

Teknologi, drifts- og miljøforhold ved norske fiskeoppdrettsanlegg

Av Bjarne Paulsrud, Asbjørn Bergheim og Kjell Hartvigsen

Bjarne Paulsrud er siv.ing. fra NTH 1969 og ansatt i Aquateam, Norsk vannteknologisk senter A/S, Oslo.

Asbjørn Bergheim er lic.agric. fra NLH 1977 og ansatt i Aqua Consult A/S, Stord.

Kjell Hartvigsen er ing. fra OIH 1975 og ansatt i Drammen Stål A/S.

1. INNLEDNING

Denne artikkelen er basert på forprosjektet «Teknologi, drifts- og miljøforhold ved norske fiskeoppdrettsanlegg». Målet med prosjektet har vært å belyse tekniske, drifts- og miljømessige forhold ved norske fiskeoppdrettsanlegg for å få et godt utgangspunkt for prioritering av den videre forskning og utvikling vedrørende teknisk utstyr og prosesser innenfor næringen.

Prosjektet er finansiert av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) og Drammen Stål A/S, og er utført av en prosjektgruppe fra firmaene Aquateam, Norsk vannteknologisk senter

A/S, Aqua Consult A/S og Drammen Stål A/S.

Artikkelen oppsummerer de viktigste generelle erfaringene, og det henvises til hovedrapporten for flere detaljer (1).

2. GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET

I løpet av vinteren og våren 84/85 ble det gjennomført besøk på 10 settefiskanlegg og 9 matfiskanlegg. Anleggene lå i Hordaland og Nordland (se tabell 1). Det ble registrert en rekke data vedrørende teknisk utstyr, driftsforhold etc., og det ble lagt spesiell vekt på oppdretternes erfaringer/synspunkter for driften av anleggene.

Tabell 1. *Oversikt over anlegg som inngikk i undersøkelsen.*

<i>Settefiskanlegg (landanlegg)</i>	<i>Matfiskanlegg (sjøanlegg)</i>
Fitjar Laks A/S, 5419 Fitjar	Sandtorvslaks A/S, 5490 Storebø
Bremnes Fryseri A/S, 5435 Øklandsvågen	Austevoll Marine Farming, 5490 Storebø
Sea Farm A/S, 5520 Sveio	Blom Fiskeoppdrett, 5388 Blomvåg
Kvernsnølt A/S, 5490 Storebø	Jakta Fiskeoppdrett, 5250 Lonevåg
Ask Dambruk A/S, 5370 Ask	Lingalaks A/S, 5623 Fosse
Blom Fiskeoppdrett, 5388 Blomvåg	Våglaks, 8850 Herøyholmen
Jakta Fiskeoppdrett, 5250 Lonevåg	Vold Fiskeoppdrett, 8850 Herøyholmen
Sævareid Fiskeanlegg A/S, 5640 Eikelandssøsen	Havkultur, 8850 Herøyholmen
Torrslaks A/S, 8178 Halså	Lero Laks, 8850 Herøyholmen
Edelfisk A/S, 8250 Rognan	

På settefiskanleggene ble det tatt ut prøver av råvannet før og etter eventuell behandling, og av avløpsvannet før og etter eventuell rensing. Prøvene ble analysert på noen aktuelle parametre (ledningsevne, Ca og Al i råvannet og suspendert stoff, KOF, Tot-N, NH₄-N, Tot-P og PO₄-P i avløpsvannet). I tillegg ble det gjort målinger på stedet av temperatur, pH og O₂-innhold.

I matfiskanleggene ble det målt temperatur, salinitet og oksygeninnhold langs et vertikalprofil fra overflate til bunn, mens dybder og sedimentforhold ble registrert på flere steder under hvert anlegg.

3. SETTEFISKANLEGG

3.1 Vannforsyning

En vannkilde med nok vann av god kvalitet er det viktigste grunnlaget for en vellykket drift av settefiskanlegg. Ikke alle de besøkte anleggene var i denne heldige situasjonen, og det samme kan sies om en rekke andre settefiskanlegg i Norge. Av de undersøkte anlegg var det 7 stk. som hadde vanninntak i naturlige innsjøer, 2

hadde vann fra kilder ved foten av fjellsider og ett hadde kunstig inntaksdam med 50—75% resirkulasjon av vannet. Vannet ble alle steder ført fram til anlegget i ledninger med fall slik at man unngikk pumping. Flere anlegg hadde parallelle ledninger som en sikkerhet i tilfelle rørbrudd.

3.1.1 Kapasitet

Vannbehovet for et settefiskanlegg vil selvsagt variere over året, men generelt gjelder det at vannkildens kapasitet må være minimum 1—1,5 m³/min. pr. 100.000 smolt produsert pr. år. 4 av de 10 anleggene lå under dette nivået og var avhengig av forskjellige løsninger for å bote på problemet (rensing og resirkulering av vannet, sjøvannstilsetning, oksygentilførsel).

3.1.2 Vannkvalitet

Tabell 2 viser noen data for råvannskvaliteten ved 9 av de 10 settefiskanleggene (anleggsnummeringen er tilfeldig og representerer ikke rekkefølgen i tabell 1).

Tabell 2. Kvalitet på ubehandlet vann til noen settefiskanlegg i Hordaland og Nordland.

Anleggsnr.	pH	Lednings- evne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Ca mg/l	Tot-Al* $\mu\text{g}/\text{l}$	O ₂ metn. %
1	7,63	228	26,0	75	93
2	6,32	59	2,0	182	—
3	6,72	34	1,4	32	100
4	5,69	38	0,95	97	—
5	5,48	68	1,5	109	—
6	6,18	97	2,8	125	87
7	6,39	78	2,4	54	100
8	6,19	57	1,8	57	86
9	6,55	98	3,7	44	87

* Ved lave pH-verdier bør det også analyseres på labilt aluminium for å kunne avgjøre giftigheten ovenfor fisk.

Det største problemet med vannkvaliteten ved flere av anleggene i Hordaland er bløtt (salfattig) vann hvor en får pH-fall ved tilførsel av sur nedbør eller surt smeltvann. Vanntyper med Ca-konsentrasjon under ca. 2 mg Ca/l og Al-konsentrasjoner over ca. 50 µg Al/l vil her ofte kreve pH-justering (avsyring) før bruk i settefiskanlegg. Høyt humusinnhold i vannet vil imidlertid «binde» og avgifte løsløst aluminium effektivt (anlegg nr. 6).

3.1.3 Råvannsbehandling

Det ble foretatt pH-justering av råvannet ved 4 av de 10 anleggene, mens samtlige anlegg hadde lufting av vannet etter oppvarming.

For pH-justering av råvannet ble det ved 2 anlegg blandet inn mindre mengder sjøvann (10—15% av ferskvannsmengden). Dette er en svært effektiv og enkel metode for pH-heving og buffring av ferskvannet i de settefiskanleggene som ligger ved sjøen, men ulempen er at sjøvannet kan føre med seg vibrosemitte inn i anlegget. For å unngå dene smittefare har det vært prøvd med UV-desinfeksjon av sjøvannet, men med varierende hell (partikler i sjøvannet og begroing på UV-lampene reduserer effekten). På det ene anlegget i denne undersøkelsen ble det pumpet opp sjøvann fra ca. 170 m dyp, og erfaringene hittil var at dette vannet ikke inneholdt vibrosemitte. En annen metode som bl.a. er prøvd ved Akvakulturstasjonen på Matre er å pumpe opp salt grunnvann fra løsmasseavsetninger i strandsonen (2).

Ved et av anleggene i undersøkelsen ble det tilsatt kalkslurry til råvannet (ca. 0,8 mg Ca/l). Det ble brukt ferdig oppblandet slurry (Hustadmarmor) og erfaringene var gode. Ved det fjerde anlegget som hadde pH-justering, ble råvannet (og

også resirkulert vann) filtrert gjennom løsmasser som var dekket med skjellsand.

Når råvannet varmes opp for å øke tilveksten på fisken (se pkt. 3.2) reduseres løseligheten av gasser i vannet (N₂, O₂, Ar), og man får gassovermetning. Nitrogenovermetning kan være dødelig for fisk, og oppvarmet vann må derfor luftes før det ledes til fiskekarene. Vanlige luftesystemer på settefiskanlegg er:

- Trykklufttilførsel (Inkaluftere)
- Vannfall-lufting (Kaskadeluftere, kolonnenluftere, «bioluftere»).

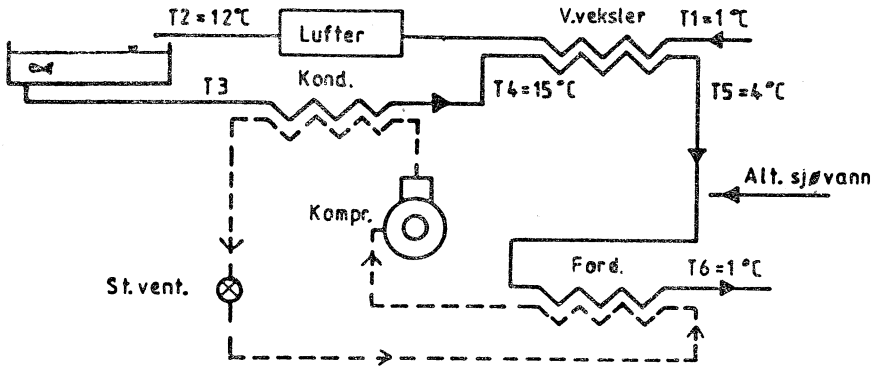
5 av de 9 anleggene som hadde oppvarming av vannet, benyttet Inkaluftere, mens resten brukte ulike typer vannfall-luftere. Effekten av lufterne var ikke målt noen steder, men brukerne var stort sett fornøyd. Det synes imidlertid som om de såkalte «bioluftere» (vannet spres over en tank fylt med plastlegemer av samme type som i biologiske filtre) er unødig kostbare i forhold til effekten.

3.2 Energisystemer

Oppvarming av vannet i settefiskanlegg for å øke produktiviteten er blitt mer og mer vanlig. Dette gjelder spesielt ved klekking og startfóring av yngelen da dette skjer når den naturlige vanntemperaturen er lavest (vinter/vår). Følgende varmekilder er aktuelle:

- Elektriske varmekolber/oljefyrte kjeler
- Avløpsvann fra anlegget
- Sjøvann (fra dypt vann)
- Spillvarme fra industri.

Varmen fra disse kildene kan utnyttes ved bruk av varmepumper, varmevekslere og/eller resirkulering.



Figur 1. Prinsippkisse av varmepumpeopplegg i et settefiskanlegg (3).

Av de 9 anleggene som hadde oppvarming av vannet, var det 6 stk. som hadde installert varmepumpe med varmeveksling mot avløpsvannet og ytterligere 2 av anleggene hadde konkrete planer om anskaffelse av slikt utstyr. To anlegg (som ikke hadde varmepumpe) benyttet i tillegg til varmekolbe også sjøen som varmekilde ved at inntaksledningen for ferskvannet var lagt på dypt vann i sjøen.

Fig. 1 viser prinsippet for integrering av varmepumpe og varmeveksler i et settefiskanlegg (3).

Erfaringene med varmepumpeinstallasjonene var stort sett gode, men det var et gjennomgående trekk at oppdretterne visste lite om hvilke krav de skulle stille til et slikt system, og informasjonene fra leverandørene var også i flere tilfeller mangelfulle for å få fullt utbytte av det kostbare utstyret.

Det største problemet med driften av varmepumpeanlegg er den begroingen man får i varmeveksleren når avløpet fra fiskekarene ledes gjennom denne. Ved flere av de besøkte anleggene måtte varmeveksleren spyles gjennom med alkalisk vaskemiddel 2—3 ganger pr. uke for å opprettholde

en effektiv varmeoverføring. Slike drifts rutiner medfører mye arbeid, og det er derfor et sterkt ønske fra næringen om å komme fram til effektivt utstyr for rensing av avløpsvannet før det ledes inn i varmevekslere. Ved ett av anleggene passerte avløpet en skikkelig sedimenteringstank (maks. overflatebelastning = $5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) mens et annet benyttet en såkalt trommel sil for behandling av avløpsvannet før varmeveksling. Begge stedene var rensetiltakene nylig installert, og det forelå ingen systematiserte erfaringer.

3.3 Avløpsvann — rensing/resirkulering

3.3.1 Avløpsvannskvalitet

Når vannet passerer gjennom fiskekarene vil det bli tilført forurensninger i form av uutnyttet fôr og ekskrementer fra fisken. Forurensningsgraden angis ofte ved innholdet av suspendert stoff, organisk stoff (BOF, KOF), fosfor- og nitrogenforbindelser i vannet. Innholdet av disse komponentene vil kunne variere betydelig avhengig av bl.a. fôringsmengde og -rutiner, fiskestørrelse og ikke minst av rengjøringsrutinene for fiskekarene. Bergheim et al.

(4) har f.eks. dokumentert at innholdet av suspendert stoff i avløpsvannet kan øke med en faktor på ca. 100 når det foregår rengjøring av karene (100—500 mg/l suspendert stoff er ikke uvanlig i dette vaskevannet).

Tabell 3 viser analyseresultatene fra de stikkprøver som ble tatt av avløpsvannet ved 8 av de undersøkte anleggene. Med utgangspunkt i det som er sagt ovenfor må en på det sterkeste understreke at disse tallene bare gir en indikasjon på størrelsesorden av forurensningsnivået i avløpsvann fra settefiskanlegg. Det synes også klart at prøvene ikke er tatt mens det har foregått noe særlig rengjøring av karene (innholdet av suspendert stoff er lavt i alle prøvene).

3.3.2 Resirkuleringsanlegg

Ved 3 av de 10 anleggene ble deler av avløpsvannet rensert og blandet sammen med innkommende råvann igjen (resirkulasjonsgraden varierte fra ca. 50% til ca. 90%). Disse anleggene hadde separat avløpssystem for vaskevannet, dvs. det mest forurensete vannet gikk ikke inn i resirkulasjonssystemet.

I anlegget med høyest grad av resirkulasjon (anlegg nr. 2 med 80—90% resirkulasjon) ble det brukt tre ulike metoder for fjerning av suspendert stoff fra avløpsvannet):

- Små sedimenteringstanker kombinert med utløpsarrangementet fra det enkelte fiskekar
- Virvelseseparator
- Sandfiltre (kontinuerlig spykende filtre og konvensjonelle trykksandfiltre).

Etter filtrering ble det resirkulerte vannet luftet (Inkalufter) og desinfisert (UV-bestråling) før det ble blandet med nytt

råvann. Det har ikke vært gjort noen undersøkelser av effekten av disse rensertiltakene, men rent driftsmessig har det vært en god del problemer med gjentetting i det kontinuerlig spykende sandfilteret.

I det andre anlegget med resirkulasjon (anlegg nr. 4, ca. 50% resirkulasjon) passerte avløpsvannet en luftenhet («biolifter») og en sedimenteringstank før resirkulering.

Ved det tredje anlegget ble avløpsvannet ført via en virvelseseparator til en pumpestasjon. Avløpsvannet som skulle resirkuleres (50—75%), ble så pumpet opp og infiltrert i løsmasser dekket med skjellsand på oversiden av det store inntaksbassenget (ca. 2.000 m³) for anlegget. I dette bassenget blir resirkulert vann blandet med nytt råvann, og i tillegg vil det skje en viderebehandling av vannet (sedimentering, biologisk fiksering).

Felles for de tre resirkulasjonsanleggene var at det ikke forelå noen data for effekten av de ulike rensertiltakene og heller ikke for kvaliteten på det resirkulerte vannet. Blant samtlige settefiskanlegg som ble besøkt, var det en viss skepsis til rensing og resirkulering av vann. Denne holdningen skyldes sannsynligvis at innføring av resirkulasjonssystemer har vært basert på «prøve- og feilmotoden» i full skala og uten at man har vurdert avløpsvannets kvalitet. En systematisk utprøving av renseteknisk utstyr og prosesser under realistiske forhold vil kunne endre på dette forholdet.

3.3.3. Rensing før utslipp

Det var bare ett av de 10 anleggene som hadde rensing av avløpsvannet med den primære hensikt å redusere forurensningsbelastningen på resipienten (i dette tilfellet en elv). Flere av anleggene hadde imidlertid utslipp til grunne fjordområder og også til et ferskvann uten at det var satt inn

Tabell 3. Analyser av avløpsvann fra settefiskanlegg (stikkprøver).

Anleggsnr.	Susp. stoff mg/l	KOF mgO/l	Tot-N µg/l	NH ₄ -N µg/l	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l
1* a b	<5 7	- -	250 260	12 6	13 25	5 3
2	<5	-	1700	60	153	98
3***a b	<5 <5	50 85	515 287	260 52	50 17	50 15
4	<5	310	170	63	12	10
5	<5	70	340	18	15	10
6	8	<10	1455	160	185	91
7	<5	<10	570	100	32	11
8	<5	<10	770	190	87	54

* a = før virvelseparator

b = etter virvelseparator

** a = avløpsvann fra startfôringsavdeling

b = avløpsvann fra hele anlegget

rensetekniske tiltak for avløpsvannet. Det ene anlegget benyttet virvelseparator (virveloverløp) av en ny type med slamlomme i bunnen (anlegg 1 i tabell 3). Denne typen er basert på tilnærmet kontinuerlig avdrag fra slamlommen, men dette var det ikke lagt opp til ved den undersøkte installasjonen. Videre var virvelseparatoren plassert for langt unna fiskekarene slik at partikulært materiale blir finfordelt før det når separatoren. Disse forhold er sannsynligvis årsaken til at brukeren var svært misfornøyd med virkningsgraden av utstyret (prøvene og visuell bedømmelse ved be-

søket underbygger denne misnøyen), og forholdet skyldes antakelig mangelfull in-formasjon fra leverandør til bruker.

3.4 Produksjonsutstyr

3.4.1 Fiskekar

For klekking av rogn ble det enten brukt klekkerenner med bakker (kasser) eller kvadratiske kar (1 x 1 x 0,3 m) i plast. Ved de anlegg som hadde prøvd begge systemer, var det en klar preferanse til fordel for klekkekarene. Dette skyldtes enklere renhold, bedre oversikt, lettere fjerning av død rogn og dessuten det forhold at

klekkekarene også kunne brukes til startfóring. For øvrig var det svært delte meninger om bruk av kunstig klekkesubstrat, og endel mente at eksisterende produkter («Biobunn», «Astroturf») ikke var egnet til formålet.

Til startfóring av fisken dominerte kvadratiske (1—2 m) og relativt lave (0,25—0,6 m) kar i plast. Det ble påpekt viktigheten av god spredning av yngelen i karet, og faktorer som strømningsforhold, fóringsteknikk, helning på karbunnen og bruk av substrat (grus, kunstig medium) ble ansett som vesentlige.

Etter startfóringstadiet ble det stort sett brukt sirkulære kar (basseng) med diameter 3—10 m og dybde 1—1,5 m. Plastkarene var dominerende i denne størrelsen også, men i tillegg fantes kar i aluminium og epoxybelagt stål. I de fleste karene ble vannet tilført tangentielt ved overflaten, mens utløpet var i sentrum ved bunnen av karet. Det var for øvrig overraskende å se hvor lite arbeid det var lagt i å optimalisere strømningsforholdene i karene med tanke på en best mulig utnyttelse av vannvolumet samt en god selvrensing.

3.4.2 Fóringssystemer

Fórautomater fra de to største fórløve-landene her i landet dominerte på de besøkte anleggene, men det var delte meninger om hvor gode disse automatene var. Misnøyen gjaldt stort sett eldre typer automater uten spredeutstyr for fóret, og ved et par anlegg med slikt utstyr hadde man gått helt over til manuell fóring (spesielt i startfóringsskudd). For styring av fórautomater ble det enten brukt relativt enkle systemer med innstilling av gangtid og pausetid for utmating av fóret, eller mer kompliserte, mikroprosessorbaserte opplegg hvor også faktorer som fiskevekt og temperatur tas hensyn til.

3.4.3 Sotering, telling og intern transport av fisk

Ved 7 av de 10 anleggene ble settefisken sortert manuelt (bruk av vugge med rister), mens 3 anlegg benyttet maskinell sortering hvor fisken ble inndelt i 4 størrelsesgrupper. Det ble imidlertid påpekt at eksisterende maskinelt sorteringsutstyr hadde en del driftsmessige svakheter. Telling av fisk foregikk manuelt ved alle anlegg. For internt transport av fisk ble det stort sett bare brukt bøtter, baljer eller transportkasser som ble fraktet for hånd eller med truck mellom de forskjellige karene i forbindelse med sorteringen.

De ovenfor nevnte arbeidsoperasjoner tar i dag mye av den totale arbeidstiden ved et settefiskanlegg (ved ett av anleggene ble det hevdet at man kunne spare ca. 2 årsverk ved bedre utstyr og systemer for disse arbeidsoppgavene). Det er derfor et stort behov for videreutvikling av maskinelt sorteringsutstyr og systemer for internt transport av fisk (kanaler, rør etc.). Disse forhold er også nylig påpekt fra annet hold (5).

3.4.4 Overvåkings- og alarmsystemer

Kontinuerlig registrering (overvåking) av de viktigste vannkvalitetsparametre (pH, oksygen, temperatur) samt kritiske vannnivåer i bassenger etc. ble ikke praktisert i noen særlig grad på de besøkte anleggene. Ved et par av anleggene arbeidet man imidlertid med oppbygging av slike systemer med tilhørende alarmer til vakthavende personell utenfor vanlig arbeidstid. Problemene man møtte i denne sammenheng var imidlertid å finne måleutstyr og instrumenter som har tilstrekkelig grad av pålitelighet under de rådende driftsforhold. En objektiv og praktisk utprøving av komponenter og systemer ble her sett på som sterkt ønskelig.

4. MATFISKANLEGG

4.1 Flytende konstruksjoner

Alle de 9 besøkte anlegg var mæranlegg med flytekrajer av ulike typer og fabrikat. Det var 6 ulike fabrikat av prefabrikerte konstruksjoner, og i tillegg hadde 3 anlegg egenproduserte flytekrajer laget av isopor og treplank. 6 av anleggene hadde ikke landfast forbindelse slik at personell, før etc. måtte fraktes til og fra anlegget med båt.

Ingen av anleggene hadde hittil vært utsatt for havarier pga. uvær, ising osv., men dette skyldtes at alle anleggene lå på relativt skjermede lokaliteter. Det ble imidlertid påpekt på ett anlegg hvor man hadde en stiv, sammensveiset flytekragekonstruksjon at de hadde måttet forsterke hjørner og sveiser for å unngå brudd i konstruksjonen.

Problemet med havarier på mæranlegg fordi konstruksjonene ikke er tilpasset påkjenningen de kan bli utsatt for på den aktuelle lokalitet, vil sannsynligvis bli redusert i fremtiden når en Veritas-ordning med godkjenning av slikt utstyr trer i kraft.

4.2 Fóringsssystemer

Samtlige anlegg unntatt ett benyttet tradisjonelle fórautomater (tørrfór) eller manuell fóring (tørrfór, mjukfór og våtfór), mens ingen hadde foreløpig tatt i bruk de moderne datastyrte fóringssystemene. Dette var imidlertid planlagt i forbindelse med utvidelse av et par anlegg. Ett av anleggene hadde et selvlaget system basert på tradisjonelle fórautomater i et hus på land, og fóret ble derfra transportert med opppumpet sjøvann gjennom 40 mm plastslanger til den enkelte mær. Stylingssystemet for tørrfórautomatene var enten selvlagete eller prefabrikerte enheter basert på enkle programverk (tidur) med innstil-

ling av gangtid og pausetid for fóringen og ofte med en overstyring av dagslyset (fotocelle).

Oppdretterne var stort sett fornøyd med fóringssystemene sine, men flere ønsket seg gjennomsiktede beholdere til tørrfórautomatene, slik at man enkelt kunne kontrollere påfyllingsbehovet. Øvrige negative kommentarer gjaldt vesentlig gamle fóringssystemer og styresystemer.

En generell kommentar fra brukerhold var at uansett hvor fine og automatiserte fóringssystemer man fikk, så ville man opprettholde noe manuell fóring, da det alltid vil være behov for å ha en regelmessig oppfølging og vurdering fra erfarne folk som kan oppdage sykdomsutbrudd osv. på et tidlig tidspunkt.

4.3 Teknologi for å bedre miljøforholdene

Når det gjelder de konkrete resultatene fra miljøregistreringene i prosjektet, henvises det til prosjektrapporten (1). Det kan imidlertid fastslås at flere av anleggene var slik plassert (dybde, strømforhold) at man var redde for påvirkning av vannmiljøet fra slamansamlinger på bunnen under mærene.

Et vanlig tiltak for å redusere slamansamlinger under mærene, er bruk av strømsettere, som riktig plassert og drevet, kan spre ekskrementer og fórrerter på en effektiv måte. 4 av anleggene hadde gått til anskaffelse av slikt utstyr, og driftsmåten varierte fra kontinuerlig bruk til et «skipertak» en gang pr. år (om høsten). Effekten av utstyret ble kontrollert av dykkere, og de aktuelle oppdretterne var godt fornøyd med utstyret.

Andre tekniske tiltak for å bedre miljøforholdene i mæranlegg vil kunne være bedre fóringssystemer for å redusere fór-

spillet, og dessuten bruk av poser under mærene for oppsamling og borttransport av foreurenningene. Dette er systemer som finnes tilgjengelig i dag, men det finnes foreløpig lite driftserfaringer.

4.4 Driftsutstyr

Det finnes i dag mye bra utstyr (båter, trucker, kraner) for transport og håndtering av fôr, notposer etc., og de besøkte oppdretterne var stort sett fornøyd med tingenes tilstand på dette området.

Ved noen av anleggene ble det pekt på behovet for å få fram mindre arbeidskrevende, men samtidig skånsomme systemer for sortering og telling av fisken. Andre mente imidlertid at dagens manuelle metoder var akseptable.

Utstyr for produksjon av mjukfôr og våtfôr ble ikke vurdert i denne undersøkelsen, da de anleggene som brukte disse fôrtypene, fikk det fra separate fôrkjøkener.

5. OPPSUMMERING — BEHOV FOR TEKNISK FoU I DAGENS OPPDRETTEANLEGG

På grunnlag av innsamlet erfaringsmateriale og øvrig kjennskap til næringen,

har prosjektgruppen endt opp med følgende konklusjon når det gjelder behov for teknisk FoU:

- Systematisk utprøving av utstyr og prosesser for vann- og avløpsbehandling i *settefiskanlegg*
- Utvikling og testing av systemer for sortering, telling og intern transport av fisk i *settefiskanlegg*
- Systematisk utprøving av måleutstyr og instrumenter for kontroll og overvåking av *settefiskanlegg*.

Når det gjelder *matfiskanlegg i sjøen* (mæranlegg), så er det utviklet mye utstyr de senere årene, og det gjelder nå først og fremst å få samlet og vurdert erfaringene med dette på en objektiv måte. I tillegg vil en godkjennings- og kontrollordning av flytende konstruksjoner bidra til å heve det tekniske nivået på området og derved redusere de økonomiske tap p.g.a. havarier. Vår oppfatning er imidlertid at tiden nå er inne for å prioritere forskning og utvikling av *landbaserte matfiskanlegg* tilpasset de norske konsesjonsrammer for laksefisk.

6. REFERANSER

1. Paulsrud, B., Bergheim, A. og Hartvigsen, K., «Teknologi, drifts- og miljøforhold ved norske fiskeoppdrettsanlegg», NTNFs Planleggingsgruppe for havbruk, 1985.
2. Ulgenes, Y., Hansen, T. og Torrisen, O. J., «Sjøvann — et utmerket vannforbedringsmiddel i settefiskoppdrett», Norsk Fiskeoppdrett nr. 4, 1985.
3. Sjøli, R., «Varmepumpe/varmeveksler i settefiskanlegg. Praktiske erfaringer og kostnader», Foredrag på NITO-kurset Teknologi i oppdrettsnæringen, Os, 9.—11. mai 1985.
4. Bergheim, A., Hustveit, H., Kittelsen, A. and Selmer-Olsen, A. R., «Estimated Pollution Loadings from Norwegian Fish Farms. II. Investigations 1980—1981», *Aquaculture*, 36 (1984), pp. 157—168.
5. Kittelsen, A., «Hva kan gjøres bedre på dagens settefiskanlegg?», Foredrag på NITO-kurset Teknologi i oppdrettsnæringen, Os, 9.—11. mai 1985.