

Forskningsprogram om fjerning av næringsstoffer fra avløpsvann (FAN-programmet).

Av Hallvard Ødegaard.

Hallvard Ødegaard er professor ved Institutt for Vassbygging, NTH.

Han er siviling fra NTH 1969 og dr.ing. samme sted 1975.

INNLEDNING.

På midten av 1980-tallet ble man i stadig sterkere grad oppmerksom på at fjorder og kystnære farvann mot Nordsjøen var i en forurensningsutvikling. På bakgrunn av denne situasjonen, ble de land som grenser til Nordsjøen enige om å inngå en avtale om tiltak for å verne Nordsjøen mot forurensning. Sentralt i avtalen sto tiltak som kunne begrense en stadig klarere eutrofieringsutvikling. Avtalen som ble inngått, innebærer at landene skal redusere netto tilførsel av menneskeskapt fosfor og nitrogen til de følsomme områder av Nordsjøen med ca 50 % i perioden 1985-1995.

SFT fikk i oppdrag av Miljøverndepartementet å utrede hvordan man mest mulig kostnadseffektivt skulle kunne oppnå den avtalte reduksjonen av næringsstoffer, og samtidig oppnå størst mulig forbedring i vannkvaliteten langs vår egen kyst og i våre vassdrag. I den tiltaksanalyse som SFT gjennomførte (SFT, 1991), er det foreslått å bygge 54 nye kommunale renselanlegg i tillegg til de ca. 50 anleggene som allerede er bygget siden 1985. Alle renselanleggene er forutsatt utbygget med fosforfjerning, mens nitrogenfjerning ble foreslått for anlegg for mer enn 10.000 personer med utslipp direkte til

sjøen på strekningen svenskegrensa til Jomfruland. Tilsvarende rensing ble også foreslått for anlegg for mer enn 30.000 personer med utslipp til vassdrag som leder til den nevnte kyststrekningen. Det ble foreslått at de store renselanleggene i Oslo-regionen skulle ferdigstilles innen 1995. De øvrige anleggene større enn 30.000 personer skulle ferdigstilles i 1996 og de større enn 10.000 personer innen 1998.

Allerede i 1988 ba imidlertid Miljøverndepartementet SFT om å utrede hvilke tekniske løsninger som burde benyttes for å nå målene i Nordsjøavtalen, og SFT satte igang et FoU-program sammen med NTN - Forskningsprogram om fjerning av næringsstoffer (FAN-programmet). Den nevnte tiltaksanalysen bygget delvis på erfaringer fra FAN-programmet.

Mens vi i Norge hadde et godt kompetansegrunnlag vedrørende anlegg for fjerning av fosfor, var erfaringene med nitrogenfjerning tilnærmet lik null. Det ble derfor forutsatt at man la spesielt vekt på fjerning av nitrogen. Forskningsprogrammet ble igangsatt 1.1.89 etter en forprosjektfase høsten 1988 og det hadde en varighet på ca 3 år. Programmet ble formelt avsluttet i august 1992 da sluttrapporten ble fremlagt på et avslutningsseminar.

FAN-programmet ble ledet av en styringsgruppe med følgende sammensetning:

Professor Hallvard Ødegaard, NTH/
SINTEF (leder)
Førsteamanuensis Torleiv Bilstad, HSR
Daglig leder Bjarne Paulsrud,
Aquateam A/S
Verkssjef Paul Sagberg, VEAS
(fra august 1990)
Siv.ing. Bjørn Svendsen, Samfunns-
teknikk A/S (fra august 1990)
Overing. Terje Farestveit, SFT
(sekretær til februar 1990)
Overing. Jens Erik Petersen, SFT
(sekretær fra februar 1990)

FAN-PROGRAMMETS MÅL.

FAN-programmets mål kan formuleres i fire punkter :

1. Fremlegge anbefalinger mht hvilke tekniske løsninger for næringsstoff-fjerning som man burde benytte for å nå Nordsjøavtalens mål.

2. Utarbeide et økonomisk grunnlag for kostnadene forbundet med næringsstoff-fjerning som SFT kunne benytte i sin tiltaksanalyse.
3. Bidra til utvikling av norsk miljøteknologi.
4. Bidra til kompetanseheving innen nitrogenfjerning innen det norske fagmiljøet.

I og med at målene med programmet var så konkrete og tidshorizonten så kort, ble det klart for programledelsen at det ville være nødvendig med en streng prioritering og styring av program-midlene. Disse oppgikk til totalt 9 mill. kroner. Helt i starten ble det derfor lagt opp til delprosjekter med fastlagt budsjettamme. Tabell 1 gir en oversikt.

Andelen av prosjektmidlene som gikk til administrasjon var 2.7 % (et svært lavt tall i forhold til hva som ellers er vanlig i slike programmer) og til slutt-rapportering og resultatspredning 4.7 %. Mer enn 93 % av midlene gikk altså direkte til forskningsarbeid.

Tabell 1. *Oversikt over delprosjektene i FAN-programmet med forbruk*

Delprosjekt	Forbruk (kr)
1. Kostnadsanalyse (inkl. dimensjonering)	630.000
2. Grunnleggende studier	2.420.000
3. Pilot-skala studier av biologisk nitrogenfjerning	3.560.000
4. Studier av fysisk/kjemiske N-fjerningsmetoder	600.000
5. Fullskalarelaterte studier	250.000
6. Karakterisering av avløpsvann med tanke på N-fjerning	130.000
7. Videreføring av FAN - Bruk av hydrolyse til karbonkilde	450.000
8. Administrasjon	300.000
9. Sluttrapportering	240.000
10. Informasjonsvirksomhet	100.000
Rest	320.000
Totalt	9.000.000

Av delprosjektene var det kun prosjekt 6 som kom til underveis. Grunnlaget for de øvrige ble lagt ved programrets begynnelse og gjennomført stort sett som planlagt. Når det gjelder de fullskala-relaterte studier, ble disse mindre omfattende enn først planlagt. Dette hadde to årsaker, nemlig at det i programperioden bare kom igang ett full-skala forsøk og at forsøk som skal danne grunnlag for fullskala utbygginger med det første (ved VEAS og Bekkelaget RA), ble tilført midler direkte fra departementet.

Det ble lagt opp til en styring av programmet som var langt mer direkte enn den som har vært vanlig i VA-tekniske forskningsprogrammer i Norge. I motsetning til i de tidligere programmene, hvor interesserte har søkt om bidrag til å gjennomføre prosjekter, ble prosjektplanen her lagt opp av programledelsen (styringsgruppen) og prosjektene ble så plasserte der man mente at kompetansen var best. I de tilfeller hvor flere kunne gjøre jobben like godt (f.eks. i prosjektet vedrørende karakterisering av nitrogenkomponenter i avløpsvann), ba styringsgruppen flere miljøer om tilbud på et allerede utarbeidet prosjektforslag.

Denne måten å styre forskningsprogrammer på, setter selvsagt store krav til programledelsen som må være direkte involvert i gjennomføringen. Styringsmåten forutsetter grundig kjennskap til forskningsmiljøet på den aktuelle sektor. Det kan føre til at enkelte miljøer føler seg forbigått. Med det kortsiktige målet man hadde med FAN-programmet, må imidlertid denne styringsmåten anses å være den eneste mulige. Resultatet av programmet kan tas som et bevis på at styringsmåten var vellykket i dette tilfellet. Ser vi nemlig på hva som

er oppnådd i forhold til hva som var målene for programmet (se over), kan vi klart dokumentere at alle mål er nådd.

MÅLOPPNÅELSE

Økonomisk analyse og prosess-valg.

Ganske tidlig i programperioden ble det satt igang et utredningsarbeid for å klarlegge hvilke metoder man eksperimentelt skulle gå videre med og for å fremskaffe et datagrunnlag for kostnadsberegninger som SFT kunne utnytte i sin tiltaksanalyse. Før denne analysen var gjennomført, hadde styringsgruppen stilt seg åpen for hvilke metoder som burde studeres mer inngående. Man hadde imidlertid, på grunnlag av forprosjektet, bestemt seg for å eksperimentelt analysere nitrogenfjerning i en biofilm-prosess i kombinasjon med kjemisk felling.

I denne analysefasen la man stor vekt på å studere alternativer til biologisk N-fjerning, men det viste seg at de fysiske/kjemiske metodene var beheftet med store prosess-messige usikkerheter og dessuten viste den økonomiske analysen som ble gjennomført for FAN-programmet, at de fysiske/kjemiske metodene ikke kunne konkurrere med de biologiske rent kostnadsmessig. Denne erfaringen gjorde at styringsgruppen bestemte seg for ikke å gå tungt inn med eksperimentell innsats vedrørende fysiske/kjemiske metoder.

Noe støtte ble imidlertid gitt til forsøk med ammoniakk-stripping for å klarlegge enkelte usikre sider ved denne metoden, og noe støtte ble benyttet til å studere membranfiltrering av kjemisk felt avløpsvann — en problemstilling man ikke kunne finne data for i litteraturen.

Kompetanseoppbygning og resultat-spredning.

Fra programledelsen sin side la man helt bevisst de grunnleggende studier til universitetsmiljøer der meget direkte kunnskapsoverføring og kompetanseoppbygning kunne skje. Således har 4 dr.ing.- studenter og en rekke diplomstudenter tatt del i arbeid med direkte relevans til FAN-programmet. I tillegg til de etablerte forskere som har vært involvert i programmet, er det altså en rekke studenter som har fått anledning til å bygge opp kompetanse gjen nom direkte delaktighet i programmet.

Programledelsen bestemte seg helt fra starten av for å legge vekt på en grundig sluttrapportering i stedet for å gi ut en serie av rapporter under prosjektenes gang. En rekke av de delrapporter som ble utarbeidet, ble derfor betraktet som interne notater. Innholdet i disse er imidlertid innarbeidet i sluttrapporten. Denne er utgitt som en lett tilgjengelig bok (Ødegaard, 1992) som må forventes å bli av stor betydning for spredning av den kunnskap som er erhvervet gjennom FAN-programmet, og for generell kompetanseoppbygning på feltet. I tillegg til at sluttrapporten kan forventes å bli en håndbok for de som allerede arbeider med rensing av avløpsvann, vil den bli benyttet som lærebok for studenter som er på vei inn i fagfeltet. Boken inneholder i tillegg til generell informasjon om de prosesser som er aktuelle, også anbefalinger med hensyn til valg av tekniske løsninger for anlegg for næringsstoff-fjerning. Det var ett av målene med programmet å legge fram slike anbefalinger.

I tillegg til sluttrapporten er det utgitt 9 program-rapporter som dekker de sentrale delprosjektene som programmet ble oppdelt i. Disse er tilgjengelige

fra SFT. Forskningsprogrammet har også ledet til en rekke nasjonale og internasjonale artikler i anerkjente tidsskrifter.

Prosess- og teknologiutvikling.

En viktig del av FAN-programmet, og en vesentlig årsak til NTNF's medvirkning, var utvikling av norsk miljøteknologi. Programmet har bidratt til slik utvikling på en rekke områder, men klart ser en dette i utviklingen av prosessløsninger basert på KMT-reaktorer utviklet av det norske selskapet Kaldnes Miljøteknologi A/S.

Som tidligere nevnt besluttet programledelsen å satse på biologisk N-fjerning i kombinasjon med kjemisk P-fjerning i den sentrale eksperimentelle del av FAN-programmet. Det var en rekke årsaker til dette, bl. a. at det eksisterte sterke fagmiljøer på dette området i Norge, at man i liten grad studerte disse prosessløsningene i andre Skandiaviske prosjekter og at det forelå en norsk reaktortype, som ble ansett for å kunne ha et stort potensiale. Som biofilm-reaktor for disse forsøkene, falt det derfor helt naturlig å velge KMT-reaktoren fordi utvikling av **norsk** miljøteknologi var et sentralt mål med programmet.

FAN-programmet har gitt et avgjørende bidrag i utviklingen av denne reaktortypen og spesielt i fremskaffelse av et erfarings- og dimensjoneringsgrunnlag som var helt nødvendig for å kunne ta prosess-løsninger basert på KMT-reaktoren i bruk. Arbeidet er bragt så langt at det er undertegnedes oppfatning at prosesskunnskapen om løsninger basert på denne reaktortypen nå er minst like omfattende som kunnskapen om de andre aktuelle biofilm-reaktorene for det aktuelle formål

(nitrogen-fjerning). På dette grunnlag skulle KMT-reaktoren ha gode muligheter til å lykkes i markedet.

AVSLUTNING

FAN-programmet er utvilsomt den største faglige utfordring undertegnede har stått overfor. Det er sjelden at en for-

sker får en så konkret oppgave, som må løses på så kort tid. Bare historien vil kunne dømme om programmet var vellykket eller ikke, men måten det ble gjennomført på og de resultatene som ble oppnådd er, etter min mening, klarere dokumenterbare enn det som har vært vanlig i VA-tekniske forskningsprogrammer i Norge.

Referanser.

SFT (1991) Nordsjø-deklarasjonen. Tiltak for å redusere næringssalttilførslene. SFT-rapport nr 91:07

Ødegaard, H. (1992) Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann. TAPIR Forlag, Trondheim.