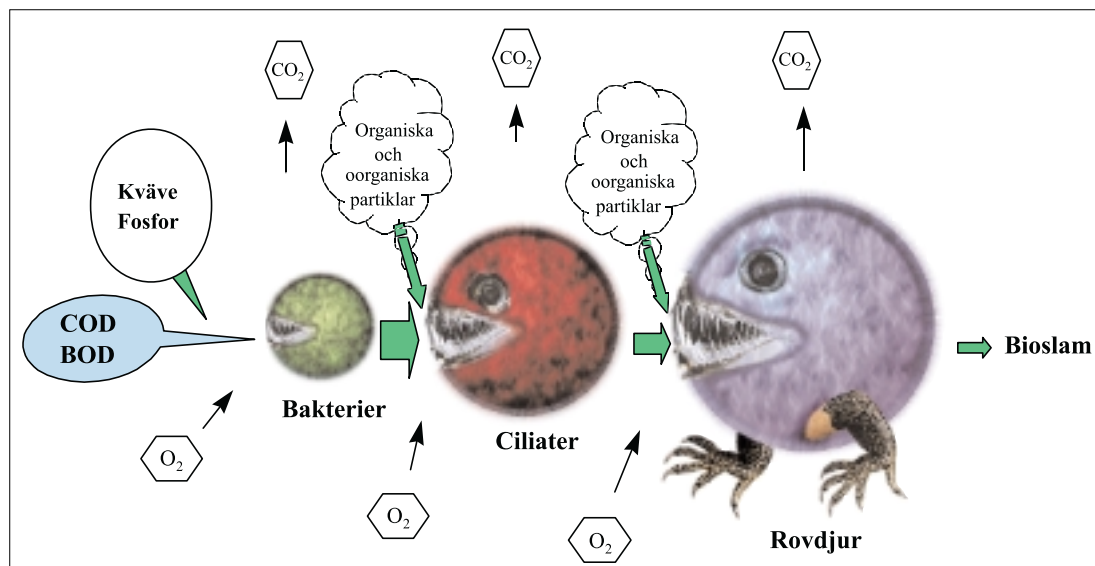


EDTA – reduktion i en multibioanläggning



Vem äter vem? Med Multibio-konceptet gör de olika typerna av mikroorganismer rätt jobb på rätt plats.

Mörrums Bruk kommer att bygga en biologisk reningsanläggning, vilken tas i bruk under våren 2002. Reningsanläggningen är uppbyggd enligt Multibio-konceptet. Till anläggningen leds endast avloppsströmmar med hög föroreningsmängd, t ex blekeriavloppsvatten. "Rena" vatten typ kylvatten leds förbi. Brukets utsläppsvillkor kommer även fortsättningsvis att avse totalutsläpp till recipienten. I Miljödomstolens beslut sattes målsättningsvärden upp som förutsättningar för projektering av den biologiska reningen.

Följande värden har använts vid projektering av den nya biologiska reningsanläggningen: COD >70, Klorat >90, AOX >50, EDTA >80, Tot-N >50 och Tot-P >70. Dessutom bör utgående halt SSGF/A understiga 30 mg/l.

Denna artikel syftar främst till att belysa erfarenheterna i pilotskala av att reducera EDTA i en biologisk reningsanläggning.

Pilotanläggningens utformning

I syfte att optimera upphandlad anläggning har försök i pilotskala med biologisk rening genomförts. Försöken startade i slutet av november-2000 och avslutades i mitten av maj-2001. Pilotanläggningen var i princip utformad som framtida externrening, d v s en flerstegs biologi eller en s k Multibio. Under försöksperioden gjordes vissa modifieringar av anläggningens utformning, vilket har utnyttjats vid projektering av framtida fullskaleanläggning. Pilotanläggningen har belastats med samma typ av vatten som framtida reningsanläggning, d v s blekerifiltrat samt bakvatten från en av torkmaskinerna. Då en av de två parallella blekerilinjer används för såväl ECF- som TCF-blekning har inkommande vatten kampanjvis skiftat karaktär under hela försöksperioden. I den andra linjen produceras alltid ECF-massa. Bruket använder EDTA som komplexbildare.

Pilotanläggningen har innefattat förluft-

ning (simulering av framtida kyltorn), blandningskammare för dosering av fosfor och kväve, rörvärmeväxlare för kylning av inkommande vatten till ca 40°C, biosteg och sedimentering. Biosteget har varit indelat i fem steg; frisimmarsteg, kloratsteg med rörligt bärrmaterial, selektorsteg samt två aktiv slamsteg. Under sista delen av försöken kompletterades anläggningen med en tank för luftning av returslam. Den totala uppehållstiden, exklusive returslam-

luftning har uppgått till cirka 7 timmar. Volymbelastningen har under försöken uppgått till i medeltal 4,8 kg COD/m³,d. Mängden bärare i kloratsteget har uppgått till 30 volym% av kloratstegets totala volym. Utslaget på de zoner som är utformade för biobärrmaterial, d v s de tre första stegen, har fyllnadsgraden uppgått till 10 procent. Slamhalten i aktiv slamsteg har i medeltal uppgått till 3,8 kg/m³.

Tillsammans med Mörrums bruk har mycket kraft lagts ned för att åstadkomma optimal styrning av anläggningen. Installering av syremätare i varje delsteg har möjliggjort styrning av luftflödet till respektive delsteg. Dessutom har kontinuerliga slamhaltsmätare, COD- och TOC- mätare installerats. Processen har övervakats och styrts via en lokal PC.

En viktig del i dessa pilotförsök har, förutom att optimera processen och hitta lämplig instrumentering, varit att involvera hela organisationen vid Mörrums bruk. Då främst med inriktning på blekeripersonal som driftmässigt ska övervaka den framtida anläggningen samt laboratoriet som ska utföra kontrollanalyser och mikroskopiering. En monitor placerades därför i blekeriets manöverrum med processchema och larmlista.

Principen bakom Multibio

Biobassängen, som nu byggs vid Mörrums bruk, kommer att vara indelat i sex steg varav ett steg kommer att användas ▶



Artikelförfattarna Torgny Kindh, Miljörevisorerna Environmet, Anders Ullman, VA-Ingenjörerna och Christer Fash, Mörrums Bruk, menar att det har varit en stor delaktighet i pilotprojektet från alla medverkande parter.

- för separat luftning av returslammet. Inkommande vatten kyls genom direktkyllning i kyltorn innan det leds till biobassängen.

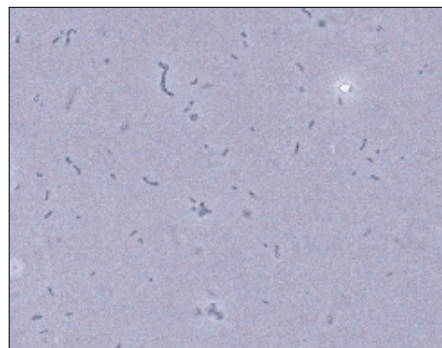
Processutformningen innebär en uppdelning i flera delsteg och att ge olika förutsättningar i de olika stegen (framförallt avseende syrehalt och återföring av returslam). Dessutom erhålls en kraftig selektion av mikrofloran med olika mikroorganismer i de olika delstegen. Genom att genomföra en selektion av bakteriefloran erhålls minimal konkurrens mellan frisimmande bakterier ("COD-ätare") och högre organismer ("bakterieätare") i början av processen där halten av löst organiskt material är hög. Denna konkurrens bedöms vara huvud-orsaken till ohämmad tillväxt av trådbakterier. En kraftig selektion av bakteriefloran innebär också att en uthållig stabilitet uppnås och att anläggningen därmed blir driftmässigt enklare att styra. Dessutom medför selektionen att en högre reningseffekt erhålles i en väsentligt mindre volym jämfört med andra biologiska reningstekniker. Ytterligare fördelar med Multibion är dess tålighet mot pH-svängningar och toxiska föreningar. De mest känsliga organismerna, "bakterieätarna", växer till i slutet av anläggningen, vilket bl a innebär att de inte utsätts för alltför kraftiga pH variationer eller höga toxicitetsnivåer.

Resultat av analyserna

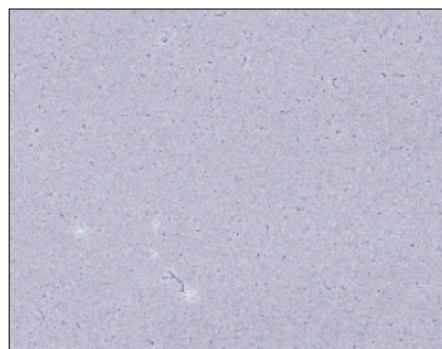
COD-reduktionen har i medeltal uppgått till 73% mätt över hela försöksperioden. Slam-produktionen har normalt varit ca 0,1 kg SS/kg reducerat COD. Slamåldern har vanligtvis inte överstigit 5 dygn under försöksperioden. Ingen pH-justering av inkommande vatten har skett.

I *figur 1* framgår EDTA-reduktionen, vilken med några få undantag, uppgår till 80% eller mer under försökens första del. I början av mars upphörde dock reduktionen och fram till början av maj översteg den aldrig 40%. Till följd av resursbrist utfördes inga analyser av EDTA under mars, i stället frystes proverna. Under april, då de frysta samt nytagna prover började analyseras med avseende på EDTA, uppmärksammades problemet med låg EDTA-reduktion. Under början av maj kom reduktionen igång. I *figur 1* framgår den ökade EDTA-reduktionen från 25% till 92% vid två mätstillfällen med endast tre dagars mellanrum.

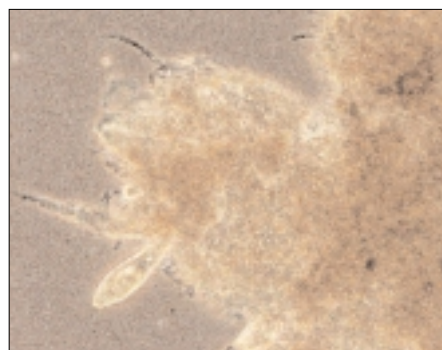
De stora variationerna berodde inte på förändringar i inkommande EDTA-



Frisimmarsteg x400



Kloratsteg x100



Flock selektor x100

halt, ty den var i samma storleksordning oavsett hög eller låg EDTA-reduktion.

Förklaringen fanns inte heller i störningar i biologin under perioden mars-april, ty reduktionen av organiskt material var fortsatt hög. Likaså var COD-belastning, slamhalt, slamproduktion och slamålder relativt konstant under mars och april. pH varierade under hela perioden och var vare sig extremt högt eller lågt då EDTA-reduktionen upphörde.

Varierat pH i obehandlat vatten

Som framgår av *figur 2* har pH i obehandlat vatten varierat relativt kraftigt under försöksperioden. Detta hänger samman med produktionen vid Mörrums Bruk där den ena blekeri-linjen skiftar mellan ECF- och TCF-blekning. Trots att ingen

pH-justering skett under försöksperioden har pH i behandlat vatten varit relativt konstant, vilket tyder på att biologin fungerat som en buffert och därmed relativt okänsligt för variationer i inkommande pH.

Inget direkt samband mellan pH i obehandlat vatten och reduktionen av EDTA har kunnat konstateras. Reduktionen har periodvis överstigit 90% trots att pH i obehandlat vatten varit under 7,5. Likaså har reduktionen periodvis varit i stort sett obefintlig även då pH i obehandlat vatten överstigit 8,0.

Sedan slutet av februari styrdes syrehalten automatiskt i respektive steg. Något samband mellan olika syrehalter och EDTA-reduktion har under dessa försök inte kunnat konstateras

Klart samband med fosforhalten

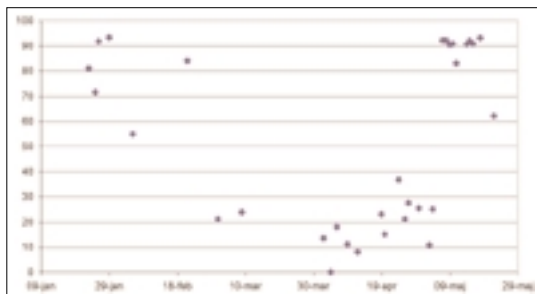
Då det obehandlade avloppsvattnets innehåll av närsalter är lågt i förhållande till den inkommande COD-halten, ca 0,08% P respektive 0,7% N (exkl. EDTA-N), doserades fosfor och kväve. Under försöksperioden har doseringen av närsalter successivt sänkts, i syfte att minimera halterna i behandlat vatten, vilket illustreras av *figur 3* som visar inkommande fosforhalt efter dosering av fosforsyra.

Vid en jämförelse av inkommande fosforhalter och reduktionen av EDTA kunde ett samband konstateras. Vid fosforhalter överstigande cirka 3 mg/l översteg EDTA-reduktionen 80%. I början av maj ökades därför doseringen av fosfor. Effekten blev omedelbar, EDTA-reduktionen ökade från 25% till 92% då fosforhalten ökades till cirka 4 mg/l. Fosforhalten sänktes sedan successivt. Vid fosforhalter runt 2 mg/l kunde en minskning i EDTA-reduktionen konstateras. I *figur 4* visas erhållet samband mellan inkommande fosfor inklusive doserad fosfor och EDTA-reduktion.

Om mängden doserad fosfor ökas något innebär det också att bioslamuttaget måste ökas för att utsläppet av fosfor inte skall öka. Det innebär att slamproduktionen blir 0,05–0,1 kg slam/kg reducerad COD.

Kvävehalt hade ingen effekt på COD

Doseringen av kväve har likaså optimerats under försökens gång. Under slutet av perioden stoppades kvävedoseringen helt. Detta hade ingen effekt på COD-reduktionen som var fortsatt hög även efter att doseringen stoppats. Ingen effekt på slamkvaliten kunde heller konstateras. Något samband mellan kvävehalten i ►



Figur 1. EDTA-reduktionen under försökens första del.

- ▶ obehandlat vatten och reduktionen av EDTA har inte kunnat konstateras.

Relativt utforskat område

Biologisk reduktion av EDTA inom skog-industrin är ett relativt utforskat område. Få undersökningar har genomförts och då oftast på Lågbelastade Aktiv Slam-läggningar (LAS).

De artiklar som publicerats visar på att såväl pH som slambelastning/slamålder spelar en viktig roll vid biologisk nedbrytning av EDTA.

Genomförda försök vid Mörrums Bruk uppvisar inte dessa samband. Då reduktionen av EDTA fungerat har cirka 90% reducerats. Detta har skett trots stora pH-variationer i obehandlat vatten och ingen pH-justering har skett under försöksperioden. Slamåldern har varit låg under hela perioden och slambelastningen hög (kort uppehållstid). De svängningar i pH, COD m m som förekommit har inte påverkat reduktionen. En stor skillnad mellan LAS och Multibio är bl a att Multibio konceptet leder till en kraftig selektion av mikroorganismer, vilket i sin tur medför att balansen mellan olika organismer, som spelar stor roll för den biologiska aktiviteten, blir extremt bra. Varje typ av organism får optimala förutsättningar. En stabil biologi klarar därför högre belast-

ning. Vi kan se att COD-reduktionen under hela försöksperioden varit hög och mycket stabil trots kort uppehållstid och därmed höga belastningar och trots kraftiga variationer i pH, COD mm. Detta innefattar möjligtvis också reduktionen av EDTA, en stabil biologi som ges rätt förutsättningar, i detta fall tillräckligt med fosfor, klarar att reducera

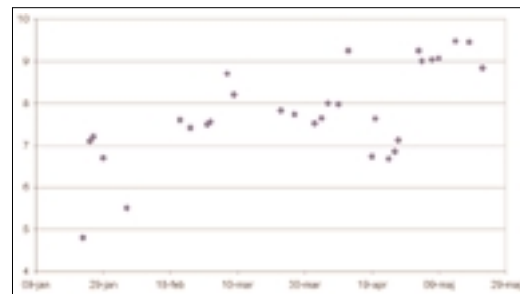
EDTA vid höga belastningar och relativt låga pH och klarar eventuella svängningar bättre. En tydlig koppling mellan tillgänglig fosfor och reduktionen av EDTA har kunnat konstateras. Så fort fosforhalten in till biologin blev tillräckligt hög reducerades omgående EDTA. Det verkar därför som EDTA-reducerande organismer redan fanns i systemet och omedelbart började bryta ned EDTA då förutsättningarna blev optimala.

Processen eventuella temperaturberoende har inte kontrollerats. Temperaturen styrdes mot ett börvärde på 40°C som endast ändrades marginellt under försöksperioden.

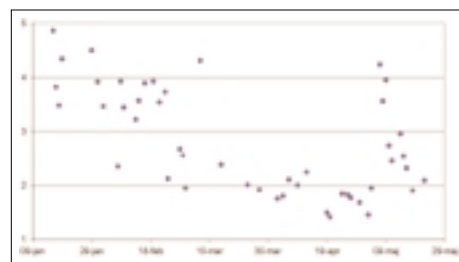
Fosforhalten viktig parameter

Slutsatser och övriga erfarenheter från dessa pilotförsök:

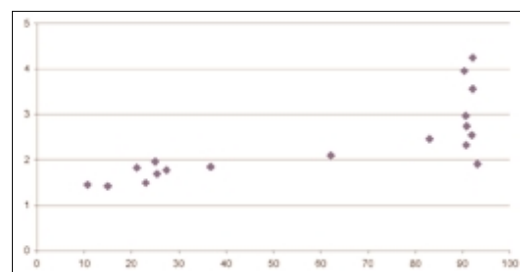
- Fosforhalten är en viktig parameter för EDTA-reduktion
- Ingående pH, slamålder, uppehållstid är inga primära parametrar för bra EDTA-reduktion i vart fall inte i en Multibioanläggning.
- Multibiokonceptet ger ett stabilt och



Figur 2. pH i obehandlat vatten har varierat relativt kraftigt under försöksperioden.



Figur 3. Inkommande fosforhalt efter dosering av fosforsyra.



Figur 4. Erhållet samband mellan inkommande fosfor inklusive doserad fosfor och EDTA-reduktion.

lättavvattnat bioslam. Två centrifugleverantörer har gjort labtester på slammet och betraktar det som mycket "bra" jämfört med andra likvärdiga bioslam.

- I dessa pilotförsök har vi kunnat konstatera att mängden bärare kan reduceras mycket jämfört vad vi projekterat med. Det är främst för att säkra kloratreduktion som vi har använt bärare i ett steg.
- För att erhålla säker styrning av syrehalten krävs automatisk rengöring av syre elektroden. Pilotförsöken har också visat att det torde finnas goda möjligheter att mäta TOC kontinuerligt.
- Med utgångspunkt från dessa pilotförsök kommer alla de uppställda målsättningsvärdena för den biologiska rensningsanläggningen att innehållas även i den fullstora anläggningen.

Mörrums Bruk, Södra Cell

Etableringsår: 1962

Fabrikschef: Karl-Evert Lidman (t o m sep 2001)

Antal anställda: cirka 400

Produktion: 415 000 ton blekt avsalumassa per år.

Teknisk information: Produktionen sker på två parallella linjer i diskontinuerliga kokerier. På linje 1 (ca 150 000 ton/år 2000) tillverkas idag ECF blekt barrmassa. På linje 2 (ca 250 000 ton/år 2000) tillverkas såväl ECF blekt barrmassa som TCF blekt löv- och barrmassa.

Mörrums Bruk,
Södra Cell.

Torgny Kindh, Anders Ullman
och Christer Fasth