	slibleeftijd
	▶	opgeloste zuurstofconcentratie
	▶	aanwezigheid van anoxische of anaërobe zones
	▶	alternerende anoxische/aërobe procesomstandigheden
	▶	influentregime
samenstelling van het afvalwater	▶	aard van het substraat (opgelost of colloïdaal, gemakkelijk of traag afbreekbaar)
	▶	eventuele stikstof- of fosfordeficiëntie
	▶	de aanwezigheid van gereduceerde zwavelverbindingen
	▶	hydrofobe substraatconcentraties
	▶	pH van het afvalwater
	▶	Saliniteit Temperatuur

De samenstelling van actief slib

Wanneer we de structuur van actief slib bekijken, kunnen twee niveaus onderscheiden worden: de micro- en de macrostructuur. De microstructuur komt tot stand door processen van microbiële adhesie, aggregatie en bioflocculatie. De macrostructuur van actief slibvlokken wordt verleend door draadvormige (filamenteuze) micro-organismen. Zij vormen het netwerk waar rond de actief slibvlokken opgebouwd worden. Goed bezinkende vlokken bezitten een gunstig evenwicht tussen micro- en macrostructuur of met andere woorden een gebalanceerde groei van vlokvormende en filamenteuze micro-organismen. Naast het belang van dit evenwicht tussen de verschillende bacteriepopulaties zijn ook metazoa en protozoa (de zogenaamde microfau-na) bepalend voor de vlokstructuur. Deze organismen voeden zich voornamelijk met bacteriecellen die los in de vloeistof of aan de randen van de vlokken aanwezig zijn. Ze verwijderen op die manier bacteriën die nauwelijks of niet vlokgebonden zijn en dus niet of moeilijk via bezin-

over te gaan !



king van het gezuiverde water kunnen gescheiden worden. Zij zorgen voor een verdergaande zuivering van het afvalwater en een lage CZV-concentratie in het effluent.

De samenstelling van microfauna, vlokvormende en filamenteuze populatie wordt beïnvloed door een heleboel omgevingsfactoren: competitie tussen verschillende species om het beschikbare substraat, operationele condities, seizoensgebonden effecten, temperatuur, procesconfiguratie en zo verder. Tabel 1 bevat een lijst van specifieke factoren die bepalend kunnen zijn voor de samenstelling van een actief slib.

Een overdreven dominantie van bepaalde micro-organismen kan aanleiding geven tot bezinkingsproblemen. Deze zijn in de meeste gevallen het gevolg van bulking (licht slib) en drijfslaagproblemen. Andere, minder frequent voorkomende problemen zijn disperse bacteriegroei, defloculatie van de biomassa, pinpoint vlokken en opdrijvend slib door denitrificatie in de nabezinktank.

Bulking of licht slib

Aangezien de populatiesamenstelling van actief slib wordt bepaald door de kwaliteit van het afvalwater en de procesomstandigheden in de zuiveringsinstallatie, is ze per definitie variabel en beïnvloedbaar. Onder normale omstandigheden heerst er een sterke competitie om substraat tussen de micro-organismen in een actief slib systeem. De soorten die het grootste gedeelte van het schaarse voedsel opnemen, zullen binnen de populatie domineren. Daarnaast kan de aanwezigheid van speciale componenten in het afvalwater de groei van bepaalde species extra stimuleren. Bulking problemen worden klassiek veroorzaakt door een overdreven aangroei van filamenteuze micro-organismen of door een excessieve pro-

ductie van exocellulaire polymeren (slijmstoffen) door Zoogloea-organismen.

1. Zoogloea-bulking

Zoogloea's zijn bacteriën die gedispergeerd zijn in een slijmachtige matrix met een groot waterbindend vermogen. De vlokken krijgen daardoor een volumineus karakter zodat hun dichtheid gevoelig wordt verlaagd. Een proliferatie van Zoogloea-kolonies kan resulteren in een viskeus actief slib met slechte compactatie- en bezinkings-eigenschappen.

Meestal liggen een aantal individuele of gecombineerde factoren aan de basis:

- stootbelastingen van gemakkelijk biodegradeerbaar substraat;
- afvalwater dat rijk is aan gemakkelijk biodegradeerbaar opgelost substraat en hoge concentraties vet en olie bevat;
- een hoge slibbelasting;
- nutriëntdeficiëntie, meestal een gebrek aan stikstof, fosfor en/of micro-elementen zoals ijzer;
- bepaalde selector systemen;
- zeer hoge respiratiesnelheden;
- lage pH waarden.

Het fenomeen van Zoogloea-bulking kan niet naar behoren gecontroleerd worden door toevoegen van polymeren of door chemische bestrijding met chloor of H₂O₂. Ook het doseren van bepaalde voedingssupplementen blijkt in praktijkomstandigheden meestal niet in een opvallende regressie van de kolonies te resulteren. De meest efficiënte maatregel bij de preventie en controle van Zoogloea-bulking is het streven naar steady-state condities door het tijdig voorkomen en signaleren van stootbelastingen. Accidentele lozingen uit de productie moeten daartoe ten allen tijde gesignaleerd worden. Een nauwgezette procescontrole is hoe dan ook onmisbaar.

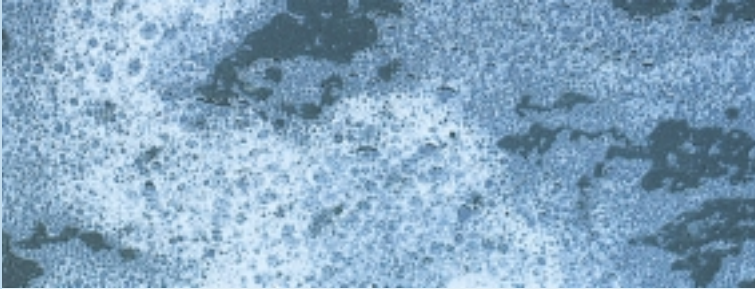
2. Filamenteuze bulking

Draadvormende micro-organismen behoren tot de normale slibpopulatie. Van de dertig bekende soorten (voornamelijk bacteriën), veroorzaakt een tiental frequent operationele problemen. Wanneer draadvormers in excessieve hoeveelheden aanwezig zijn, gaan ze door hun lengte en hun robuust karakter interfereren in het bezinkingsproces.

Gelet op de specifieke morfologische en fysiologische kenmerken van de filamenteuze micro-organismen zijn groeilimiterende omstandigheden voordelig in hun concurrentiestrijd met andere micro-organismen om het gelimiteerde substraat. De groeilimiterende factor kan zowel een lage koolstofconcentratie zijn (bijvoorbeeld in volledig gemengde systemen) als een ontoereikende zuurstof-, stikstof- of fosforconcentratie. In een specifieke waterzuiveringsinstallatie is de filamenteuze populatie afhankelijk van de aard van het te behandelen afvalwater. Zo zal een hoge concentratie aan opgeloste, snel biodegradeerbare verbindingen bepaalde draadvormende types selecteren. Andere hebben dan weer een hoge affiniteit voor zwavelverbindingen. De voornaamste oorzaken van filamenteuze bulking staan samengevat in Tabel 2.

Tabel 2. De voornaamste oorzaken van filamenteuze bulking

- ▶ lage opgeloste zuurstofconcentratie
- ▶ hoge slibleeftijd
- ▶ lage slibbelasting
- ▶ aanwezigheid van gereduceerde zwavelverbindingen
- ▶ nutriëntdeficiëntie
- ▶ lage pH



Bij de bestrijding van filamenteuze bulking kunnen volgende methoden worden toegepast:

► **symptoombestrijding.** Deze methode spitst zich enkel toe op een verbetering van de bezinkingseigenschappen door toevoeging van chemicaliën:

- ijzer- of aluminiumzouten (coagulantia), resulterend in een verandering in het elektrisch evenwicht van de vloeistof;
- talk, resulterend in een gewichtstoename van de actief slibvlokken;
- poly-electrolieten, resulterend in een toename van de grootte van de geagglomerde slibvlokken;
- selectieve chemische bestrijding met Cl (vaak onder vorm van natrium-hypochloriet) of H₂O₂. Hierbij moet men erg opletten voor overdosering. Dit kan immers aanleiding geven tot afsterven van de volledige slibpopulatie;

► **remediëring via een aanpassen van de procesparameters** (verhogen of verlagen van de zuurstofconcentratie, aanpassing van het spuislibdebiet om de slibbelasting en de slibleeftijd te wijzigen);

► **selectief bevoordelen van de vlokvormende bacteriën** ten opzichte van de draadvormers in hun competitie om het beschikbare substraat :

- vermijden van alle groei limiterende omstandigheden tijdens de mengfase van biomassa en afvalwater. Op die manier worden vlokvormende bacteriën geselecteerd die een snelle opname van het substraat kunnen realiseren;
- creëren van anoxische of anaërobe condities op de plaats waar het afvalwater gemengd wordt met de biomassa (filamenteuze micro-organismen kunnen niet groeien in afwezigheid van zuurstof). In praktijk wordt deze selectie doorgevoerd door de volledige afvalwaterstroom eerst in contact te brengen met een relatief klein volume slib in een afzonderlijke tank (de "selector"), waardoor een zogenaamde hoge vlokbelasting wordt gerealiseerd en koolstof limitatie tijdelijk wordt geëlimineerd. Drie verschillende uitvoeringen van de selector zijn mogelijk. Deze zijn samengevat in Tabel 3. Het eerste deel van een propstroomreactor kan eveneens dienst doen als selector.

► **toevoeging van biosupplementen :**

Als microscopisch onderzoek ontbreekt bij de procesopvolging van de waterzuiveringsinstallatie, wordt de toename van het aantal draden pas gesignaleerd als de bezinkingseigenschappen van het slib overduidelijk beginnen te verslechteren. Aangezien de bacteriële ontwikkeling logaritmisch is, neemt het slibvolume eerst geleidelijk maar vervolgens zeer snel toe. Dit is de reden waarom procesbeheerders, die het slib enkel controleren door middel van SVI-bepalingen, vaak "overvallen" worden door het optreden van licht slib. Via routinematig onderzoek kan de toename van draden eerder gesignaleerd worden, waardoor tijdig maatregelen kunnen getroffen worden.

Drijfslagen

Drijfslagen kunnen ontstaan onder invloed van bepaalde micro-organismen (nocardioformen) of door denitrificatie in de nabezinktank.

1. Nocardia

Nocardia is een filamenteus micro-organisme dat drijfslagen vormt. De filamenten van Nocardia komen voor in de vorm van vertakte draden. Het hydrofobe karakter van deze draadvormers in het actief slib systeem zal ervoor zorgen dat luchtbelletjes zich gaan hechten aan de vertakkingen, wat aanleiding geeft tot flotatie. De aanwezigheid van hydrofobe substraten (vetten, oliën) en surfactanten (oppervlakte-actieve stoffen) stimuleert bovendien de groei van Nocardia en stabiliseert de aanwezige drijfslaag. Eens gevormd kan een drijfslaag beschouwd worden als een voortdurend inoculum van Nocardia. Drijfslagen als gevolg van Nocardia zouden theoretisch kunnen geëlimineerd worden door de MLSS-concentratie te verlagen, vermits deze traaggroeiende micro-organismen een relatief lange slibleeftijd nodig hebben om zich te kunnen handhaven in een actief slibstelsel.



Drijfslaag Nocardia Amarae (Foto: S. Heyvaerts)

Het selectief verwijderen van drijfslagen is echter de meest efficiënte maatregel. Chlorering, additie van ijzerzouten en/of antischuimmiddelen en besproeien van drijfslagen kunnen niet als effectieve bestrijdingstechnieken weerhouden worden.

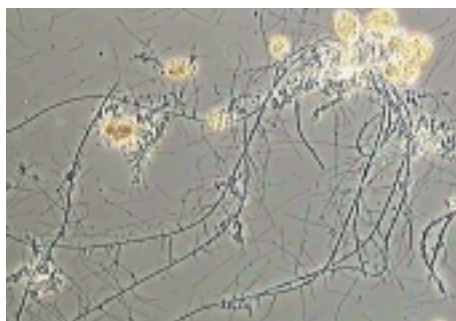
2. Denitrificatie

Door een onvoldoende verwijdering van de nitraten in het actief slibstelsel, kunnen denitrificatie processen geïnduceerd worden in de nabezinktank. Het hierbij gevormde stikstofgas hecht zich aan de slibvlokken die zullen opstijgen naar de oppervlakte van de nabezinktank. De enige afdoende maatregel om denitrificatie in de nabezinktank te vermijden is te streven naar een hoger denitrificatie rendement in de beluchtingsbekkens. Beluchten van de biomassa tijdens het transport

naar de nabezinktank – zuurstof remt immers de denitrificatie af - is meestal niet voldoende om de denitrificatie afdoende te vertragen.

Gedispergeerde groei en pin point vlokken

Grote hoeveelheden losse bacteriecellen en kleine aggregaten (= gedispergeerde groei) in het actief



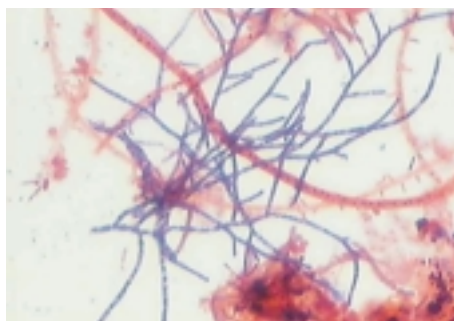
Fl 6 FC 100x (Foto: S. Heyvaerts)

slib zullen aanleiding geven tot een troebel effluent. Bij observatie van de bezinking in een maatcilinder uit zich dit door de aanwezigheid van een slibspiegel en een troebel supernatant. Verschillende factoren kunnen aan de basis liggen van dit fenomeen:

- ▶ slechte vlokvorming, voornamelijk wanneer het slib zich ontwikkelt op snel biodegradeerbaar, sterk organisch vervuild industrieel afvalwater. Ook stootbelastingen kunnen hiertoe aanleiding geven;
- ▶ dissociatie van de slibvlok als gevolg van:
 - mechanische stress (onder invloed van

krachtige beluchtingssystemen zoals bijvoorbeeld oppervlaktebeluchters);

- de aanwezigheid van traag biodegradeerbare surfactanten;
- de aanvoer van chelerende verbindingen die tweewaardige ionen onttrekken aan de slibvlok waardoor deze desintegreert;
- de aanwezigheid van toxische stoffen (voornamelijk zware metalen).



Nocardioformes F 1000x (Foto: S. Heyvaerts)

De bestrijding van gedispergeerde groei is specifiek voor elke waterzuiveringsinstallatie. Vaak liggen een onoordeelkundig ontwerp, overbelasting van de installatie of een slechte werking van de voorbehandeling aan de basis.

Pin point vlokken

Pin point vlokken zijn vlokken met een gebrekkige macro-structuur door het vrijwel volledig ontbreken van filamenteuze micro-organismen. Pin point vlokken zijn kleine, bijna ronde en zwakke vlokken

die gemakkelijk dissociëren. Ze ontstaan in de meeste gevallen als gevolg van een zeer lage organische belasting maar kunnen ook het resultaat zijn van chemische interferentie, bijvoorbeeld in industriële actief slibinstallaties. De bestrijding is specifiek voor elke wzi en dient aangepast te worden aan de exploitatieomstandigheden van de installatie.



Type 021N (FC 1000x) (Foto: S. Heyvaerts)

Besluit

Veel leed op de WZI kan worden bespaard wanneer men er zich van bewust is dat een waterzuivering geen tank vol slib is, maar een bioreactor met micro-organismen. Micro-organismen werken vierentwintig uur per dag en zeven dagen per week, maar ze doen dit wel in hun eigen tempo. Aanpassingen en wijzigingen in de slibpopulatie kosten meestal veel tijd: geduld is dus ook in deze zaak een schone deugd.

S. Heyvaerts, Biotech Engineering – Edingen

Tabel 3. Selectoruitvoeringen en bijhorende controlestrategieën

type selector	hydraulische verblijftijd	strategie	type wzi
niet-belucht	kort (5 à 10 minuten)	snelle opname van onopgelost substraat via sorptieprocessen	rioolwaterzuiveringsinstallatie Industriële waterzuivering afhankelijk van causaal micro-organisme
belucht	kort (10 à 30 minuten)	snelle opname van opgelost substraat	industriële waterzuiveringsinstallatie met belangrijke fractie gemakkelijk afbreekbaar substraat of na anaërobie
anoxische of anaëroob	lang (1 à 3 uren)	substraatverwijdering door denitrificerende en/of fosfaatverwijderende bacteriën	installatie met nutriënt-verwijdering