

# Forsøk med forfelling og nitrifikasjon på Bekkelaget renseanlegg

Av Toril Hofshagen og Anna Göhlman.

Begge forfattere er ansatt i Oslo vann- og avløpsverk.

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening  
19. desember 1989*

## PROBLEMSTILLING:

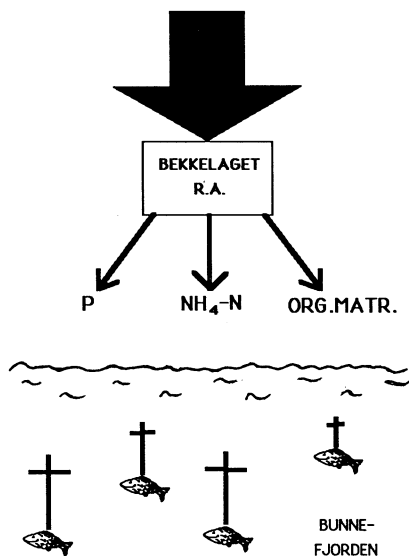
### 1. Innledning

Oslo vann- og avløpsverk har siden august 1988 hatt i drift et pilotanlegg for rensing av kommunalt avløpsvann på Bekkelaget renseanlegg i Oslo. Det er lagt opp til et omfattende forsøksprogram som vil pågå fram til sommeren 1990. Planleggingen og delvis oppfølgingen av forsøkene gjøres i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Aquateam — Norsk vannteknologisk senter A/S.

### 2. Bakgrunn

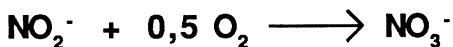
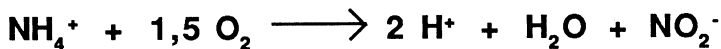
Bekkelaget renseanlegg ble som et av de første anlegg i Norge, tatt i bruk i 1963. Anlegget er i dag relativt høyt belastet, og det er behov for forbedringer såvel utstyrmessig som prosesssteknisk. Av hensyn til resipienten — Bunnefjorden — er det ønskelig å redusere utslippene av ammonium, fosfor og organisk stoff. Denne armen av Oslofjorden er i særlig grad preget av oksygenmangel i dypområdene. Dette problemet er noe forenklet framstilt i figur 1.

Hvis man minsker utslippene av organisk stoff, vil det medføre lavere



Figur 1. *Problemstilling på Bekkelaget renseanlegg.*

oksygenforbruk i resipienten. Ved å redusere utslippene av fosfor, vil man oppnå redusert eutrofiering. Oksygenforbruket minsker dermed i og med en lavere produksjon av organisk materiale i vannmassene. Når det gjelder



Figur 2. Likninger for nitrifikasjonsprosessen.

nitrogen, foreligger det i hovedsak som ammonium i utløpsvannet fra Bekkelaget. I fjorden vil autotrofe bakterier oksydere ammonium til forbindelsene nitritt og nitrat under forbruk av oksygen (se figur 2). Denne prosessen kalles nitrifikasjon.

Spørsmålet man stilte seg var følgende: Hvordan redusere utslippet av disse forurensningene med utgangspunkt i de bassenger man har til rådighet ved Bekkelaget renseanlegg?

### 3. Prioriterte prosessforbedringer

På Bekkelaget er det både kjemisk og biologisk rensing. Det kjemiske trinnet består av forfelling med jernklorid (Ferricklor 12) og sjøvann samt tilsats av polymer. Deretter følger et biologisk rensetrinn som utgjøres av luftebassenger med aktivert slam.

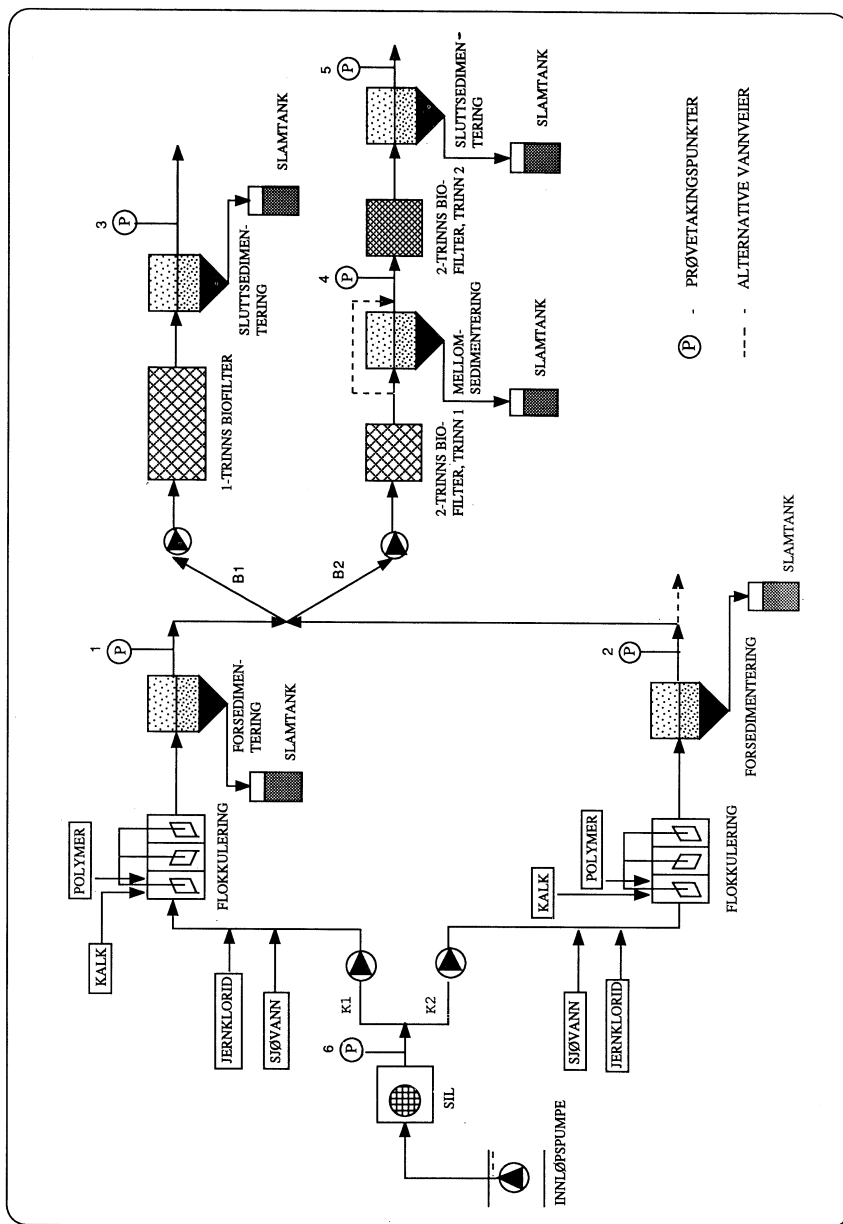
I pilotanlegget gjøres det forsøk med både den kjemiske og den biologiske prosessen. Med forfellingsforsøkene tar man sikte på å optimalisere den kjemikaliekombinasjonen som benyttes i dag, og i tillegg teste ut en rekke andre produkter på markedet. Hensikten er å fjerne mer fosfor og partikulært

organisk materiale i det kjemiske trinnet. Når det gjelder den biologiske prosessen, har man valgt å gjøre forsøk med dykket biologisk filter. Poenget er at man senker et korrugert plastmateriale ned i luftebassengene og dermed utnytter bassengvolumet mer effektivt, i og med at bakteriene bosetter seg på filtermediet. Man håper derved å kunne fjerne mer organisk materiale og i tillegg få levevilkår for en nitrifiserende bakteriekultur. På denne måten «flytter» man nitrifikasjonsprosessen — og oksygenforbruket — fra resipienten til renseanlegget.

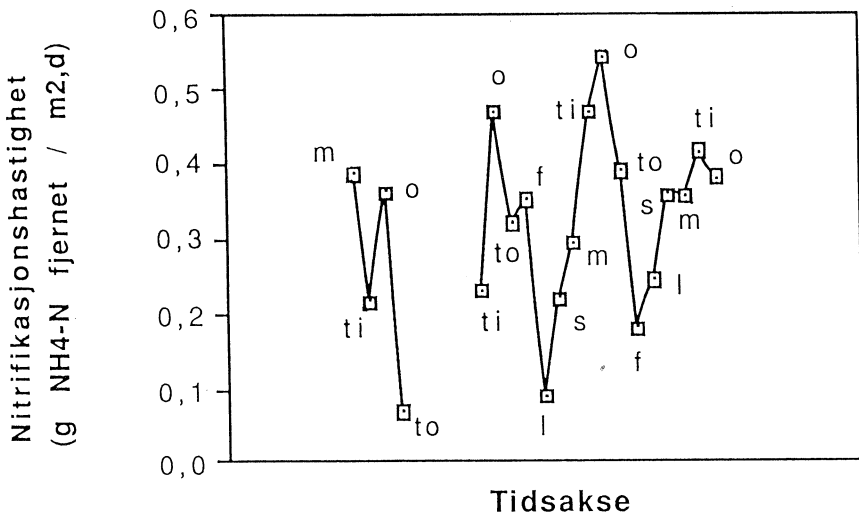
### 4. Pilotanleggets oppbygning

I figur 3 er pilotanleggets oppbygning vist i form av et flytskjema. Avløpsvannet pumpes opp fra innløpskanalen på Bekkelaget renseanlegg, blir frasilt filter og større partikler i en trommelsil og pumpes så inn i forsøkshallen i to separate ledninger. Anlegget består av to identisk like kjemiske linjer (K1 og K2) og to biologiske linjer (B1 og B2).

Hensikten med å ha to kjemiske linjer, er at den ene kan benyttes som



Figur 3. Flytskjema av pilotanlegget.



Figur 4. Innflytelse av prosessavløpsvannet fra Idun Fabrikker. Resultater fra 2. trinn i linje B2 i perioden 07.11.88—30.11.88.

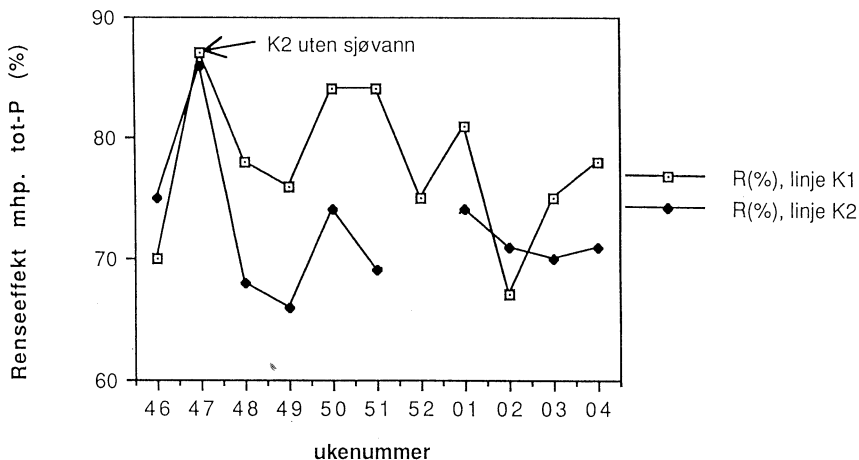
matelinje for den biologiske prosessen, mens den andre benyttes til forsøk. For tiden utføres fellingen i K1 og K2 likt, og utløpsvannet fra dem blandes før det pumpes inn på de biologiske linjene. Jernklorid og sjøvann doseres på innløpsledningene, og kalk og polymer tilsettes i første flokkuleringskammer. Tilsats av kalk er nødvendig for å unngå at pH og alkalitet blir for lav for den etterfølgende nitrifikasjonsprosessen.

Begge de biologiske linjene er basert på dykket biologisk filter. B1 er en ett-trinnsprosess med en spesifikk filteroverflate på 140 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> og med et etterfølgende sedimenteringsbasseng. B2 er en totrinnsprosess med et filtermedium på 140 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> i første trinn og 230 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> i andre trinn. Det er både mellom- og slutt sedimentering, men med mulighet for å kjøre de to trinnene i serie uten mellom sedimentering.

Forsøkene følges opp ved nøye overvåking av forskjellige fysiske og kjemiske parametre. Disse analyseres på døgn- og ukeblandprøver som tas av automatiske prøvetakere på de angitte stedene i anlegget.

##### 5. Forsøksdrift i perioden 22.08.88—31.05.89

For å få bygget opp en nitrifiserende bakteriekultur, startet man i august 1988 med en lav hydraulisk belastning på de biologiske linjene B1 og B2. Belastningen ble så økt i takt med at biofilmen vokste til. Det viste seg imidlertid umulig å øke den hydrauliske belastningen til mer enn ca. 40% av en belastning tilsvarende midlere hydraulisk belastning på Bekkelaget. Årsaken var utslipp av prosessavløpsvann med høyt organisk innhold fra Idun Fabrikker.



Figur 5. Sjøvannets innvirkning på fjerningen av fosfor i linje K1 og K2. Resultater fra uke 46/88 til 04/89. K2 gikk uten tilsats av sjøvann f.o.m. uke 47/88.

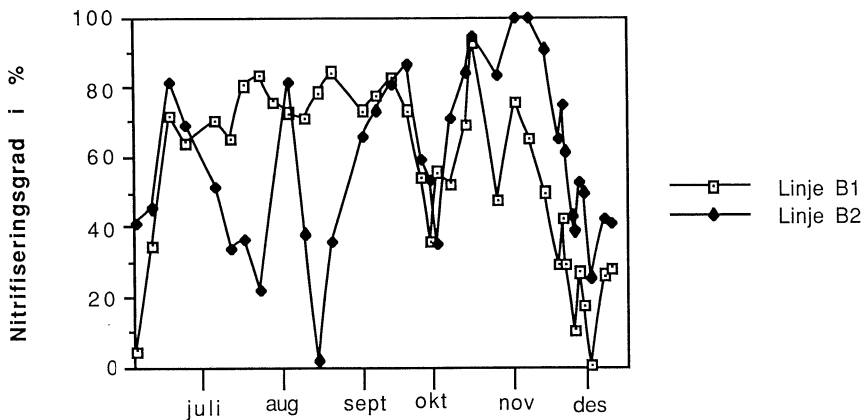
Utslippene ble tilført det kommunale avløpsnett 6 timer daglig fra tirsdag t.o.m. fredag. Av figur 4 går det klart fram hvordan utslippene reduserte nitrifikasjonshastigheten. Problemet ble løst da Idun Fabrikker satte i gang med utjevning av sitt prosessavløpsvann i midten av januar 1989. Det var da mulig å gradvis øke den hydrauliske belastningen til man i midten av mai nådde ønsket nivå, som tilsvarer belastningen på Bekkelaget. Deretter har både B1 og B2 gått med denne belastningen og vil gjøre det fram til sommeren 1990. Dermed vil man få kartlagt hvordan årsvariasjonene i temperatur, organisk belastning m.m. innvirker på nitrifikasjonsprosessen, og dessuten få beregnet rensesoeffekter på årsbasis.

På det kjemiske trinnet ble det i perioden 22.08.88—31.05.89 foretatt innledende forfellingsforsøk med eksisterende fellingskjemikalier på Bek-

kelaget. Videre forsøk ble utsatt i påvente av at Idun Fabrikker fikk satt i drift et permanent lufter- og utjevningsanlegg for sitt prosessavløpsvann. Av interessante resultater kan trekkes fram den effekt sjøvann viste seg å ha på fellingsprosessen. I en periode fikk kun linje K1 tilsats av sjøvann (omlag 3% av vannmengdene), mens de to kjemiske linjene ellers gikk under like forhold. Av figur 5 kan man se at sjøvannet har hatt en klart gunstig innvirkning på fosforreduksjonen.

## 6. Resultater fra perioden 01.06.89—11.12.89

I midten av juli satte Idun Fabrikker i drift et permanent forrensseanlegg for prosessavløpsvannet fra gjærproduksjonen. Dermed lå forholdene til rette for å utføre fellingsforsøk med den vannkvaliteten man vil ha på Bekkela-



Figur 6. Nitrifiseringsgrad for linje B1 og B2 i perioden 01.06.89—11.12.89.

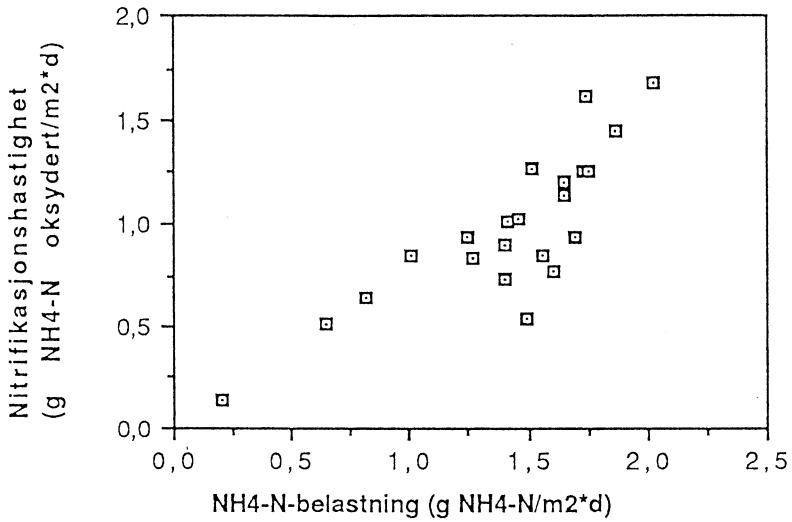
get i tiden framover. Det er blitt gjort en god del jartestforsøk med ulike fellingkjemikalier, og flere vil bli utført i begynnelsen av 1990. Derimot er det ikke blitt utført forfellingforsøk i pilotanlegget i perioden juni til desember 1989. De kjemiske linjene har kun fungert som matelinjer til B1 og B2.

Figur 6 viser hvordan nitrifiseringsgraden har variert for h.h.v. linje B1 og B2 i tiden etter at ønsket belastningsnivå var nådd. De lave reduksjonene av ammonium for linje B2 i juli og august skyldtes høy organisk belastning forårsaket av driftsproblemer med kjemikaliedoseringen i linje K2. På den tiden forsynte linje K1 linje B1 med forfellt vann, mens linje K2 ga vann til B2. Først i slutten av oktober startet man å blande utløpsvannet fra de to kjemiske linjene. Derfor ses effekten bare i linje B2. Av figur 6 går det fram at man i de varme sommermånedene gjennomgående lå på en nitrifiseringsgrad i overkant av 70%, unntatt tilfellene ovenfor. Den nedadgående tendensen i novem-

ber—desember skyldtes i hovedsak høy organisk belastning på B1 og B2. Årsaken var driftsproblemer på Idun Fabrikkers forrenseanlegg, som resulterte i noen uker med utslippsprosedyrer som før forbehandlingen ble satt i gang. I tiden framover vil det bli interessant å se hvordan prosessen mestrer stadig lavere temperaturer, ikke minst under snøsmeltingsperioden. Foreløpig ser det ut til at tottrinnsprosessen (B2) fungerer best, med unntak av de to periodene med dårlig forfelling i linje K2.

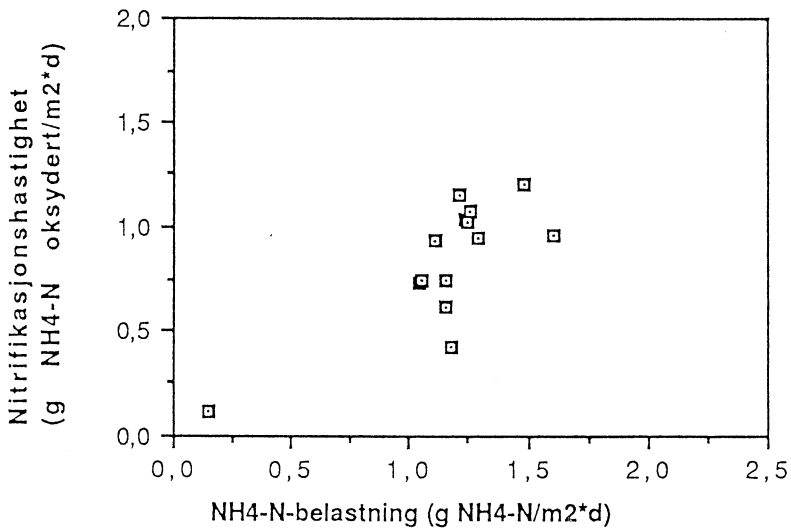
Fra et rent prosestetisk synspunkt er nitrifikasjonshastigheten av større interesse enn hvor mange prosent ammonium som oksyderes. I figur 7 og 8 vises nitrifikasjonshastigheten som funksjon av ammonium-belastningen for h.h.v. linje B1 og B2. Teoretisk skal forholdet stige lineært til et visst punkt hvor kurven så vil flate ut. Ut fra figur 7 og 8 kan det synes som om man ennå ikke har nådd en maksimal verdi for nitrifikasjonshastigheten, og at proses-

## LINJE B1



Figur 7. Nitrifikasjonshastigheten som funksjon av NH4-N-belastningen for linje B1.

## LINJE B2



Figur 8. Nitrifikasjonshastigheten som funksjon av NH4-N-belastningen for linje B2.

sen således tåler høyere ammonium-belastning.

## **7. Videre framdriftsplan**

Forsøkene med forfelling og nitrifikasjon er planlagt å pågå fram til juni 1990. Da har de biologiske linjene i ett år vært belastet med en hydraulisk belastning tilsvarende den man har på Bekkelaget i dag. Dersom resultatene skulle tilsi det, er det så i første omgang aktuelt å installere dykket biologisk filter i en av linjene på Bekkelaget renseanlegg for å høste erfaringer fra drift i fullskala. Det vil utpå vårparten 1990 også bli vurdert hvorvidt det er mulig å kunne få til nitrogenfjerning på Bekkelaget. Da må man gå ett skritt videre innen biologisk rensing, nemlig overføre nitrat til nitrogengass. Det er den prosessen som kalles denitrifikasjon.

Det skal utføres ytterligere felingsforsøk — hovedsaklig med jartest-apparatur — i begynnelsen av 1990. Det vil så bli vurdert om man skal ta i bruk andre kjemikalier/kjemikaliekombinasjoner i forfellingen på Bekkelaget enn hva som benyttes i dag. Dersom eksisterende kjemikalievalg opprettholdes, vil prosessen være optimalisert for den aktuelle kvaliteten på avløpsvannet.

Dette var ment som en kort informasjon om den forsøksvirksomheten Oslo vann- og avløpsverk er i gang med på Bekkelaget renseanlegg i Oslo. Det utarbeides rapporter fortløpende under forsøkene gang, som gir en grundigere innføring i forsøk og resultater. Disse kan fås ved henvendelse til Oslo vann- og avløpsverk. Det er å håpe at endel av de resultater man kommer fram til skal være av interesse også for andre som kommer bort i tilsvarende problemstillinger.