

Praktiske eksempler på oppgradering fra mekanisk/kjemisk rensing til å inkludere biologisk rensetrinn

Av Flemming G. Wessman og Anette Æsøy

Flemming G. Wessman er daglig leder og Anette Æsøy er leder for salg-avdeling industri i Krüger Kaldnes.

Innlegg på fagtreff i Norsk vannforening 28. april 2010.

Sammendrag

Konsekvensen av implementeringen av ny avløpsforskrift er at ca. 50 norske avløpsrenseanlegg må oppgraderes til å inkludere et biologisk rensetrinn.

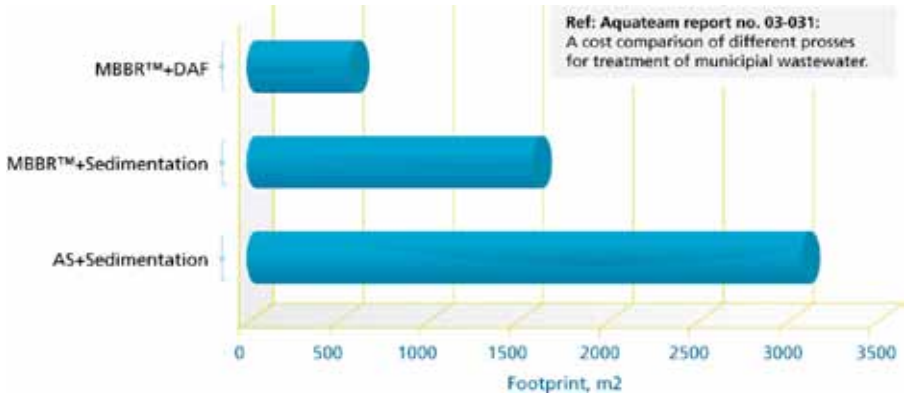
Denne artikkelen beskriver kompakte renseteknologier og gir praktiske eksempler på oppgradering fra mekanisk/kjemisk rensing til å inkludere biologisk rensetrinn for å møte EU-direktivets sekundær-rensekrav.

Kompakte renseteknologier viser seg å være svært konkurransedyktige fordi man i stor grad kan oppnå nye renskrav innenfor eksisterende arealer og volumer.

Kompakte renseteknologier

I Norge er i hovedsak alle kommunale rensanlegg dekket og plassert i bygninger, fjellhaller eller under bakken, p.g.a. klima og byggetradisjoner. Det totale arealet og volumet av rensanlegget er

dermed ofte avgjørende for den totale kostnaden. Bruk av kompakte teknologier har derfor vist seg å være meget kostnads effektivt, spesielt gjelder dette ved oppgradering av anlegg hvor man istedenfor å bygge nytt gjenbruker eksisterende infrastruktur til nye prosessløsninger. Vi har under beskrevet noen av Krüger Kaldnes sine teknologier som er spesielt godt egnet ved oppgradering av eksisterende anlegg. Dette gjelder spesielt Kaldnes prosessen, kjent som MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) i kombinasjon med arealgjerrige separasjonsprosesser som Musling[®] (flotasjonsprosess) eller Actiflo[®] (lamellsedimentering med sand som ballast for økt sedimenteringshastighet). Figur 1 nedenfor gir et eksempel på arealbesparelsen med MBBR i kombinasjon med flotasjon eller tradisjonell sedimentering relativt til en aktivslam prosess. Actiflo prosessen gir ytterligere arealreduksjon, noe som er illustrert med eksemplene nedenfor.



Figur 1. Illustrasjon av arealbehov for MBBR i kombinasjon med flotasjon eller tradisjonell sedimentering relativt til eksempelvis en aktivslam prosess.

Kaldnes-prosessen – (MBBR – Moving Bed Biofilm Reactor)

Kaldnes-prosessen har siden starten på 90-tallet tydelig demonstrert de gode egenskaper denne biofilmprosessen har både ved nyanlegg og oppgradering av eksisterende anlegg i inn- og utland. Over 500 anlegg er nå installert verden over, og teknologien vinner stadig terreng i nye land.

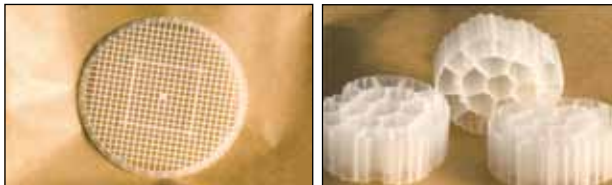
Ideen, som ble unnfanget ved SINTEF på slutten av 80-tallet ved professor Hallvard Ødegaard, er siden blitt utviklet og patentbeskyttet av Krüger Kaldnes AS (tidligere Kaldnes Miljøteknologi AS og AnoxKaldnes AS).

Prosessen er basert på biofilmprinsippet og utnytter fordelene både til aktivslam og tidligere kjente biofilmsystemer

uten å være hemmet av deres ulemper. Kjernen i prosessen er biofilmelementer som er laget av polyetylen med en spesiell vekt like under vannets.

Biofilmelementene er formet slik at de gir en stor beskyttet flate for biofilmen og optimale forhold for bakteriekulturen når elementene sirkulerer rundt i avløpsvannet i reaktorene.

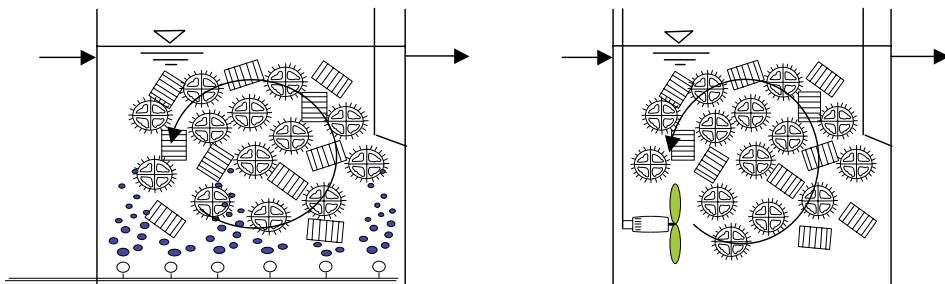
Det finnes ulike design på biofilmelementene med tilpasning til anvendelse og avløpsvannkvalitet. Både form og effektivt areal varierer som illustrert ved typene K3 og Biofilm Chip M nedenfor. Det pågår en stadig utvikling av nye bærere med fokus på bl.a. økt areal og god oksygenoverføring som gir enda mer kompakte prosesser og reduserer energiforbruk.



Figur 2. BioFilm Chip M ($1200 \text{ m}^2/\text{m}^3$) og K3 ($500 \text{ m}^2/\text{m}^3$).

I aerobe reaktorer holdes elementene i sirkulasjon med bunnluftingen fra rør-luftere av medium type. I anaerobe an-

oksiske reaktorer for nitrogenfjerning holdes elementene i sirkulasjon ved hjelp av strømsettere av f.eks. propellertype.



Figur 3. Prinsippkisse av en aerob og anoksisk reaktor.

I tillegg til at prosessen er enkel og robust, er en av de store fordelene høy kapasitet noe som gjør den plassbesparende i forhold til den tradisjonelle aktivslammetoden. Prosessen er i tillegg meget fleksibel med tanke på utforming og bruk av partikkelseparasjon i etterkant av det biologiske trinnet. Istedenfor å bruke tradisjonell sedimentering kan Kaldnes-prosessen for eksempel kombineres med kompakte separasjonsprosesser som flotasjon og Actiflo® (beskrevet under). Disse egenskapene gjør den særdeles velegnet til oppgradering av eksisterende anlegg ved å tilpasse tilgjengelige arealer og bassenger til nye prosesser, og man kan ofte slippe å bygge nytt.

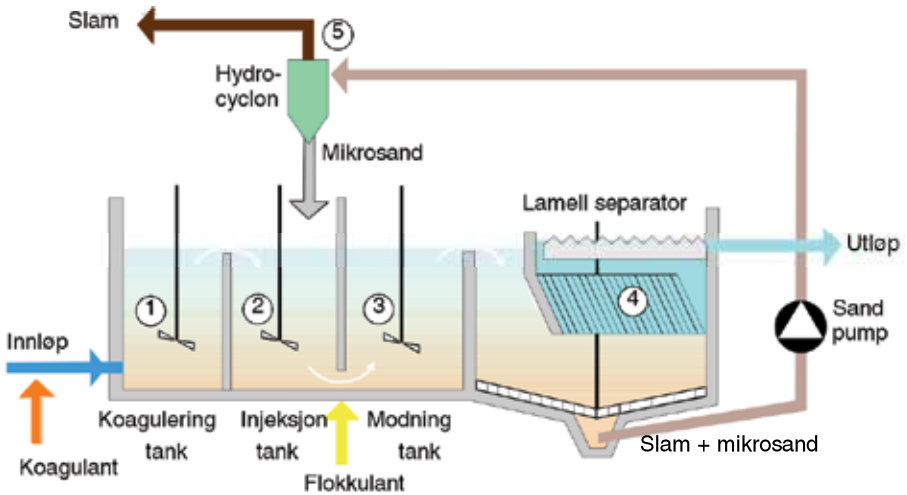
Actiflo®-prosessen

Actiflo®-prosessen er en fysisk/kjemisk renseprosess, som kombinerer kjemisk felling og lamellseparasjon med en ny teknologi, hvor mikrosand benyttes i flokkuleringen sammen med polymer, se illustrasjon i figur 4.

Mikrosanden gir en betydelig økning i sedimenteringshastighet og Actiflo-prosessen krever derfor betydelig mindre areal enn en tradisjonell sedimenteringsprosess. Typisk kan overflatebelastningen i lamellseparatoren være 30-80 ganger høyere enn i konvensjonelle kjemiske anlegg. De designes normalt for mellom 60 til 120 m/h. De krever mindre enn 10-20 % av arealet relativ til en konvensjonell sedimenteringsprosess.

Mikrosanden har normalt en partikkelstørrelse på rundt 130 µm og dens primære funksjon er å gi mer tyngde til flokkene, men den store spesifikke overflaten på mikrosanden har en positiv effekt også på selve flokkuleringprosessen.

Sedimentert slam og mikrosand tas ut fra bunn av lamellseparatoren og pumpes tilbake til hydrosyklonen som separerer slam og mikrosand som gjenbrukes. Resirkulert mengde utgjør typisk 3-6 % av innløpsmengden, avhengig av konsentrasjonen av suspendert stoff i innløpsvannet. Energien fra pumpingen



Figur 4. Actiflo®-prosessen. (1) Koaguleringsstrinn med metallsalt med hurtigmiksing, (2) Tilsetning av polymer og mikrosand med hurtigmiksing, (3) Flokkuleringstank, (4) Lameller, (5) Separasjon av slam og mikrosand.

blir effektivt overført til sentrifugalkraft i hydrocyclonen og gjør at det kjemiske slammet blir separert fra mikrosanden som har en høyere tetthet. Etter separasjonen blir den konsentrerte mikrosanden tatt ut i bunn av hydrocyclonen og ført tilbake til Actiflo®-prosessen for gjenbruk. Slammet med mindre tetthet tas ut i toppen av hydrocyclonen og føres til fortykker eller slamlager. Slammengden utgjør ca. 2-5 % av totalt behandlet avløpsvann.

Musling®-prosessen – Flotasjon

Flotasjon er en separasjonsprosess der suspendert stoff separeres fra væskefasen ved at det bringes til overflaten ved hjelp av luftbobler. Måten luftboblene dannes og tilsettes vannet på gir opphav til ulike flotasjonsprinsipper hvor løst-luft-trykk flotasjon (DAF) er det domi-

nerende prinsippet i flotasjonsanlegg for vann- og avløpsbehandling. Et flotasjonsanlegg av typen Musling som er basert på DAF, er skjematisk vist i figur 5.



Figur 5. Musling®-prosessen (DAF).

Fellingskjemikalie (metallsalt) doseres ved innløpet til en flokkuleringstank

oppstrøms flotasjonsenheten (ikke vist i figur 4). Dispergeringsvann og flokkulant (polymer) tilsettes ved innløpet til flotasjonsenheten, hvor mikropartikler, polymer og gassbobler danner aggregater som stiger til overflaten hvor en toppskrape leder slammet over i en slambeholder. Rent vann separeres i senter av tanken.

Et eget dispersjonsanlegg trykksetter og luftmetter en andel av utløpsvannet fra flotasjonen, og tilbakefører dette til innløpet. I dispersjonen mettes vannet med ca. 100 l luft pr. m³ dispersjon i et trykkområde mellom 4 – 6 bar. Dette gjøres ved å bruke en kaviterende turbinpumpe. Når dispersjonen tilsettes innløpsledningen frigjøres trykket, og mikroskopiske luftbobler frigjøres.

Flotasjonsbasseng dimensjoneres vanligvis for en overflatebelastning på 5-10 m/h og bassengdypt er vanligvis 2-2,5 m som gir en oppholdstid i området 10-30 min. Dette betyr at flotasjon også er en svært kompakt prosess i forhold til konvensjonell sedimentering.

Den krever mindre enn 20 – 50 % av bassengarealet i forhold til et konvensjonelt sedimenteringsbasseng, samtidig som tørrstoffinnholdet i slammet blir relativt høyt (3 – 5 %).

Eksempler på oppgradering av eksisterende anlegg

Valg av strategi og prosessenheter vil være avhengig av mange lokale forhold. Målsettingen vil imidlertid ofte være å oppgradere anlegget til større belastning samtidig som kravet om sekundærrensing imøtekommes uten at man utvider

eksisterende bygningsmasse. For å klare dette kan en av følgende strategier være aktuelle:

1. Ombygging av eksisterende bassenger til Kaldnes MBBR og flotasjon (eksempel Elverum RA)
2. Ombygging av eksisterende bassenger til Kaldnes MBBR og Actiflo (eksempel Solumstrand RA).

Elverum RA

Elverum kloakkrensingsanlegg var et sekundærfellingsanlegg bygd i 1978. Årlig tilført avløpsmengde lå på 1 640 000 m³ og anleggets størrelse i pe var på 31 750. Anlegget lå i 2006 helt opp mot kapasitetsgrensen for vannbehandlingen og hadde problemer med slambehandlingen som var overbelastet. Anlegget skulle derfor utvides til å klare den økte belastningen samt å tilfredsstille kravene i ny avløpsforskrift, noe som betydde at anlegget måtte inkludere et biologisk rensetrinn.

Anleggets renseprosess var bygd opp med følgende trinn:

- Innløp med 2 stk skruerpumper
- Innløpsrister, 2 stk
- Sand- og fettfang, 2 stk
- Forsedimenteringsbassenger, 2 stk
- Kjemikaliedosering, PAX-18.
- Flokkuleringsbassenger, 8 stk, 4 i hver parallell
- Ettersedimentering, 2 stk
- Utløp med utløpsledning til Glomma

Ved ombygging av rensingsanlegget forble forbehandlingstrinnet uforandret bort-

sett fra at forsedimenteringen utgikk. Bassengene som tidligere rommet for- og ettersedimentering ble bygget om til å romme Kaldnes MBBR og flotasjon.

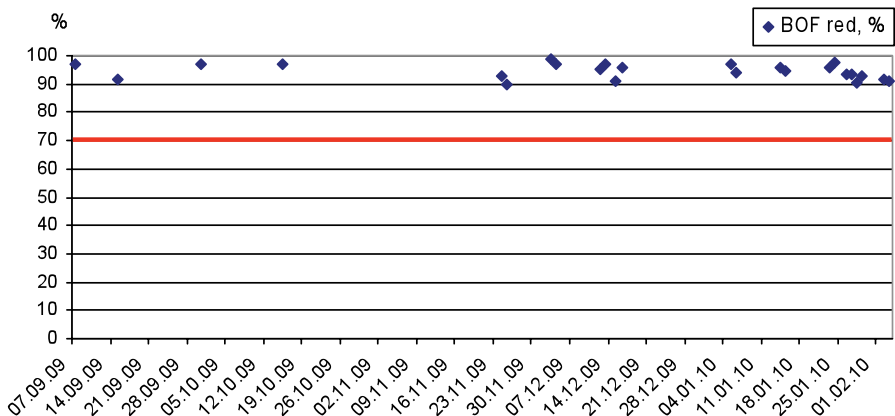
Med denne ombyggingen klarte man å øke kapasiteten til 46 750 Pe (ca. 45% økning) og inkludere et biologisk renses-trinn uten å øke bygningsarealet.



Figur 6. Luftesystem og utløpssiler i Kaldnes MBBR.

Anlegget ble igangsatt sommeren 2009 og garantiperioden startet den 24. november. Totalt 24 døgnprøver viste at

samtligte garantikrav ble oppnådd, selv om den organiske belastningen til tider oversteg dimensjonerende belastning.



Figur 7. Reduksjon i garantiperioden.

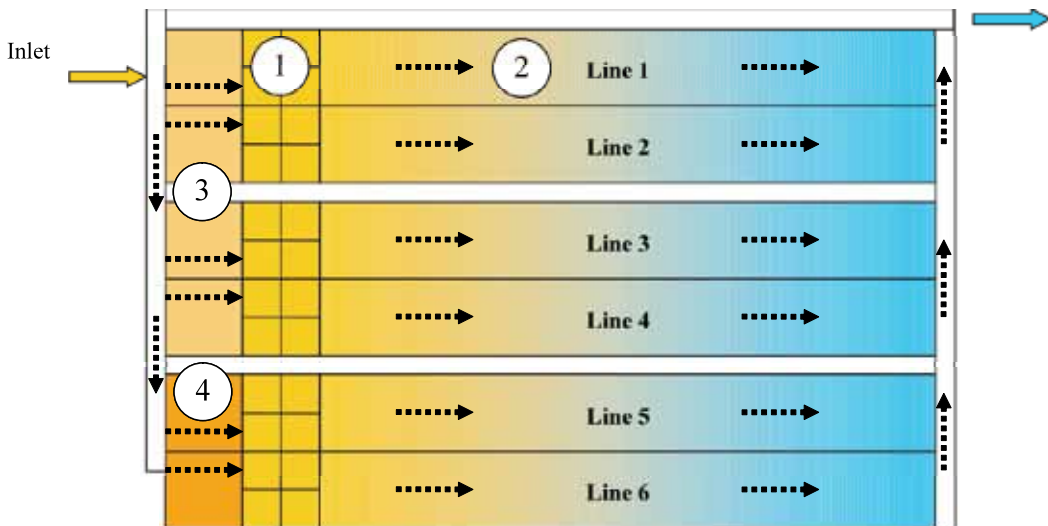
Solumstrand RA

Solumstrand Renseanlegg er et relativt nytt rensanlegg (1991) som er dimensjonert for å motta sanitæravløp og næ-

ringsmiddelavløp (Mills og Aass Bryggeri) samt sigevann fra Lindum. Dimensjonerende belastning var 60.000 pe (hydraulisk).

Renseanlegget var bygget som et mekanisk-kjemisk renseanlegg og besto av følgende prosessenheter:

- Overløpsstasjon
- Innløpsrister 3 mm, 2 linjer (under utbygging til 3 linjer)
- Luftet sand- og fettfang, 3 linjer
- Reguleringsarrangement, 6 linjer
- Kjemisk felling med flokkulering og sedimentering (kalkfelling), 6 linjer
- Gravitasjonsfortykking
- Avvanning (sentrifuger)



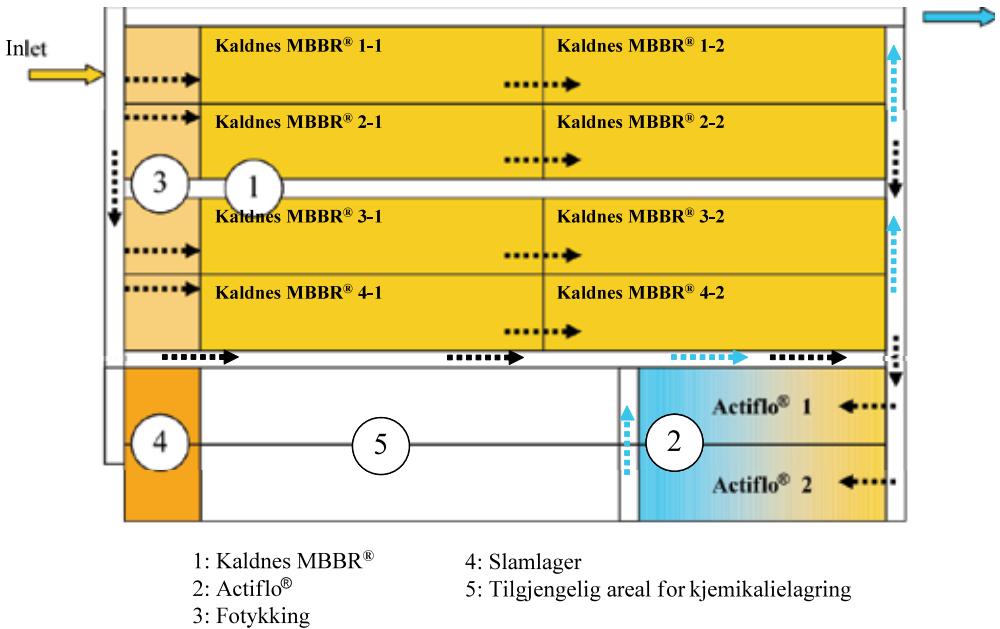
- | | |
|------------------|---------------|
| 1: Flokkulering | 3: Fortykking |
| 2: Sedimentering | 4: Slamlager |

Figur 8. Skisse av eksisterende anlegg, Solumstrand.

Som følge av nye krav om sekundærrensing måtte anlegget bygge ut med et biologisk rensetrinn. Anleggseier ønsket samtidig å tilrettelegge anlegget for en situasjon hvor Musøya RA ble lagt ned og avløpsvannet overført til Solumstrand RA. Det betydde at nytt renseanlegg skulle dimensjoneres for en fremtidig belastning på 7 755 kg BOF_5 eller knapt 130 000 pe.

Under dimensjoneringen ble ulike strategier vurdert, men siden en løsning med Kaldnes MBBR og Actiflo var den mest kompakte klarte man å frigjøre areal som kunne brukes til kjemikaliegjæring. Det i seg selv resulterte i en betydelig besparelse.

Som det fremgår av skissen over ble de eksisterende flokkuleringsbassengene fjernet og det ble etablert 4 separate linjer



Figur 9. Skisse av oppgradert anlegg, Solumstrand.

med Kaldnes MBBR®. I to av linjene ble det etablert 2 separate linjer med Actiflo®. Slammet fra Actiflo® fortykkes i 4 fortykkere, og etter ytterligere mekanisk fortykking samles slammet i slamsilo med 6 % TS.

Som første byggetrinn ble Actiflo® bygget i linje 5 og 6, mens linje 1-4 ble driftet som normalt. Actiflo ble så tatt i bruk ved ombygging av linjene 1-4. Dette resulterte i svært begrenset nedetid. Actiflo ble tatt i bruk sommeren 2010 og det biologiske trinnet forventes å bli tatt i bruk høsten 2010.

Avslutningsvise kommentarer

Kompakte og effektive renseprosesser som Kaldnes MBBR og Actiflo har tydelig demonstrert sine gode egenskaper

ved ombygging av eksisterende mekanisk/kjemiske renseanlegg. I en verden med raskt økende befolkningsvekt vil kravet om kompakte og effektive renseløsninger sannsynligvis øke. Krüger Kaldnes/Veolia utvikler derfor for tiden en ny generasjon av biofilmelementer og en Actiflo Turbo som vil gjøre prosessene enda mer kompakte.

Kompakte renseløsninger har en kort responstid og krever bedre prosesskontroll enn tradisjonelle mekanisk/kjemiske renseanlegg. Utviklingen innen renseteknologi vil derfor stille noe større krav til kompetanse og ekspertise for design og drift av anlegg. Helhetstenking med optimalisering av drift av ledningsnett og renseanlegg gir også muligheter for bedre kapasitetsutnyttelse.