




0-94199

Slamføring i Høvikelva under anleggsarbeid

Konsekvenser for Høvik Fiskeanlegg

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undemr.:
O-94199	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3194	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Slamføring i Høvikelva under anleggsarbeid. Konsekvenser for Høvik Fiskeanlegg.	Dato:	Trykket:
	01.02.95	NIVA 1995
Forfatter(e): Vilhelm Bjerknæs Lars Liabø (A/S Kontali)	Faggruppe:	Geografisk område:
	Akvakultur	Møre og Romsdal
	Antall sider:	Opplag:
	29	48

Oppdragsgiver: Neset kommune	Oppdragsg. ref.: Erik Furset
---------------------------------	---------------------------------

Ekstrakt:
Anleggsarbeid i Høvikelvas nedslagsfelt sommeren 1994 førte til periodevis tilslamming av Høvikelva, som er vannkilde for Høvik Fiskeanlegg. Dette antas å være hovedårsak til kraftig redusert tilvekst hos settefisk av laks ved fiskeanlegget i tidsrommet for anleggsarbeidet. Fiskeanleggets økonomiske tap som følge av redusert fisketilvekst er estimert til ca. 3.5 mill kr.

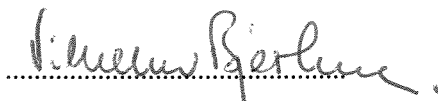
4 emneord, norske

1. Partikkelforurensning
2. Fiskeoppdrett
3. Fisketilvekst
4. Økonomisk tap

4 emneord, engelske

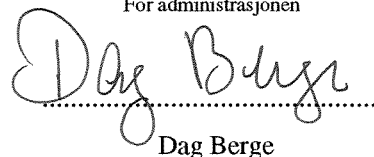
1. Suspended solids
2. Fishfarming
3. Fish growth
4. Economic loss

Prosjektleder



Vilhelm Bjerknæs

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN-82-577-2685-0

O-94199

Slamføring i Høvikelva under anleggsarbeid.

Konsekvenser for Høvik Fiskeanlegg

Vilhelm Bjerknes (NIVA)
Lars Liabø (A/S Kontali)

Forord

Rapporten gir en vurdering av skader påført Høvik Fiskeanlegg A.S. som følge av tilslamming av inntaksvannet fra Høvikelva sommeren 1994. Tilslammingen skyldtes Nasset kommunes anleggsvirksomhet i nedslagsfeltet til Høvikelva i forbindelse med nytt kommunalt vannverk med Mørkvatnet som reservoar.

NIVA er ansvarlig for det foreliggende utredningsarbeidet, som er utført etter oppdrag fra Nasset kommune v/teknisk sjef Erik Furset. Veterinær Inger Mette Hogstad ved Fivetro A.S. har gitt verdifulle opplysninger om miljøtilstand og fiskens tilstand i settefiskanlegget, og har besørget biologiske prøver for undersøkelse ved Veterinærinstituttet.

Lars Liabø i konsulentfirmaet Kontali A.S. har foretatt økonomiske beregninger basert på opprinnelig og omlagt driftsplan for Høvik Fiskeanlegg. Fiskeanlegget v/Rolf Jonas Hurlen har framskaffet nødvendige data for vurdering av de faktiske forhold. Nasset kommune har bla. besørget innsamling og forsendelse av vannprøver.

Vannanalyser er utført ved Romsdal Næringsmiddeltilsyn og ved NIVA's laboratorier, som også har utført partikkelanalyse. NIVA v/Vilhelm Bjerknæs er prosjektansvarlig, og ansvarlig for innsamling, bearbeiding og vurdering av data om fisk og miljø, og for presentasjon av resultatene.

Bergen 1. februar 1995

Vilhelm Bjerknæs

Innhold

Forord	1
Sammendrag	3
1. Innledning	4
2. Undesøkelsesprogram	6
2.1. Vannkvalitet	6
2.1.1. Vannanalyser	6
2.1.2. Partikkelanalyse	6
2.1.3. Episodeanalyse	6
2.2. Fisk	6
2.2.1. Tilvekst	6
2.2.2. Vevsprøver	7
2.2.3. Fôrforbruk	7
2.3. Økonomiske konsekvenser	7
3. Resultater	8
3.1. Vannkvalitet	8
3.1.1. Episoder	8
3.1.2. Vannanalyser	9
3.1.3. Partikkelfordeling	10
3.2. Effekter på fisk	10
3.2.1. Undersøkelser av fisk	10
3.2.2. Tilvekst	10
3.3. Økonomiske effekter	12
3.3.1. Salgsinntekter	12
3.3.2. Kostnadsendringer	12
3.3.3. Rentevirkninger	13
3.3.4. Prisfallrisiko	14
3.3.5. Oppsummering økonomi	15
4. Diskusjon	16
4.1. Effekter av suspendert slam	16
4.2. Konklusjon	18
5. Litteratur	19
Vedlegg 1 - 4	

Sammendrag

Neset kommune har drevet anleggsarbeid i nedslagsfetet til Høvikelva for å ta i bruk Mørkvatnet som reservoar for nytt vannverk. Anleggsvei og rørtrasé passerer områder med leirholdig grunn, og avrenning herfra medførte periodevis tilgrumsing av Høvikelva sommeren 1994. I Mørkvasselva, som renner langs anleggstraséen er det målt forhøyet uorganisk tørrstoffinnhold på 598 mg/L, i Høvikelva nedstrøms Mørkvasselva 187 mg/L, og i inntaksvannet til Høvik Fiskeanlegg, nær Høvikelvas utøp i Langfjorden, er det målt 253 mg uorganisk tørrstoff pr. liter.

Ved avslutningen av anleggsarbeidet i september/oktober 1994 startet arbeidet med tildekking av grøfter og skjæringer med jord, gjødsling/kalking av overflaten og tilsåing med gras. Dette tiltaket som gjøres for å hindre fortsatt erosjon av leire, vil bli fullført våren 1995.

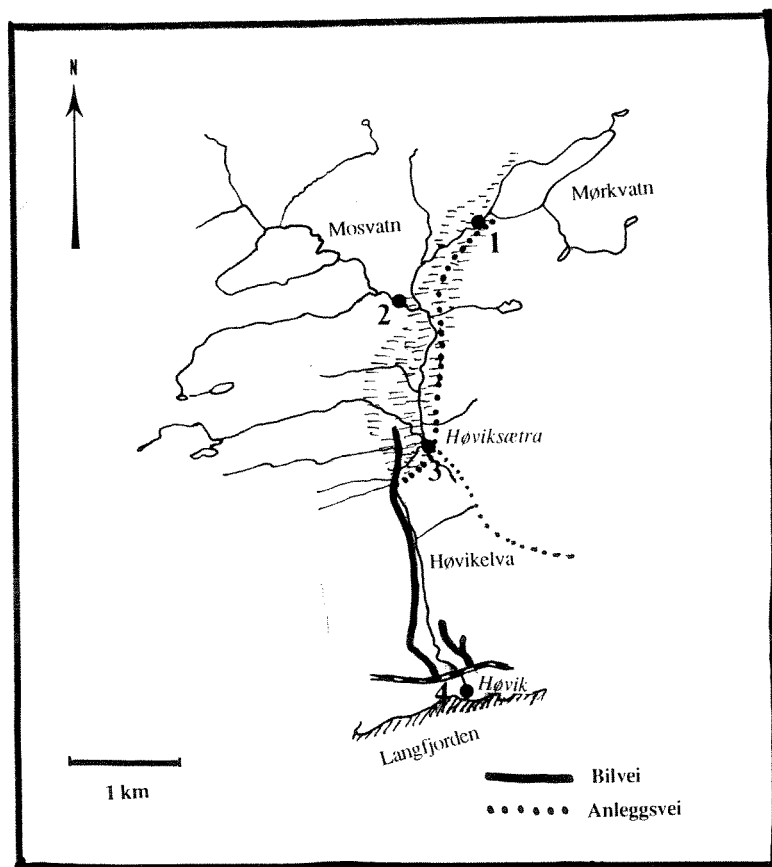
Ved Høvik Fiskeanlegg, som nytter Høvikelva som vannkilde, har man observert kraftig tilgrumsing av inntaksvannet, redusert appetitt, og sterkt redusert tilvekst på settefisk av laks. Veieprøver av fisk i september 1994 viste en gjennomsnittsvekt på 15 g. Dette er 11 g lavere enn normalt på denne tiden.

Endret tilvekst fører til utsatt salg og økt destruksjon av småfallen fisk. Høvik Fiskeanlegg har som konsekvens av dette lagt om driftsplanen for inneværende og kommende år. Det økonomiske tapet etter endring av driftsplan er estimert til ca. 3.5 mill kr. pr. 31.12.95.

Rapporten tar for seg årsak/virknings-sammenhengene mellom partikkelforurensningen og den reduserte tilveksten på fisken, og konkluderer med at en slik sammenheng er sannsynlig.

1. Innledning

I mai 1994 satte Nesset kommune igang gravearbeider for rørledningstrase og anleggsvei til Mørkvatnet (407 m.o.h., Figur 1.1) i forbindelse med utbygging av nytt vannverk. Suspenderte leirmasser fra anleggstraséen, som følger østsiden av elven fra Mørkvatnet, har rent ut i elven og videre til Høvikelva, som er vannkilde for Høvik Fiskeanlegg. Fiskeanlegget ligger der Høvikelva renner ut i Langfjorden, og produserer laksesmolt for salg og videre oppdrett til matfisk i sjøen.



Figur 1.1. Kartskisse over Høvikelvas nedslagsfelt. Stasjoner for vannprøver nummerert 1-4.

I slutten av mai 1994 ble det registrert grumset vann i settefiskanlegget, og siden da har man hatt periodevis uklart vann. Episodene med uklart vann har falt sammen med nedbørsperioder. Under disse episodene var det ikke mulig å kontrollere fiskens føropptak i settefiskanlegget. Samtidig ble det observert uvanlig slimutsondring på fiskens gjeller (vedlegg 1). Undersøkelser av histologiske snitt av fiskegjeller viste vevsforandringer som kan være forårsaket av vannkvaliteten (vedlegg 2).

Etter de opplysninger NIVA har fått startet problemene med tilslamming av vannet i juni. Det første forvarselet om redusert tilvekst kom ved en vei-prøve av yngel 30. juni, som viste sterkt redusert tilvekst i forhold til normalt. Fra og med 1. juli ble det gjennomført mer systematisk registrering av vannmiljøet i settefiskanlegget. I framstillingen videre har vi benyttet data og opplysninger fra perioden juli-september 1994. Det har også forekommet episoder med tilgrumming i oktober og november 1994.

Det har ikke vært noen eksepsjonell dødelighet på fisk i Høvik Fiskeanlegg, men sterkt redusert tilvekst på fisken indikerer mistrivsel og redusert appetitt. Driftsansvarlige ved fiskeanlegget har observert sterkt nedsatt fôropptak i forbindelse med slameepisodene, og har foreløpig konkludert med at dette er hovedårsaken til den reduserte tilveksten.

Neset kommune har engasjert NIVA til å utrede følgende forhold:

1. Strakstiltak for å redusere problemene for resten av anleggsperioden.
2. Virkning leirforurensningen på fiskens vekst m.v.

NIVA v/undertegnede møtte representanter for kommunen, anleggsentreprenøren og Høvik Fiskeanlegg i Eidsvåg 5. september 1994. I forbindelse med møtet ble det foretatt befarings- og anleggsområdet for vannverket og av Høvik Fiskeanlegg. Strakstiltak i form av tildekking og tilsåing av skjæringer og grøfter ble diskutert.

Årsaker til mistrivsel hos fisk er alltid vanskelig å påvise i ettertid. Det er imidlertid kjent at miljøet er av avgjørende betydning for fiskens trivsel, og tilvekst er mye brukt som en indikator på trivsel hos fisk. Denne undersøkelsen har ikke til mål å bevise, men å sannsynliggjøre en eventuell årsakssammenheng mellom redusert fisketilvekst og kommunens anleggsarbeid. Et hovedmål ved undersøkelsen har vært å estimere det økonomiske tap Høvik Fiskeanlegg har lidd som følge av redusert fisketilvekst sommeren 1994.

Undersøkelsen bygger i stor grad på journalførte observasjoner fra Høvik Fiskeanlegg med hensyn på vannkvalitet, fiskeadferd og tilvekst. I tillegg til observasjoner foretatt av anleggets egne folk, er det innhentet opplysninger fra tilsynsførende veterinær Inger Mette Hogstad. Preparater av gjeller fra fisk er undersøkt ved Veterinærinstituttet. I den grad det har vært mulig er opplysninger om miljø og miljøeffekter søkt verifisert gjennom nedbørdata, vannanalyser fra Høvikvassdraget, partikkelanalyser av leire fra anleggsområdet, vevsprøver av fisk og gjennomgang av relevant litteratur.

På grunnlag av tilvekstdata for sommeren 1994 har vi foretatt vekstberegninger fram til utsettingsferdig fisk. Med utgangspunkt i disse beregningene har konsulentfirmaet Kontali A.S. v/Lars Liabø estimert Høvik Fiskeanleggs økonomiske tap basert på forskjellen mellom utbytte ved normal og redusert tilvekst. Litteratur om partikkelforurensning og miljøstress hos fisk er gjennomgått for å framskaffe erfaringsmateriale som kan belyse situasjonen ved Høvik Fiskeanlegg.

Anleggsveg og rørtrasé var ferdig i september/oktober 1994. Arbeidet med tildekking av skjæringene med jord ble ikke fullført før vinteren, og må vente til våren 1995. Leiren langs traséen vil da ikke lenger være eksponert. Tiltaket vil forhåpentlig stanses tilslammingen av Høvikelva. Etter planen skal anlegget være ferdigstilt 31. juli 1995.

2. Undesøkelsesprogram

2.1. Vannkvalitet

2.1.1. Vannanalyser.

Vannprøver fra ulike deler av Høvikvassdraget er analysert med hensyn på en del parametre som står sentralt ved denne typen vannforurensning. Høvikelva har to hovedtilløp, det ene kommer fra Mørkvatnet (407 m.o.h.) som utgjør det potensielle vannverksmagasinet, det andre fra Mosvatnet (371 m.o.h.) som er uberørt av anleggsarbeidet. Det er tatt vannprøver i avløpselvene fra begge disse magasinene, i Høvikelva etter samløpet og ved Høvik Fiskeanlegg. Prøver er tatt under ulik grad av leirforurensning. Vannkvaliteten i den upåvirkete elven fra Mosvatnet antas å være representativ for elven fra Mørkvatnet i upåvirket tilstand.

Følgende vannanalyser er foretatt:

pH: Surhet
KOND: Elektrisk ledningsevne
TURB: Turbiditet ("grumsethet")
FARG: Farge
STS: Total suspendert tørrstoff
SGR: Suspendert minerogent tørrstoff

2.1.2. Partikkelanalyse

Det er foretatt analyse av partikkelstørrelse- og fordeling i en leirprøve tatt i anleggsområdet 5. september 1994.

2.1.3. Episodeanalyse

I journal fra Høvik Fiskeanlegg er det gitt korte beskrivelser av episodene med tilslamming. Journalen oppgir når tilslamming startet, tiltok, avtok og sluttet. Det er foretatt daglige observasjoner av sikten i fiskekarrene. Opplysningene er sammenholdt med nedbørdata fra DNMI's stasjon nr. 6455, Tingvoll (vedlegg 3).

2.2. Fisk

2.2.1. Tilvekst

Tilvekstdata for fisk i oppdrettsanlegget basert på veieprøver fra perioden juni-september 1994 er oppgitt fra driftsansvarlig ved Høvik Fiskeanlegg, og sammenliknet med erfaringstall fra anlegget. Disse tallene er sammenholdt med månedsmiddeltemperaturer i vannet i Høvik Fiskeanlegg og med normtall for tilvekst (Gjedrem 1993). Ved bruk av normtall har vi beregnet videre tilvekst fra og med september 1994 og fram til potensiell utsettingsklar (salgsklar) settefisk.

Avvik (reduisert tilvekst) i juni-september i forhold til normalt tilvekst under de eksisterende temperaturbetingelser er vurdert i forhold til fiskens utvikling til 0-års smolt og 1-års smolt. Vi har forutsatt at fisken vokser "normalt" fra og med oktober 1994. Driftsmessige og økonomiske kalkyler

fra Høvik Fiskeanlegg er vurdert på denne bakgrunn, og sammenholdt med miljøforholdene i settefiskanlegget.

2.2.2. Vevsprøver

Vevsprøver av gjeller er tatt av tilsynsførende veterinær under episoder med tilslamming av vannet i fiskekarrene for undersøkelse ved Veterinærinstituttet i Oslo. Veterinærinstituttet har benyttet en firedelet skala for gjelleforandringer, inndelt i *ingen, sparsom, moderat og uttalt forandring* (vedlegg 2).

2.2.3. Fôrforbruk

Oppdrettsanlegget har journalført observasjoner av fiskeadferd og fôring i forbindelse med tilsamming. På grunn av dårlig sikt har det vært vanskelig å gjøre direkte observasjoner av fôropptak. Derimot ble det observert store mengder spillfôr i bunnen av fiskekarrene etter oppklaring. Mengdene ble av oppdretteren estimert til å tilsvare tilført rasjon under tilslammingsepisodene, slik at fiskens fôropptak under tilslamming ble ansett som neglisjerbart.

2.3. Økonomiske konsekvenser

Med utgangspunkt i tilvekstanalysene (kapittel 2.2.1 ovenfor) er det foretatt beregninger av antatte tapte salgsinntekter på grunn av tilvekstreduksjon. Beregningene tar utgangspunkt i dagens markedspriser.

Videre er det gjort beregninger av kostnadsendringer pga. redusert rogninnlegg høsten 1994, redusert fôrforbruk og reduserte vaksinekostnader. Det er også foretatt beregninger av rentetap og rentegevinst på grunn av endret pengestrøm.

I beregningene er det tatt hensyn til en forventet nedgang i smoltprisen fra 1994 til -95 som følge av en forventet produksjonsøkning av laks på 30-35%.

3. Resultater.

3.1. Vannkvalitet

3.1.1. Episoder.

Grumsetheten i vannet på Høvik Fiskeanlegg har variert i månedene juni til september 1994. Det er en klar sammenheng mellom nedbør og grumsethet. Et fellestrekk er at tilgrumsingen tiltar ved nedbør etter en foregående nedbørfri periode, og avtar med avtakende nedbør. Trolig henger episodene også til en viss grad sammen med rytmen i anleggsarbeidet og med håndtering av ulike typer masser, uten at dette kan fastslås nærmere.

En episode er her definert som en sammenhengende periode med daglig kraftig eller varierende tilgrumsing. "Opphold" på ett døgn eller mindre kan forekomme innenfor en og samme episode. Ved lengre "opphold" enn ett døgn regnes episoden som avsluttet. Ut fra dette har det funnet sted ialt 8 episoder i månedene juli-september 1994, av varighet 1-21 dager pr. episode. Nedenfor er episodene gruppert ut fra opplysninger fra Høvik Fiskeanlegg og nedbørdata fra DNMI-stasjon nr. 6455 Tingvoll (vedlegg 3).

1.-5. juli.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 1. juli var 13.2 mm. Kraftig tilgrumsing 1. juli, deretter noe variabelt.

11.-15. juli.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 11. juli var 11.0 mm, neste døgn 6.9 mm. Kraftig tilgrumsing 11. og 12. juli, deretter variabelt.

22.-23. juli.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 23. juli var 6.8 mm. Variabel tilgrumsing 22. juli, kraftig 23. juli.

28. juli.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 28. juli var 17.5 mm. Variabel tilgrumsing 28. juli, kraftig om ettermiddagen.

6.-15. august.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 6. august var 14.8 mm. 13. og 14. august var nedbøren henholdsvis 17.7 og 28.2 mm. Kraftig tilgrumsing 6.-7. og 13.-14. august. Varierende de andre dagene. Svakere tilgrumsing 15. august.

27. august-16. september.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 27. august var 9.2 mm, deretter varierende nedbør gjennom hele perioden. Kraftig tilgrumsing 27., 30., og 31. august og 2., 3., og 7. september. Klart vann 29. august og 5., 11. og 14. september. Variabel tilgrumsing de andre dagene.

23. september.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 23. september var 2.2 mm. Kraftig tilgrumsing 23. september.

27.-29. september.

Døgnnedbør inntil kl. 0700 28. september var 31.7 mm. Varierende tilgrumsing, avtakende 29. september.

3.1.2. Vannanalyser

Stasjonene for vannprøver er angitt på Figur 1.1. I Tabell 3.1 gjengis analyseverdier fra prøver tatt i august og september 1994.

Tabell 3.1. Vannanalyser (Forklaring Kapittel 2.1.1).

Analysevariabel → Enhet →		pH	KOND mS/m	TURB F.T.U.	FARG mg Pt/l	STS mg/l	SGR mg/l
Dato/Kl. ↓	Stasjon ↓						
26.08.94/-	Mørkvasselva	6.46	1.81	-	13.1	<5.0	<5.0
29.08.94/1000	"	6.14	1.66	-	15.2	629	598
30.08.94/1345	"	6.32	1.69	-	14.8	<5.0	<5.0
26.08.94/-	Mosvasselva	6.44	1.58	-	24.8	<5.0	<5.0
24.08.94/-	Høvikelva	6.45	1.85	-	21.5	<5.0	<5.0
29.08.94/0915	"	6.23	1.71	-	20.7	206	187
30.08.94/1405	"	6.11	1.56	-	57.8	11.7	8.3
11.08.94*	Fiskeanlegget			>100	>150		
29.08.94/-	"	6.25	1.84	-	24.4	278	253
30.08.94/1425	"	6.10	1.66	-	60.1	21.2	14.8
03.09.94/-**	"	6.04	4.43	-	18.4	28.4	24.2
07.09.94	"	-	-	67	39.6	238	212

* Analysert ved Romsdal Næringsmiddeltilsyn

**Prøven er tatt i fiskekarr

Flertallet av analyserte prøver er tatt under episoden 27. august-16. september. Høyeste målte tørrstoffverdi er fra Mørkvasselva 29. august, med 629 mg tørrstoff pr. L, hvorav 598 mg minerogent. Dagen etter var verdiene i Mørkvasselva normale, noe som illustrerer de store og hurtige variasjonene som har funnet sted.

På grunn av fortykning og sedimentasjon vil tørrstoffverdiene i Høvikelva og i fiskeanlegget bli noe lavere enn i Mørkvasselva nær anleggsområdet. Høyeste tørrstoffverdi i fiskeanlegget ble målt 29. august, med 278 mg tørrstoff pr L, hvorav 253 mg var minerogent. Prøver tatt neste dag viser en reduksjon i tørrstoffinnholdet til henholdsvis 21.2 og 14.8 mg/L for totalt og minerogent tørrstoff. De høyeste konsentrasjonene er regnet som skadelige for fisk (Alabaster & Lloyd 1980). Analysene representerer enkeltmålinger, og det kan ha forekommet høyere verdier over kortere eller lengre tidsrom.

3.1.3. Partikkelfordeling.

Resultatene av partikkelanalysen er vist i vedlegg 4 bakerst i rapporten. Ut fra partiklenes størrelsesfordeling, kan det suspenderte materialet karakteriseres som leir og finsilt (NGI 1975). Finfordelte partikler gjør at materialet sedimenterer langsomt, og at vannet blir ugjennomsiktig, selv ved lave tørrstoffkonsentrasjoner. Visuelt kan det i slike tilfeller være problematisk å bedømme forskjeller i konsentrasjon.

3.2. Effekter på fisk

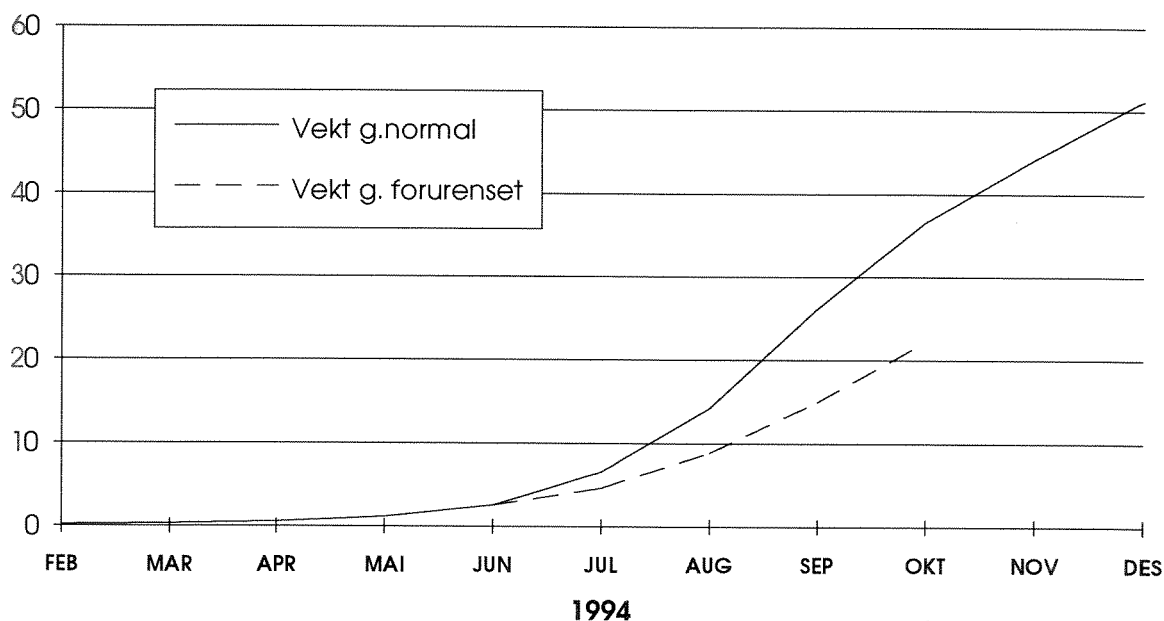
3.2.1 Undersøkelser av fisk

Besøksrapport fra Fivetro A/S v/ Inger Mette Hogstad 29. august 1994 (vedlegg 1) angir bla. unormalt klebrige gjeller på obdusert fisk. Gjelleprøver tatt ved nevnte besøk ble videresendt til Veterinærinstituttet for histologisk undersøkelse.

Uttalelsen fra Veterinærinstituttet om prøvene bekrefter inntrykket av at fisken er utsatt for irritasjon (vedlegg 2). Forandringene som er beskrevet her faller i hovedsak i kategorien *sparsom* (jfr. Kapittel 2.2.2). Dette er i samsvar med de øvrige effektene som er observert. Det er ikke snakk om dødelighet, men subletale effekter i form av nedsatt appetitt, og derav redusert tilvekst.

3.2.2 Tilvekst

Av journalen fra oppdrettsanlegget framgår det at fisken sluttet å ta til seg fôr ved begynnende tilslamming, og det ble observert store mengder fôr i bunnen av karrene etter at vannet igjen ble klart. Appetitten var kraftig redusert i flere dager etter hver episode. Vi mangler eksakte data til å angi det reduserte fôrforbruket og relatere det til tapt fisketilvekst.



Figur 3.1. Normal fisketilvekst og fisketilvekst ved partikkelforurensning.

Normal tilvekst for 1994-generasjonen av laks og reell fisketilvekst i Høvik Fiskeanlegg fram til oktober 1994 er framstilt i Figur 3.1 basert på opplysninger fra fiskeanlegget og normtall fra Gjedrem (1993). Tallene fra fiskeanlegget er basert på rutinemessig veing av fisk. Tabell 3.2 viser fiskeanleggets driftsplan ved normale vekstbetingelser, og en omlagt driftsplan basert på den reduserte tilveksten for 1994-generasjonen.

Tabell 3.2. 1994-generasjon av laks. Normal driftsplan og omlagt driftsplan pga. redusert tilvekst.

År	Temp. °C	Vekt g. normal	Vekt g. forurens.							
Antall (1000)		915'	915'							
<i>1994</i>										
Feb.	3	0.15	0.15							
Mar.	2	0.29	0.29							
Apr.	4	0.56	0.56							
Mai	11	1.19	1.19							
Jun	12	2.51	2.51							
Jul	14	6.55	4.6							
Aug	12	14.21	8.8							
Sep	10	26.15	15							
Antall (1000)		765'		60'	175'	200'	150'	230'	100'	
Okt	8	36.61	31.51 ¹⁾	22.2	4	11	19	24	30	50
Nov	8		44.11		5.2	13.8	23.2	29.3	36.1	60.1
Des	6		51.15		6.2	16.1	26.2	33.15	40.8	68.17
<i>1995</i>										
Jan	4		51.15 ²⁾	53.53	7.4 ³⁾	18.2	29.6	33.15	40.8	68.17
Feb	3			57.28		18.2	29.6	33.15	40.8	68.17
Mar	2			57.28		18.2	29.6	33.15	40.8	68.17
Apr	4			64.16 ⁵⁾		20.4	33.4	37.5	46.1	77 ⁶⁾
Mai	11			-		31.4 ⁴⁾	51.4	54.2	66.7 ⁶⁾	
Jun	12			-		63.7 ⁹⁾	68.4 ⁷⁾	72.1 ⁷⁾		
-				-		-				
Sep				~200 ⁸⁾		~200 ⁸⁾				

1) Uttak/salg av 150' stk 0-åring, snittvekt 70 g.

2) Destruert 40' fisk <12 g

3) Destruert 60' fisk <12 g

4) Destruert 50' fisk < 30 g. Snittvekt på restparti estimert til 36 g.

5) 700' solgt som 1-åring

6) Solgt som 1-åring i april og mai

7) Estimert snittvekt 15. juni. I alt 350' solgt som 1-åring.

8) 25' solgt som 1.5-åring

9) 100' solgt i juli

3.3 Økonomiske effekter

Forandringene resulterer i forsinket sjøsetting av fisk, økt destruksjon av småfallen fisk, og plassmangel i anlegget med tanke på neste års produksjon. Disse forskyvningene medfører rentetap, og får konsekvenser for de priser som oppnås for fisken. De økonomiske kalkylene i dette kapitlet er basert på forutsetningene i tabell 3.2, og på at konsesjonsvolumet på 1 mill. smolt pr år blir utnyttet. Beløpene nedenfor er oppgitt i 1000 kr.

3.3.1 Salgsinntekter

Normal driftsplan ville ha gitt følgende resultat:

September 1994:	150' 0-årssmolt à kr. 8.-	kr.	1.200'
April 1995:	700' 1-årssmolt à kr.	kr.	9.100'
September 1995:	25' 1.5-årssmolt à kr. 8.-	kr.	200'
September 1995:	275' 0-årssmolt à kr. 8.-	kr.	2.200'
			<hr/>
			kr. 12.700'

Endret driftsplan gir følgende resultat:

April 1995:	100' 1-årssmolt à kr. 13.-	kr.	1.300'
Mai 1995:	230' 1-årssmolt à kr. 11.-	kr.	2.530'
Juni 1995:	350' 1-årssmolt à kr. 10.-	kr.	3.500'
Juli 1995:	100' 1-årssmolt à kr. 9.-	kr.	900'
September 1995:	25' 1.5-årssmolt à kr. 8.-	kr.	200'
September 1995:	195' 0-årssmolt à kr. 8.-	kr.	1.560'
			<hr/>
			kr. 9.990'

Inntektstap 1994:	kr.	1.200'
Inntektstap 1995:	kr.	1.510'

Samlet inntektstap: kr. 2.710'

3.3.2 Kostnadsendringer.

Større overføring av fisk fra 1994 til -95 gjør at rogninnlegget for 1994-95 kan reduseres. Redusert rogninnlegg gir en tilsvarende smoltreduksjon på 150' stk.. På den annen side medfører overføringen og den reduserte tilveksten en økt destruksjon av småfallen fisk til 70.000 stk. Etter destruksjon av denne fisken vil man sitte igjen med en tilstrekkelig settefiskbestand til å produsere 80.000 stk. smolt netto.

Nedenfor har vi forutsatt 4.800 rognkorn pr liter, rognpris kr. 3000.- pr liter, og overleving 70%.
Estimatet av redusert fôrforbruk er basert på produksjon av 70 grams smolt (0.07 kg), fôrkostnad kr. 12.-, og redusert vaksinekostnad er anslått til kr. 1.- pr smolt.

Dette gir tilsammen følgende kostnadsreduksjoner:

Redusert rognkjøp:

$\frac{86' \times 3.000}{0.7 \times 4.800}$	kr.	77'
---	-----	-----

Redusert fôrforbruk:

$150' \times 0.07 \times 12$	kr.	126'
------------------------------	-----	------

Reduserte vaksinekostnader:

$150' \times 1$	kr.	150'
-----------------	-----	------

	kr.	353'
--	-----	------

Redusert tilvekst på 1994-årgangen fører til økt destruksjon av småfallen fisk, fra 40.000 stk. til 110.000 stk., dvs. en økning på 70.000 stk. til en antatt verdi av kr. 3.- pr stk.

Dette gir følgende tap:

70.000×3	kr.	210'
-------------------	-----	------

Tilsammen medfører dette en kostnadsreduksjon på: $\text{kr.}(353' - 210') = \text{kr. } 143'$

3.3.3 Rentevirkninger

Alle endringer i inn- og utbetalinger er ført fram til 31.12.95. Det forutsettes at alle salg skjer pr 30 dager. Det er ikke tatt hensyn til endringer i utbetaling av selskapsskatt. Renten er satt til 12% p.a. (kassakreditt)

Rentetap p.g.a. manglende salg av 0-åringer i september 1994:

12% av kr. 1200' i 14 mndr.:	kr.	168'
------------------------------	-----	------

Rentevirkning av endrete betalingsstrømmer i 1995:

Normalsalg 1995	12% av kr. 9.100' i 7 mndr.:	kr.	637'
-----------------	------------------------------	-----	------

	12% av kr. 200' i 2 mndr.:	kr.	4'
--	----------------------------	-----	----

	12% av kr. 2.200' i 2 mndr.:	kr.	44'
--	------------------------------	-----	-----

	kr.	685'
--	-----	------

Nye innbetalingsstrømmer 1995 12% av kr. 1.300' i 7 mndr.:	kr.	91'
12% av kr. 2.530' i 6 mndr.:	kr.	152'
12% av kr. 3.500' i 5 mndr.:	kr.	175'
12% av kr. 900' i 4 mndr.:	kr.	36'
12% av kr. 200' i 2 mndr.:	kr.	4'
12% av kr. 1.580' i 2 mndr.:	kr.	32'

kr. 490'

Rentetap på innbetalinger i 1995 kr.(685 - 490) = kr. 195'

Rentegevinst av netto kostnadsreduksjoner: 12% av kr. 150' i 12 mndr.: kr. 18'

Oppsummering renter:

Rentetap av manglende smoltsalg september 1994:	kr.	168'
Rentetap av manglende innbetalingsstrømmer 1995:	kr.	195'
Rentegevinst av netto kostnadsreduksjon:	-	kr. 18'

Netto rentetap: kr. 345'

3.3.4 Prisfallrisiko

Det forventes en produksjonsøkning av laks i 1995 på 30-35% i forhold til 1994. Sannsynligvis vil dette føre til at prisene på laks går ned, noe som trolig vil påvirke smoltprisene, slik at også disse går ned, mest mot slutten av året. Sett ut fra dagens produksjonskostnader for smolt kan prisfallet tenkes å bli fra kr. 1.- til kr. 4.- pr smolt sammenliknet med prisene i 1994. Smolt levert tidlig på året vil trolig bli minst berørt.

De priser som er benyttet ovenfor er 1994-priser. Hvis vi forutsetter at prisen holder seg uendret for smolt solgt i april 1995, men at smolt solgt i tidsrommet mai-juli vil få en pris som er kr. 1.- lavere, vil prisfallrisikoen utgjøre kr. 600'.

3.3.5 Oppsummering økonomi

Reduksjon i salgsinntekter		kr.	2.710'
Reduserte kostnader	-	kr.	143'
Netto rentetap		kr.	345'
Prisfallrisiko		kr.	600'

Estimert tap på grunn av redusert tilvekst		kr.	3.512'
--	--	-----	--------

4. Diskusjon

4.1. Effekter av suspendert slam

I de senere år er det i Norge rapportert flere tilfeller der partikkelforurensning fra anleggsarbeid har ført til skader på fiskebestander i vassdrag og i fiskeoppdrettsanlegg, og der årsak og virkning er søkt kartlagt gjennom undersøkelser (bla. Jacobsen m.fl. 1987 og Hessen m.fl. 1989). Et fellestrekk ved disse undersøkelsene er at de er satt igang i ettertid, med de vansker det skaper med å rekapitulere de faktiske forhold.

Det finnes også eksempler på at betydelig partikkelforurensning fra anleggsarbeid har funnet sted uten påviselige effekter på vassdragsbiologi eller på fisk i oppdrettsanlegg (Grande 1992). I dette tilfellet fant forurensningen sted i vinterhalvåret, dvs. i en periode med naturlig lav tilvekst. Dette har trolig medvirket til negliserbare effekter av partikkelforurensningen. I de tre ovennevnte tilfellene stammet partikkelenes vesentlig fra sprengstein.

Det finnes flere eksempler der fiskens tilvekst synes upåvirket av høye konsentrasjoner av suspendert materiale. F.eks. fant Swenson & Matson (1976) ingen vekstforandringer hos lagesild ved eksponering for leirkonsentrasjoner på 28 mg/L i 62 dager.

Bachmann (1958) undersøkte effekter av suspenderte partikler på cutthroat ørret (*Salmo clarkii*), og fant at fisk som ble eksponert for 35 mg/L i to timer var uskadd, men søkte skjul og sluttet å spise. Herbert & Richard (1963) rapporterer om laboratorieeksperimenter der ørret som ble eksponert for 50 mg/L av trefiber fikk redusert tilvekst. Økning av konsentrasjonen av suspendert materiale førte til ytterligere tilvekstreduksjon.

Arbeidshypotesen i dette prosjektet har vært at partikkelforurensning av inntaksvannet har påført laksen i Høvik Fiskeanlegg stress, som har resultert i redusert appetitt og dermed redusert tilvekst. Brett (1958) definerer stress hos dyr som en tilstand forårsaket av at en eller flere miljøfaktorer overskrider dyrets normale tilpasningsnivå, eller forstyrrer dyrets normale funksjoner i en slik grad at overlevingsmulighetene reduseres.

Ved Høvik Fiskeanlegg har partikkelforurensningen ført til redusert tilvekst, uten antydning til økt dødelighet. Slike effekter av partikkelforurensning er sparsomt beskrevet i litteraturen, og har etter det vi kjenner til ikke blitt rapportert i Norge tidligere. Derimot er det rapportert en rekke tilfeller nasjonalt og internasjonalt der partikkelforurensning i vassdrag har medført redusert produksjon av bunndyr og villfisk, og til redusert avkastning av fisket. Av norske undersøkelser kan nevnes bla. Borgstrøm (1973), Andersen (1979), Aass (1979), Borgstrøm m.fl. (1986), Hessen m.fl. (1989), Bjerknes m.fl. (1991).

Fra fiskeoppdrett kjenner vi i Norge til ett tilfelle der partikkelforurensning fra anleggsvirksomhet førte til massiv dødelighet på en hel generasjon av laks i et norsk settefiskanlegg (Jacobsen m.fl. 1987). Det er nylig rapportert et tilfelle av sykdom, redusert tilvekst og økt dødelighet hos regnbueaure i merdoppdrett i sjøen nær munningen av et partikkelforurenset vassdrag, og der denne forurensningen ble ansett for å være medvirkende årsak (Bjerknes m.fl. 1994).

Ved vurdering av slampartikkelenes betydning må det legges vekt på følgende hovedparametre (Hessen 1988):

- Konsentrasjon
- Størrelse
- Form (morfologi)

I tillegg er eksponeringstid og trolig også variasjon i partikkelkonsentrasjon viktige parametre.

Den europeiske innlandskommisjonen (EIFAC) foreslår følgende gradering av grenseverdier for effekter på ferskvannsfiske ved eksponering for suspenderte partikler (Alabaster & Lloyd 1980):

- <25 mg/L: Ingen skadelige effekter.
- 25-80 mg/L: Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
- 80-400 mg/L: Betydelig redusert avkastning.
- >400 mg/L: Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

Det må presiseres at disse grenseverdiene er angitt for effekter på avkastning av fiske, og derfor ikke kan nyttes som direkte uttrykk for skader på fisk. Det er sannsynlig at partikkelmengden har betydning for villfiskens muligheter til å se og fange byttedyr (Grande 1986), og for fisk i oppdrett til å se og snappe fôr. Hynes (1971) påpeker at synet er viktig for fôropptak, og framholder redusert sikt i partikkelforurenset vann som en hovedårsak til redusert fôropptak og redusert tilvekst.

Fiskens gjeller er uhyre følsomme overfor endringer i fiskens ytre miljø, herunder all form for forurensning av vannet. I tillegg til respirasjonen har gjellene viktige funksjoner i fiskens osmoregulering, og står sentralt i forbindelse med smoltifiseringen, dvs. omlegging av fiskens fysiologiske funksjoner fra et liv i ferskvann til liv i sjøvann.

Litteraturstudier og forsøk med korttidseksponering av ørret for høye konsentrasjoner av uorganiske partikler (~1000 mg/L) tyder hverken på akutt dødelighet eller alvorlige gjelleskader (Hessen 1992). Imidlertid er det etter det vi kjenner til, ikke gjort systematiske studier av fôropptak og tilvekst hos fisk under langtids-eksponering for partikler.

Seim et al. (1984) sammenliknet tilvekst hos regnbueørret ved langtids-eksponering for ulike konsentrasjoner av kopper. Fisk som ble eksponert 4.5 timer pr dag (episodisk forurensning) vokste dårligere enn fisk som ble utsatt for samme totaldose ved kontinuerlig eksponering på et konstant konsentrasjonsnivå over samme tidsrom. Hvis dette fenomenet kan overføres til andre typer av forurensning, kan det ha betydning for vurdering av grenseverdien for et "akseptabelt" forurensningsnivå (Heath 1987). Resultatet er en indikasjon på at episodisk forurensning gir større grad av stress enn eksponering for jevne konsentrasjoner.

Partikkelkonsentrasjonen er her angitt som mg. tørrstoff pr liter (etter gløding, for å korrigere for uorganiske partikler). Som det framgår av Tabell 3.1 har tørrstoffinnholdet i vannet i fiskeanlegget variert sterkt i anleggsperioden, med tildels høye konsentrasjoner. Høyeste målte verdi av uorganiske partikler var på 253 mg/L. Det er betydelig morfologisk forskjell på leirpartikler og f.eks. partikler fra sprengstein. Mens sprengsteinpartikler gjerne er kantete og tildels spisse, er leirpartiklene avflatete og avrundete (Hessen 1992). Ellis (1944) hevder at jo større, harde og kantete partiklene er, jo større er mulighetene for skader på fiskegjeller.

Forurensningen av Høvikelva skyldes erosjon fra naturlige leiravsetninger med tallmessig dominans av partikler på mellom 2 og 5 μ . Partikkelens form gjør at de vanskelig anretter direkte skade på

gjellevevet hos fisken i form av sår. Størrelsen gjør videre at flertallet av partikler passerer gjellegitteret uten å sette seg fast. Derimot kan partiklene klebe seg til vevsoverflater og skape irritasjon og økt slimutsondring. At de høye, men varierende konsentrasjonene av tørrstoff kombinert med lang eksponeringstid har ført til gjelleirritasjoner med økt slimutsondring som resultat, bekrefte av observasjoner av klebrige gjeller og (sparsomme) vevsforandringer (vedlegg 1 og 2).

4.2. Konklusjon

Ved Høvik Fiskeanlegg har settefisk av laks vært utsatt for langtids-eksponering av partikler. Eksponeringen har foregått over en periode på minst 4 måneder av den viktigste vekstsesongen (juni-oktober). Forurensningen har vært episodisk, med varierende konsentrasjoner av partikler, og med kortere og lengre perioder med klart vann innimellom. Det antas at konsentrasjonen av uorganiske partikler i inntaksvannet til fiskeanlegget i perioder kan ha vært høyere enn det som er påvist i vannprøver (253 mg uorganisk tørrstoff pr L).

Redusert tilvekst er påvist gjennom kontrollveiinger av fisk, og underbygget av observasjoner av økt førspill under- og redusert appetitt etter hver eksponering. Klebrige gjeller og sparsomme vevsforandringer tyder på ytre irritasjon.

Ifølge litteratur som er gjennomgått har fisken i Høvik Fiskeanlegg vært i en situasjon med flere klassiske elementer av stresspåvirkning, der sterkt varierende og tildels høye tørrstoffkonsentrasjoner og lang eksponeringstid er de viktigste elementene. Observasjoner av gjelleforandringer og endret føringsadferd anses som direkte effekter av et stressende miljø, med sterkt redusert tilvekst som konkret resultat.

Den reduserte tilveksten på 1994-generasjonen av settefisk ga en gjennomsnittsvekt ved utgangen av september på 15 g, dvs. 11 g under normalvekt på dette tidspunktet. Som en konsekvens av dette har Høvik Fiskeanlegg lagt om driftsplanen for kommende år. I de økonomiske kalkylene basert på ny driftsplan er det er tatt hensyn til:

- Forsinket salg av sjøferdig fisk.
- Økt destruksjon av småfallen fisk.
- Redusert innlegg av rogn.
- Redusert produksjon av neste generasjon av laksesmolt.

Det økonomiske tapet som påføres Høvik Fiskeanlegg på grunn av dette er estimert til kr. 3.512.000.-.

5. Litteratur

- Alabaster, J. S. & Lloyd, R. (eds.) 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. Butterworths, London. 361 pp.
- Andersen, C. 1979. Reguleringer og utvaskinger i Målselvvassdraget. I: Gunnerød, T & Mellquist, P. (red.), s. 116-136. *Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver*. Symp. 1978. NVE-DVF, 1978. 294 s.
- Bachmann, R. W. 1958. The ecology of four North Idaho trout streams with reference to the influence of forest road construction. Masters Thesis. Univ. of Idaho.
- Borgstrøm, R. 1973. The effect of increased water level fluctuation upon brown trout population in Mårvann, a norwegian reservoir. *Norw. J. Zool* 21: 101-112.
- Borgstrøm, R., Brabrand, Å. & Solheim, J. T. 1986. Tilslamming og redusert siktedyp i Ringdalsmagasinet: Virkning på habitatbruk, næringsopptak og kondisjon hos pelagisk aure. LFI Rapport nr. 90, Universitetet i Oslo. 36 s.
- Bjerknes, V., Aanes, K. J. & Bækken, T. 1991. Flomsikring av Vangsvatn. Miljøvirkninger av anleggsarbeid. NIVA-rapport nr. 2676. 36 s.
- Bjerknes, V., Lydersen, E., Golmen, L. G., Hobæk, A. & Holtet, L. 1994. Nefrokalsinose hos regnbueørret i oppdrettsanlegg ved Trengereid. Miljømessige årsaker. NIVA-rapport nr. 3027. 22 s.
- Brett, J. R. 1958. Implications and Assessments of environmental Stress. In: *Investigations of Fish-power Problems*, pp. 69-83. H. R. MacMillan Lectures in Fisheries, University of British Columbia.
- Ellis, M. M. 1944. Water purity standards for freshwater fishes. *Spec. sci. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv.* 2.
- Gjedrem, T. (red.) 1993. *Fiskeoppdrett, vekstnæring for distrikts-Norge*. Landbruksforlaget. 383 s.
- Grande, M. 1986. Virkning av partikler på fisk. I: Nicholls, M. & Erlandsen, A. H. Foredrag fra seminar 22. og 23. mai 1986, Dombås, Norge, s. 71-91. Norsk Limnologiforening.
- Grande, M. 1992. Vassdragsforurensning fra vegtunnelbygging. *Storvasshammeren, Snillfjord 1991*. NIVA-rapport nr. 2802. 15 s.
- Heath, A. G. 1987. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 245 pp.
- Herbert, D.W.M. & Richards, J.M. 1963. The growth and survival of fish in suspensions of solids of industrial origin. *Int. J. Air. Wat. Poll.* 7, 297-302.
- Hessen, D. O. 1988. Biologiske effekter av partikler i vann. *Limnos*, 3-88. s. 1-7.
- Hessen, D. O. 1992. Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport nr. 2787. 39 s.

Hessen, D. O., Bjerknes, V., Bækken, T. & Aanes, K. J. 1989. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr. NIVA-rapport nr. 2226. 36 s.

Hynes, H.B.N. 1971. The Biology of polluted Waters. Liverpool University Press. 202 pp.

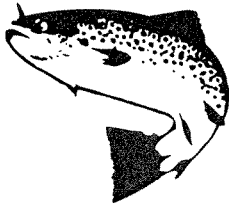
Jacobsen, P., Grande, M., Aanes, K. J., Kristiansen, H. & Andersen, S. 1987. Vurdering av årsaker til fiskedød ved G. P. Jægtvik A.S., Langstein. NIVA-rapport nr. 2038. 38 s.

NGI 1975. Retningslinjer for presentasjon av geotekniske undersøkelser. NGI, Oslo. 16 s.

Seim, W., Curtis, L. R., Glenn, S. W. & Chapman, G. A. 1984. Growth and survival of developing steelhead trout (*Salmo gairdneri*) continuously exposed to copper. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41. p 433.

Swenson, W.A. & Matson, M.L. 1976. Influence of turbidity on survival, growth and distribution of larval lake herrings (*Coregonus artedii*). Trans. Am. Fish. Soc. 4, 541-545.

Aass, P. 1979. Tilslammingen av Hallingdalselva 1966-67. Fisket i Ustedalsfjord og Strandafjord. I: Gunnerød, T. og Mellquist, P. (red.), s. 93-115. Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. Symp. 1978. NVE-DVF, 1978. 294 s.



Molde, 29. august 1994

BESØKSRAPPORT

ANLEGG : Høvik fiskeanlegg, 6460 Eidsvåg
ANLEGGSTYPE : settefisk
JNR./insp.: 307/94/IMH
BESØKSTYPE : rutine
BESØKSDATO : 9/8-94

GJENNOMGANG AV ANLEGGET :

JURNALER :

DØDELIGHET : o.k.
FØRING : o.k.
TEMP. : o.k.

HYGIENE :

DØDFISKHÅNTERING : o.k.
RENHOLD : o.k.
MERKNADER : Det er problemer med leirpartikler i vannet i forbindelse med vassverkutbygging. Egen vurdering av dette sendes seinere.

GENERELT OM FISKEN :

DØDELIGHET, STURERE : Lav dødelighet
APPETITT: Varierer med vannkvaliteten
HUDFORANDRINGER : lite
FINNESLITASJE : lite

PRØVER TIL VIDERE UNDERSØKELSER :

Jnr. 307/94.

10 levende, tilfeldige valgte yngel fra klekkerom.

Ved obduksjon var gjellene mer klebrige enn normalt.
Gjellelokkforkortelse hos 1 fisk, for øvrig normale funn.
Det ble tatt ut gjellehistologi.

5 levende, tilfeldig valgte smolt fra plashall.

Parasittkontroll av hud og gjelle ga negativt resultat.
Ytre funn: Blank, fine finner, godt hold.
Indre funn: normale funn. Lett løselige bukadheranser
Bakteriologi: Negativ
Diagnose : Negativ

Inger Klette Hogseth



Fivetro A/S
Grandveien 25

6400 MOLDE

Postadr.: Postboks 8156 Dep, 0033 OSLO
Vareadr.: Ullevålsv. 68, Oslo
Telefon: 22 96 45 00
Telefax: 22 46 00 34
Bankgiro: 1730.07.92499
Postgiro: 0808 25 66040

Dato:

Dykkar ref: 307/94

Vår ref: 94/09/1388/ASK

21.11.94

Motteke 17.10.94: Histologiske snitt og formalinfikserte gjeller frå laks klekte i 1994.
Eigar: Høvik Fiskedamanlegg, 6460 Eidsvåg i Romsdal, Reg.nr: M/n 5.

Alt materiale er frå tilfeldig valde levande fisk.

Histologiske snitt av gjeller

Kar 11, plashall, 19/9, 6 fisk, Dykkar j.nr. 356/94, merka F7/94, 356/94, 19/9, 1-6:

Snitt 1:

Her fanst ein del epitelhyperplasi i dorsale område av gjellebogen, og som fokale eller segmentale endringar ofte lokalisert til distale el. midtre delar av primærlamellane. Stadvis var det adhesjonar mellom sekundærlamellar. I tilknytning til hyperplasiene førekom få samanveksingar mellom primærlamellane.

Snitt 4 og 5:

Det var sparsom epitelhyperplasi slik at sekundærlamellane sine frie render var fortjukka.

Formalinfikserte gjeller til histologisk undersøking

Kar 10, plashall, 11/10, 5 fisk (Dykkar ref. 382/94):

Undersøkt 5 (våre nr. L1-2, L3-4 og L21).

På sekundærlamellane var det få slimceller og sparsom epitelhyperplasi slik at deira frie render var fortjukka.

Gamal hall, 29/8, 4 fisk (Dykkar ref. 330/94):

Undersøkt 4 (våre nr. L5-6 og L7-8).

På sekundærlamellane var det enkelte slimceller og sparsom epitelhyperplasi slik at deira frie render var fortjukka. På ei gjelle fanst rikeleg med adhesjonar, først og fremst mellom apikale delar av sekundærlamellane.

Klekkeri, 29/8, 6 fisk (Dykker ref. 330/94):

Undersøkt 4 (våre nr. L9-10 og L11-12).

Det var på sekundærlamellane få slimceller og i mellom dei få adhesjonar.

Klekkerom, 9/8, 10 fisk (Dykker ref. 307/94):

Undersøkt 10 (våre nr. L13-14, L15-16, L24-26 og L27-29).

Her vart det på gjelle frå ein fisk funne få adhesjonar mellom sekundærlamellar og få slimceller på sekundærlamellane.

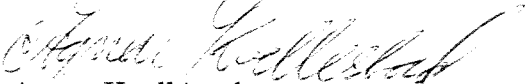
Klekkeavdeling, 11/10, 6 fisk (Dykker ref. 382/94):

Undersøkt 4 (våre nr. L17-18 og L19-20).

Nokså få slimceller på sekundærlamellane.

Diagnose: Eptielhyperplasi i varierende grad

Med helsing



Agnar Kvelléstad

Vedlegg: Histologiske snitt i retur

Kopi: NIVA - Vestlandsavdelinga v/Vilhelm Bjerknes, Høyteknologisenteret i Bergen,
Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen

Faktura 55-03A + 22 gonger 55-03B til NIVA - Vestlandsavdelinga

6455 TINGVOLL - HANEM

Kommune: TINGVOLL

69 moh

Vedlegg 3.

LUFTEMperatur								SKY-	NEDBØR i mm		
DT	01	07	13	19	Tm	Tx	Tn	DEKKE	R07	R19	R
1		1.3	3.8	3.6	2.4	3.8	0.7	888	1.3	0.1	1.6
2		3.3	9.0	8.8	6.5	11.0	2.9	838	0.1		0.2
3		5.0	9.5	9.3	7.3	10.1	4.7	888		0.1	
4		5.7	16.8	17.1	11.6	19.3	4.2	212			0.1
5		6.8	17.1	16.8	11.8	18.1	5.3	000			
6		13.0	13.2	11.8	12.9	17.1	9.8	687		0.1	
7		5.4	15.0	12.1	9.1	15.0	3.9	888	0.1		0.2
8		7.6	11.6	15.5	11.2	15.5	6.1	755	0.1	0.1	0.1
9		11.1	11.0	9.7	11.4	16.0	8.8	666			0.1
10		4.3	13.2	14.8	9.1	15.7	1.5	002			
11		6.2	16.6	17.5	11.7	19.0	4.0	720			
12		7.3	17.0	19.0	12.9	20.1	5.0	103			
13		10.8	17.3	14.6	12.8	19.0	6.9	236			
14		8.0	5.8	5.8	8.6	15.3	5.4	887		2.5	
15		3.8	6.7	5.2	5.2	8.6	3.2	676	3.5	0.2	6.0
16		3.8	6.9	6.1	4.6	9.0	-0.5	364	0.3		0.5
17		3.5	7.0	8.3	5.6	10.0	0.6	136			
18		3.8	8.7	7.0	5.3	9.1	1.3	576			
19		3.8	8.3	9.2	5.9	10.0	0.7	654	1.5	0.5	1.5
20		3.2	11.0	11.8	6.9	12.6	0.0	243			0.5
21		6.1	11.7	12.1	8.0	13.3	0.6	010			
22		5.2	11.0	9.5	7.1	12.3	1.3	266			
23		5.8	10.7	10.6	7.4	12.0	1.0	262			
24		5.4	9.8	8.3	6.6	11.7	0.8	678			
25		4.2	6.7	6.3	5.3	8.3	2.2	886	0.2	1.0	0.2
26		3.7	8.2	7.8	6.0	9.8	2.5	666	1.0	0.4	2.0
27		4.0	4.7	6.2	5.5	8.5	3.2	687	1.9	1.5	2.3
28		4.7	8.0	6.1	6.0	9.2	4.0	788	0.3	2.0	1.8
29		4.6	7.0	5.2	4.9	7.5	2.3	667	4.5	3.8	6.5
30		5.3	11.4	11.2	7.8	12.5	2.2	788	0.1	0.1	3.9
31		8.7	6.7	7.3	8.6	11.5	6.7	788	0.1	3.3	0.2
MIDDEL:		5.7	10.4	10.1	7.8	12.6	3.3		SUM:		27.7

Max døgntemp 12.9 dato 6. Max pos. endring av Tm 4.3 dato 3.
 Min døgntemp 2.4 dato 1. Max neg. endring av Tm -4.2 dato 13.
 Abs. maxtemp 20.1 dato 12. Max døgnamplitude 15.1 dato 4.
 Abs. mintemp -0.5 dato 16. Max døggnedbør 6.5 dato 29.
 Tm-avvik av normalen: -1.4 Nedbørsum i % av normalen: 55

Døgn med:

Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx>=20 Tx>=25 R>=0.1 R>=1.0 R>=10.0 R>=25.0
 0 0 1 0 1 0 17 8 0 0

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

Tm: døgnmiddel Tx: maksimum Tn: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skyfritt og 8=overskyet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

6455 TINGVOLL - HANEM Kommune: TINGVOLL 69 moh

LUFTEMperatur					SKY-DEKKE			NEDBØR i mm			
DT	01	07	13	19	Tm	Tx	Tn	R07	R19	R	
1		6.6	9.5	9.1	8.1	10.7	5.8	688	2.0	0.6	5.3
2		8.3	11.1	11.7	9.8	12.2	7.1	877	2.5	0.8	3.1
3		9.0	18.0	16.5	13.2	19.6	7.8	658	0.1		0.9
4		11.4	15.3	13.2	12.6	16.5	9.3	788	0.1	0.5	0.1
5		9.2	8.8	8.8	10.0	13.2	8.8	888	20.6	10.0	21.1
6		8.3	9.2	9.4	9.0	10.0	8.3	888	14.0	2.0	24.0
7		8.2	13.0	11.1	9.9	13.7	6.7	858	0.1	0.5	2.1
8		9.0	12.8	9.8	10.1	13.6	8.0	766	0.5	0.8	1.0
9		7.7	12.6	9.0	9.0	13.0	6.4	677	0.1	0.7	0.9
10		7.7	12.2	12.4	9.8	12.4	6.5	765	0.1	0.1	0.8
11		6.8	10.0	10.2	8.2	12.4	3.5	888		0.1	0.1
12		10.0	11.1	11.0	10.8	12.3	9.8	888	3.7	0.4	3.8
13		10.8	16.5	14.0	13.3	18.0	10.2	856	1.8		2.2
14		8.2	8.0	7.0	8.6	14.0	5.2	476	0.5	5.0	0.5
15		3.7	4.4	4.8	4.6	7.0	2.8	886	10.0	6.5	15.0
16		3.2	5.6	5.6	4.9	7.6	3.2	878	1.0	3.0	7.5
17		4.7	8.3	8.8	7.1	10.5	4.2	766	3.3	0.3	6.3
18		6.0	13.7	13.0	8.7	13.8	2.0	878		0.1	0.3
19		8.5	10.7	9.0	9.6	13.2	7.8	888	1.5	1.5	1.6
20		8.2	10.8	11.0	10.1	13.0	8.0	876	1.3	0.8	2.8
21		9.8	17.0	16.3	13.0	18.0	8.0	688		0.1	0.8
22		8.2	10.7	11.0	10.8	16.3	7.7	865	15.3	0.4	15.4
23		7.0	7.6	8.3	8.6	12.0	7.0	888	4.5	4.0	4.9
24		8.7	13.4	11.4	10.2	14.0	6.7	568	0.1		4.1
25		8.3	9.7	10.0	9.5	11.5	8.3	888	3.8	8.5	3.8
26		9.1	10.2	10.3	9.8	10.7	9.1	888	0.4	0.3	8.9
27		9.4	11.2	13.3	11.6	14.5	9.0	887	4.6	0.2	4.9
28		12.4	15.6	14.0	13.5	16.7	10.8	888	1.3	0.2	1.5
29		12.3	16.8	14.2	14.2	19.7	10.4	868	0.1	6.5	0.3
30		10.2	10.2	10.1	10.8	14.3	8.6	888	10.6	13.0	17.1

MIDDEL: 8.4 11.5 10.8 9.6 13.5 7.2 SUM: 161.1

Max døgntemp 14.2 dato 29. Max pos. endring av Tm 3.4 dato 2.
 Min døgntemp 4.6 dato 15. Max neg. endring av Tm -4.7 dato 13.
 Abs. maxtemp 19.7 dato 29. Max døgnamplitude 11.8 dato 18.
 Abs. mintemp 2.0 dato 18. Max døggnedbør 24.0 dato 6.
 Tm-avvik av normalen: -2.7 Nedbørsum i % av normalen: 244

Døgn med:
 Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx>=20 Tx>=25 R>=0.1 R>=1.0 R>=10.0 R>=25.0
 0 0 0 0 0 0 30 21 5 0

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

Tm: døgnmiddel Tx: maksimum Tn: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skyfritt og 8=overskyet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

6455 TINGVOLL - HANEM

Kommune: TINGVOLL

69 moh

LUFTEMperatur										SKY- NEDBØR i mm		
DT	01	07	13	19	Tm	Tx	Tn	DEKKE	R07	R19	R	
1		10.0	15.8	15.7	12.9	17.5	8.5	768	0.2		13.2	
2		11.7	16.6	17.2	14.2	18.5	9.4	832				
3		9.8	17.8	20.8	14.9	21.6	7.5	800				
4		14.4	23.5	24.8	19.0	26.7	10.0	023				
5		17.4	26.0	24.1	20.2	26.5	12.6	253				
6		16.5	23.8	23.5	19.3	24.5	12.8	424				
7		14.8	21.2	20.7	17.4	23.6	10.3	302				
8		12.1	20.0	20.0	15.8	22.0	9.1	822				
9		13.4	18.4	16.8	14.8	20.0	9.0	633				
10		13.7	15.0	16.0	14.8	16.8	12.5	788		3.0		
11		12.0	16.2	17.0	14.7	18.0	11.8	867	8.0	4.3	11.0	
12		14.1	18.4	20.0	17.5	22.1	13.7	886	2.6		6.9	
13		16.0	15.8	14.2	16.2	20.2	14.2	788		4.0		
14		14.7	21.5	22.2	18.8	24.5	13.7	746			4.0	
15		18.3	16.5	12.8	16.5	22.2	12.8	688	0.2	8.0	0.2	
16		11.2	12.8	12.5	12.1	14.1	10.5	788	3.5	1.7	11.5	
17		11.7	12.8	14.0	12.6	14.0	10.8	888	0.1	0.1	1.8	
18		12.7	17.5	19.2	15.7	20.0	10.8	733			0.1	
19		12.2	16.7	15.8	14.3	19.2	10.0	786				
20		12.8	16.5	16.8	15.2	19.6	11.4	886				
21		13.3	21.6	21.7	17.0	23.5	9.5	246				
22		15.8	18.0	14.8	16.7	21.7	14.3	888		3.8		
23		12.0	17.4	14.8	13.3	17.6	8.6	767	3.0	0.1	6.8	
24		11.5	19.2	22.3	16.2	22.7	8.3	233			0.1	
25		14.7	25.2	23.3	19.1	27.0	11.3	368				
26		25.0	29.0	26.7	25.0	29.2	19.0	667	0.2		0.2	
27		17.4	16.0	16.8	19.3	27.2	15.7	788	0.1	1.0	0.1	
28		14.3	18.0	19.3	16.6	19.5	13.1	666	16.5	0.1	17.5	
29		13.0	20.0	18.1	16.2	21.6	12.2	657			0.1	
30		13.8	22.3	21.8	17.6	23.5	11.3	723				
31		15.0	23.2	23.7	19.1	25.0	12.7	143				
MIDDEL:		14.0	19.1	18.9	16.3	21.6	11.5		SUM:		73.5	
Max døgntemp	25.0	dato	26.	Max pos. endring av Tm	5.9	dato	25.					
Min døgntemp	12.1	dato	16.	Max neg. endring av Tm	-5.7	dato	26.					
Abs. maxtemp	29.2	dato	26.	Max døgnamplitude	16.7	dato	4.					
Abs. mintemp	7.5	dato	3.	Max døggnedbør	17.5	dato	28.					
Tm-avvik av normalen:	2.7			Nedbørsum i % av normalen:	76							

Døgn med:

Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx>=20 Tx>=25 R>=0.1 R>=1.0 R>=10.0 R>=25.0
 0 0 0 0 21 6 14 8 4 0

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

Tm: døgnmiddel Tx: maksimum Tn: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skyfritt og 8=overskyet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 07-19 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

6455 TINGVOLL - HANEM Kommune: TINGVOLL 69 moh

LUFTEMperatur				SKY-DEKKE			NEDBØR i mm			
DT	01	07	13	19	Tm	Tx	Tn	R07	R19	R
1		17.1	26.8	27.7	22.2	29.5	14.3	326		
2		19.0	24.8	25.0	22.3	27.7	17.5	166	0.1	
3		15.8	17.3	15.0	17.7	25.0	15.0	888	11.8	14.0
4		15.1	21.8	21.0	18.2	23.0	13.7	666	0.3	14.3
5		16.3	20.0	16.5	17.2	21.0	15.0	888	1.4	7.5
6		14.6	14.1	13.1	14.6	17.6	13.1	888	7.3	2.6
7		11.2	14.8	13.7	13.0	16.5	10.7	567	1.6	4.2
8		10.0	16.0	16.3	13.2	19.2	7.4	877		
9		13.4	15.3	14.2	14.3	16.3	13.4	888	0.5	1.5
10		12.2	16.6	18.2	15.3	19.0	11.7	750	1.0	2.5
11		10.3	18.8	16.0	14.0	21.0	8.7	678		0.1
12		13.0	14.8	12.0	13.3	16.0	12.0	888	0.6	0.6
13		9.9	10.4	9.6	10.3	12.0	9.5	888	17.1	19.1
14		9.0	12.5	11.6	10.7	13.7	8.4	877	9.1	3.5
15		9.7	13.0	12.4	11.2	14.1	8.7	776	2.0	0.4
16		8.0	15.2	17.1	12.0	17.5	5.3	623		0.4
17		8.3	15.3	18.3	13.4	19.4	7.4	777		
18		14.4	19.8	15.7	16.3	20.7	14.2	668		0.2
19		17.3	19.0	17.2	16.8	20.0	12.8	852	0.1	0.1
20		14.5	17.7	16.7	16.1	19.6	13.6	877	0.1	0.1
21		11.3	19.0	14.1	14.0	19.5	10.9	657	0.1	4.5
22		12.0	12.8	13.3	13.0	14.5	12.0	887	2.0	2.5
23		9.0	18.1	19.0	14.3	20.3	8.8	210		2.5
24		9.5	20.0	19.8	15.0	22.3	8.3	936		
25		16.3	19.3	20.0	18.3	21.5	15.5	375		0.1
26		18.1	18.4	17.4	17.7	20.1	15.0	766		0.1
27		10.7	16.3	14.7	13.5	18.0	10.7	856	9.1	1.0
28		9.3	13.6	12.2	11.3	15.3	8.5	766	6.3	0.6
29		9.1	10.4	11.2	9.9	12.6	6.7	786		8.5
30		8.0	9.6	10.3	9.5	11.7	7.8	887	5.2	2.5
31		7.4	13.6	12.8	10.5	15.0	6.9	664		2.5
MIDDEL:		12.3	16.6	15.9	14.4	18.7	11.1		SUM:	145.2

Max døgntemp 22.3 dato 2. Max pos. endring av Tm 3.3 dato 24.
 Min døgntemp 9.5 dato 30. Max neg. endring av Tm -4.6 dato 2.
 Abs. maxtemp 29.5 dato 1. Max døgnamplitude 15.2 dato 1.
 Abs. mintemp 5.3 dato 16. Max døggnedbør 28.2 dato 14.
 Tm-avvik av normalen: 1.1 Nedbørsum i % av normalen: 158

Døgn med:
 Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx>=20 Tx>=25 R>=0.1 R>=1.0 R>=10.0 R>=25.0
 0 0 0 0 12 3 23 15 6 1

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne
 TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt
 Tm: døgnmiddel Tx: maksimum Tn: minimum
 SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19
 0=skyfritt og 8=overskyet, 9=himmel ikke synlig
 NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

6455 TINGVOLL - HANEM

Kommune: TINGVOLL

69 moh

LUFTEMPERATUR DT	LUFTEMPERATUR				Tm	Tx	Tn	SKY- DEKKE	NEDBØR i mm		
	01	07	13	19					R07	R19	R
1		4.4	14.5	13.5	9.5	17.0	3.2	856			
2		5.4	16.2	17.1	12.0	20.5	5.0	400			
3		7.4	18.0	17.7	13.1	20.6	6.8	002			
4		10.0	17.8	16.8	14.3	20.5	9.8	466			
5		7.8	16.3	14.7	12.0	18.0	7.3	667			
6		11.0	13.0	11.7	12.0	14.7	10.6	878	6.2	2.2	6.2
7		9.4	14.1	13.1	12.0	17.0	8.6	767	0.6		2.8
8		8.4	16.0	16.3	12.4	18.0	6.7	866	5.2		5.2
9		15.0	17.3	13.4	14.9	17.6	13.4	678		0.1	
10		9.0	16.0	12.9	12.1	17.5	9.0	666	0.6		0.7
11		5.0	15.4	12.0	9.3	15.6	4.6	166		1.5	
12		9.2	11.7	9.7	10.3	13.0	9.2	887	10.0	5.3	11.5
13		8.1	11.3	9.4	9.5	12.2	8.1	878	6.6	0.3	11.9
14		4.2	10.7	12.8	8.4	13.8	2.8	565			0.3
15		5.2	12.7	12.8	9.4	14.6	4.8	366	1.3		1.3
16		7.2	9.0	8.6	9.0	12.8	7.2	888	0.3	0.1	0.3
17		6.3	11.4	10.0	8.8	13.0	6.0	654	0.1		0.2
18		1.6	10.4	8.3	6.1	13.3	1.3	123			
19		1.6	11.6	9.1	6.6	14.2	1.4	466			
20		2.2	12.4	11.1	7.6	15.5	1.6	116			
21		6.8	10.7	9.4	8.4	11.1	6.4	788		0.1	
22		8.4	11.4	12.3	10.7	14.0	8.2	788	0.3	0.1	0.4
23		10.2	11.3	10.1	10.7	12.5	10.1	888	2.1	1.5	2.2
24		9.6	8.8	6.5	8.9	12.8	6.5	866	2.6	2.2	4.1
25		6.8	9.7	7.7	7.8	10.5	6.0	786	0.4	0.1	2.6
26		3.0	6.2	6.3	4.7	7.8	1.6	686		0.2	0.1
27		3.0	8.3	6.2	5.6	10.0	3.0	568	0.1	5.9	0.3
28		4.0	4.7	6.0	5.3	7.5	3.5	867	25.8	7.3	31.7
29		3.7	7.9	6.2	5.4	8.1	3.5	866	3.0	2.8	10.3
30		3.4	6.3	4.0	4.1	6.5	2.6	388	0.1	0.2	2.9

MIDDEL: 6.6 12.0 10.9 9.4 14.0 6.0 SUM: 95.0

Max døgntemp 14.9 dato 9. Max pos. endring av Tm 2.5 dato 1.
 Min døgntemp 4.1 dato 30. Max neg. endring av Tm -3.1 dato 25.
 Abs. maxtemp 20.6 dato 3. Max døgnamplitude 15.5 dato 2.
 Abs. mintemp 1.3 dato 18. Max døggnedbør 31.7 dato 28.
 Tm-avvik av normalen: -0.1 Nedbørsum i % av normalen: 67

Døgn med:

Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx>=20 Tx>=25 R>=0.1 R>=1.0 R>=10.0 R>=25.0
 0 0 0 0 3 0 19 12 4 1

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

Tm: døgnmiddel Tx: maksimum Tn: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skyfritt og 8=overskyet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

ANALYSE RAPPORT

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

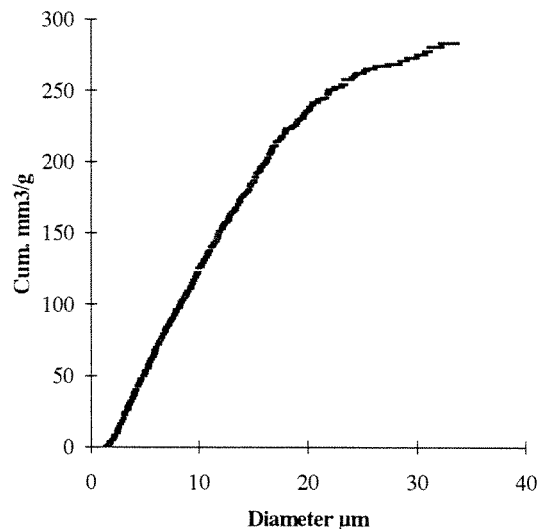
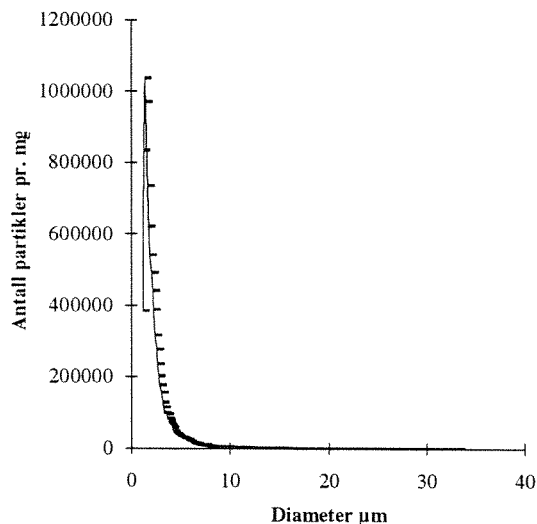
Postboks 69 Korsvoll
0808 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

Partikkelinnhold og størrelsefordeling

Prøve merket: Neset 5.09.94 Slam ved vannverk	Lagring/transport: Tatt: av oppdragsgiver Mottatt: 12.09.94 Analysert: 16.09.94 av EFR	Vår referanse: Lab.kode: J.nr. O.nr. 94199	Dato 16. september 1994
--	---	--	-----------------------------------

RESULTATER:

Prøve merket:	Antall mill/g	Volum mm ³ /g	Middelvolum µm ³	Diameter, µm	
				min.	maks.
Partikkelstørrelse og fordeling.	11130	283	25,5	1,04	33,3



Det ble foretatt tørrstoffbestemmelse av slammet for å kunne beregne partikkelinnhold pr. gram.

Oppslemmet stamsuspensjon ble filtrert gjennom 45µ planktonduk for å få fjernet noen større partikler som ikke ble finfordelt ved hjelp av ristemaskin.

Disse har selvfølgelig en viss betydning når det gjelder volum, men var nødvendig å få fjernet for å kunne gjennomføre partikkeltellingen.

Tellingen er utført på Coulter Multisizer med 1,8 % NaCl som elektrolytt.
Hulltubus (Orifice tube) 50 µm.

ANALYSEANSVARLIG

Harry Eframsen
Harry Eframsen
Laboratorieleder



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2685-0