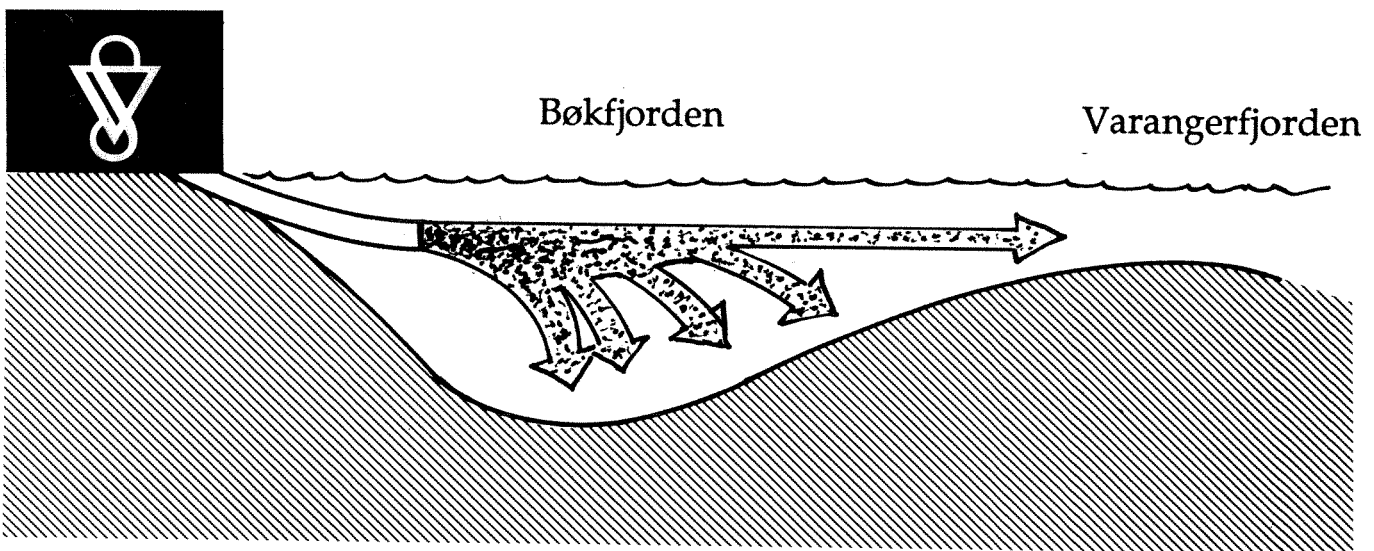


O-87170

Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark

2. PARTIKLER I VANNMASSEN SOMMEREN 1989



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-87170
Undernummer:
Løpenummer: 2343
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. 2. Partikler i vannmassen sommeren 1989	Dato: 8.01.1990
	Prosjektnummer: 87170
Forfatter (e): Jens Skei	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Finnmark
	Antall sider (inkl. bilag): 53

Oppdragsgiver: A/S Sydvaranger	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt: Vannmassenes innhold og sammensetning av partikler i fjordsystemet utenfor Kirkenes før og under bedriftsstans ved A/S Sydvaranger viste følgende:

- (i) Avgangen sedimenterer raskt i det utslippsnære området
- (ii) Bare små mengder avgang transporteres lenger enn 7 km fra Kirkenes i de øvre 100 m av vannmassen
- (iii) Ubetydelige mengder avgang transporteres ut i Varangerfjorden.

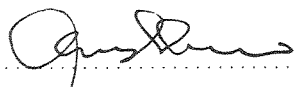
4 emneord, norske:

1. A/S Sydvaranger
2. Gruveavgang
3. Partikler
4. Spredning

4 emneord, engelske:

1. A/S Sydvaranger
2. Mine tailing
3. Particles
4. Dispersion

Prosjektleder:


.....
Jens Skei

For administrasjonen:


.....

Tor Bokn

ISBN 82-577-1625-1

0-87170

**MILJØUNDERSØKELSER I FJORDSYSTEMET UTENFOR
KIRKENES I FINNMARK**

2. Partikler i vannmassen

sommeren 1989.

Oslo, 8. januar 1990.

Prosjektleder: Jens Skei

Medarbeider : Unni Efraimsen

FORORD

Som en oppfølging av bunnsedimentundersøkelsene i 1988 fikk Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) i oppdrag av A/S Sydvaranger å undersøke vannmassenes innhold av partikler før fellesferien ved verket (normale utslippsforhold) og på slutten av fellesferien (ingen utslipp).

Målingene ble utført 29.6.89 og 27.7.89 fra A/S Sydvarangers båt "Hans Oscar". En spesiell takk rettes til mannskapet på "Hans Oscar" (Arnt Marthinussen, Frank Johansen, Bjarne Johansen, Waldemar Wosnitza, Per Maja, Per Olsen og Kjell Skog) for all hjelp under feltarbeidet.

NIVA, 8.01.90.

Jens Skei
Prosjektleder

INNHALDSFORTEGNELSE	SIDE
FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
1. INNLEDNING	6
2. MÅLSETTING	6
3. FELTARBEID, METODER OG UTSLIPPSFORHOLD	7
4. RESULTATER OG DISKUSJON	9
4.1 Hydrografi	9
4.2 Transmisjon	9
4.3 Partikkelmengde (TSM)	12
4.4 Kjemisk sammensetning av partikler	17
4.5 Scanning elektron mikroskopi	21
5. SLUTTKOMMENTARER	26
6. REFERANSER	28
7. DATAVEDLEGG	29

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Vannmassenes innhold og sammensetning av partikler større enn 0,4 µm ble undersøkt i fjordsystemet utenfor Kirkenes ved to anledninger sommeren 1989:

- (i) når utslipp fra A/S Sydvaranger pågikk (29.06.89)
- (ii) når verket stod (fellesferie, 27.07.89).
Resultatene fra undersøkelsene gir grunnlag for følgende konklusjoner:

1. **En sky med finpartikulær gruveavgang brer seg fra utslippsrøret på 20 m dyp og nedover mot dypbassenget på 150 m innenfor Tømerneset.**
2. **Årsaken til at skyen synker såpass raskt er innblanding av sjøvann i avgangsledningen og høy faststoffprosent (10 %) i suspensjonen.**
3. **Rask sedimentering fører til episodiske ras i indre del av Bøkfjorden. Slamstrømmer langs bunnen lager erosjonsrenner og store mengder avgang transporteres utover Bøkfjorden på denne måten.**
4. **Resultatene har i samsvar med sedimentundersøkelsen sannsynliggjort at ubetydelige mengder med avgangspartikler transporteres ut i Varangerfjorden.**

Det ble gjennomført hydrografiske målinger (saltholdighet og temperatur), transmisjon (mål for vannets gjennomskinnelighet), total mengde partikler (TSM), kjemisk sammensetning av partikler (jern, silisium, aluminium, magnesium og fosfor) og scanning elektron mikroskopiering (studier av enkeltpartiklers størrelse, form og sammensetning). Resultatene kan oppsummeres på følgende måte:

- (i) Et tynt brakkvannslag (1-2 m) ble observert i fjorden både i juni og juli. Det var noe mere ferskvann i fjorden i juni som følge av større tilførsler fra Pasvikelva og Neidenelva.
- (ii) Transmisjonsmålingene viste at skyen med avgangspartikler hadde sitt tyngdepunkt i 40 m dyp 1250 m fra utslippet, 50 m dyp ca. 3500 m fra utslippet og 65 m dyp ca. 6000 m unna. Mesteparten av sedimenteringen skjedde innen 1000 m fra utslippspunktet.

- (iii) Det ble registrert relativt lave partikkelkonsentrasjoner i vannmassen og liten forskjell mellom prøver innsamlet da utslipp pågikk og utslipp ikke eksisterte. Unntak er prøver tatt i selve slamskyen. Forklaringen må være at det var til dels store forskjeller i naturlig sediment-tilførsler og biologisk produksjon på de to tidspunktene (høyest i juli).
- (IV) Avgangspartikler kunne identifiseres kjemisk ved høye konsentrasjoner av silisium, jern og magnesium. På stasjonen nærmest utslippet inneholdt det partikulære materiale ved 40 m dyp nesten 40 % silisium i driftsperioden, mens det tilsvarende innhold av silisium under fellesferien var vel 20 %.
- (VII) Mikroskopiering av prøver viste at avgangspartikler var typisk små og skarpkantet. Ferske bruddflater på kvartskorn skyldes at dette er partikler som er tilført fjorden uten erosjon.

1. INNLEDNING

Utslipp av finfordelt gruveavgang til en fjord fører til at partiklene spres på to måter:

- (i) Transport av en slamsky av de fineste partiklene i vannmassen.
- (ii) Sedimentering av grovere avgangspartikler nær utslippspunktet og episodiske ras som fører til aktiv bunntransport.

Slamskyens oppførsel vil avhenge av partikkelkonsentrasjonen i avløpsvannet og egenvekten på vannet. Ved innblanding av sjøvann i avgangsledningen øker egenvekten på slamskyen, og den vil synke med avstand fra utslippet. Det vil skje en gradvis fortykning med omkringliggende vannmasser inntil slamskyen mister sin identitet.

Nær utslippspunktet akkumulerer avgang i en kjegleform og ved et gitt tidspunkt vil stabiliteten i kjeglen bryte sammen, og det skjer en utrasing. Slike ras eroderer ofte bunnen og tar opp sedimenter underveis og øker dermed i volum. Det er ikke uvanlig at slike slamstrømmer flytter seg over lange strekninger. Dette er beskrevet bl.a. i tilknytning til deponering av gruveavgang i fjorder i Canada (Hay et al., 1983). Situasjonen i Kirkenes er slik at avgangen tilføres sjøvann fra 10 m dyp, slik at faststoffprosenten blir ca. 8 - 10%. Avgangen ledes ut på 22 m dyp, 2 - 300 m fra land. Opplodding av bunnen har vist at det opptrer erosjonsrenner som følge av aktiv bunntransport.

2. MÅLSETTING

Undersøkelsene i 1989 hadde som målsetting å kartlegge spredning av avgang i vannmassen fra utslippspunktet til munningen av Bøkfjorden. Ved å måle partikkelspredning ved normale utslippsforhold, og under fellesferien ved A/S Sydvaranger skulle det være mulig å skille naturlig partikkeltransport fra transport av avgangspartikler.

3. FELTARBEID, METODER OG UTSLIPPSFORHOLD

Feltarbeidet ble utført fra en av A/S Sydvarangers slepebåter, "Hans Oscar" fra Kirkenes 29.6.89 og 27.7.89. Stasjonsplasseringen er vist på fig. 1. På et utvalg av stasjoner ble saltholdighet og temperatur målt med salinoterm i de øvre 30 meter av vannmassen. Dette ble gjort for å kartlegge beliggenheten av sprangsjiktet, dvs. det dypet som i hovedsak skiller det øvre brakkevannslaget fra saltvannet under. Målingene gir også et inntrykk av ferskvannstilførselen til Bøkfjorden på de to tidspunktene.

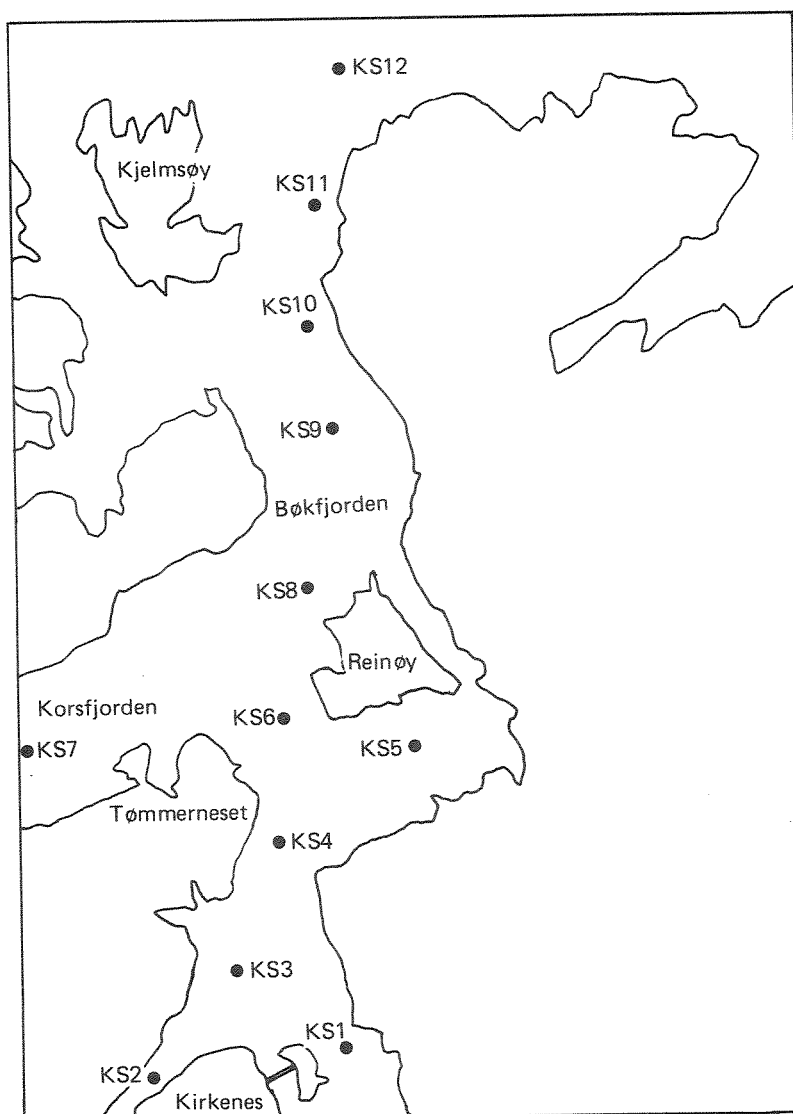


Fig. 1. Stasjonsplassering for vannprøver (KS5 ble prøvetatt bare 29.6.89).

På samtlige stasjoner ble transmisjon (dvs. et mål for vannets gjennomskinnelighet) målt i de øvre 95 m av vannmassen. Dybdebegrensningen skyldes at maksimal lengde på kabel var 100 m. Ved målingene avleses % transmisjon. Dette kan relateres til målinger i luft. På hver stasjon ble også siktedyp notert.

Etter at transmisjonen var målt, valgte man ut prøvetakingsdyp basert på minimumsverdier i transmisjonsprofilen. Det vil si at man valgte dyp hvor partikkelmengden så ut til å være størst. Det ble brukt en 5 l Niskin vannhenter. Prøvene ble tappet på plastflasker og filtrert samme dag gjennom 0.4 µm Nuclepore membranfiltre (trykkfiltrering). Filtrene ble rensert med destillert vann for å fjerne salt, tørket og veid. Deretter ble filtrene analysert for fosfor (P), aluminium (Al), jern (Fe), silisium (Si) og magnesium (Mg) ved røntgenfluoresens (Skei og Melsom, 1982). Utvalgte filtre ble i tillegg plukket ut og analysert ved scanningelektronmikroskopi (SEM/EDAX). De kjemiske analysene av partiklene ble gjort for å registrere mengden av komponenter som er typisk i avgangen (Si, Fe og Mg). Fosfor ble analysert for å ha en viss informasjon om mengden planktonalger i vannmassen.

I henhold til opplysninger fra bedriften er utslippets størrelse ved et vanlig driftsdøgn 8600 tonn. I dagene før toktet i juni og på selve tokt dagen ble det sluppet ut følgende mengder:

26.06.89	:	1613	tonn
27.06.89	:	8692	"
28.06.89	:	4341	"
29.06.89	:	9300	"

Det fremgår av utslippsoversikten at utslippene har variert mye de tre siste døgnene før prøvetaking. Dette bør det tas hensyn til når data skal vurderes.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Resultatene befinner seg i datavedlegget.

4.1 Hydrografi

Både i juni og juli ble det registrert et tynt brakkvannslag (1 - 2 m) i fjorden som følge av ferskvannstilførsler, hovedsakelig fra Pasvikelva. Det ble registrert små hydrografiske forskjeller mellom toktene.

Målinger av salt og temperatur ble gjort for å fastlegge sjiktningen i vannmassen. Denne er i stor grad styrt av ferskvannstilførselen. Bøkfjorden får tilført ferskvannet hovedsakelig gjennom Pasvikelva, men det er også andre mindre tilførselser. Korsfjorden tilføres ferskvann fra Neiden-vassdraget.

Tettheten eller egenvekten av sjøvann er hovedsakelig bestemt av vannets saltholdighet. Fig. 2 og 3 viser tetthetsprofiler på stasjon KS3 (indre fjord) og KS10 (ytre fjord) for de to tidspunktene. I slutten av juni lå sprangsjiktet i indre fjord på mellom 1 og 2 meter (Fig. 2). Det betyr at ferskvannet lå som et tynt sjikt oppå vann med saltholdighet over 30 o/oo. I juli lå sprangsjiktet mellom overflaten og 1 meter. Det var således noe mere ferskvann i indre fjord i juni enn i juli. I ytre fjord (KS10) lå sprangsjiktet mellom 1 og 2 meter i juni og juli, mens 30 o/oo vann ble registrert mellom 2 og 3 meter. Det er således små hydrografiske forskjeller mellom de to toktene (Fig. 3).

4.2 Transmisjon

Klare utslag på vannets gjennomskinnelighet på grunn av gruveavgang ble bare registrert innen 3.5 - 4 km fra utslippet. Slamskyen gjenfinnes under 35 m dyp 1.2 km fra utslippet og på større dyp lenger ute.

Transmisjonsmålingene gir et uttrykk for vannet gjennomskinnelighet eller partikkelinnhold. Ettersom dette registreres ved et instrument som senkes ned i vannmassen, er det mulig å registrere selv tynne turbide sjikt. Registreringsdypet begrenser seg til kabellengden (100 m), slik at det ikke var mulig å måle transmisjon under dette vanddypet i Bøkfjorden. Terkseldypet ved innløpet til Bøkfjorden (øst for Kjelmsøya) er ca. 130 m, mens bassengdypet innenfor er enkelte steder 250 m.

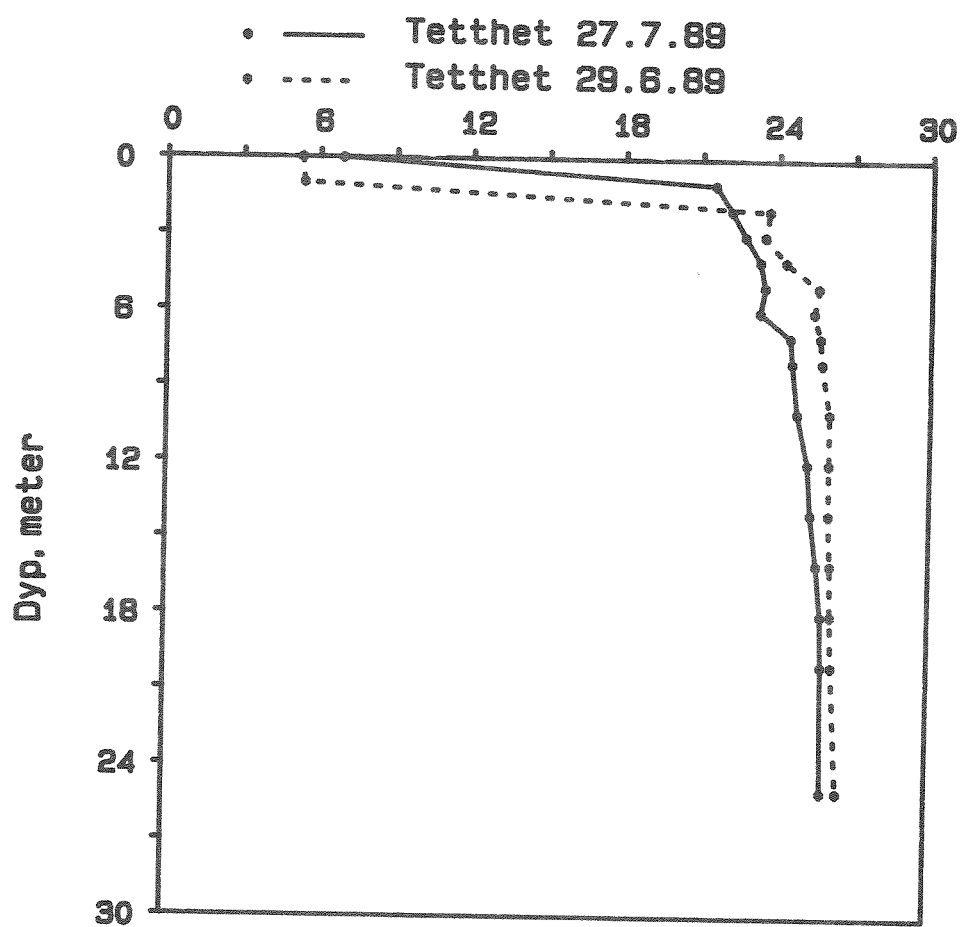


Fig. 2. Tetthetsprofiler (δ_T) på stasjon KS3.

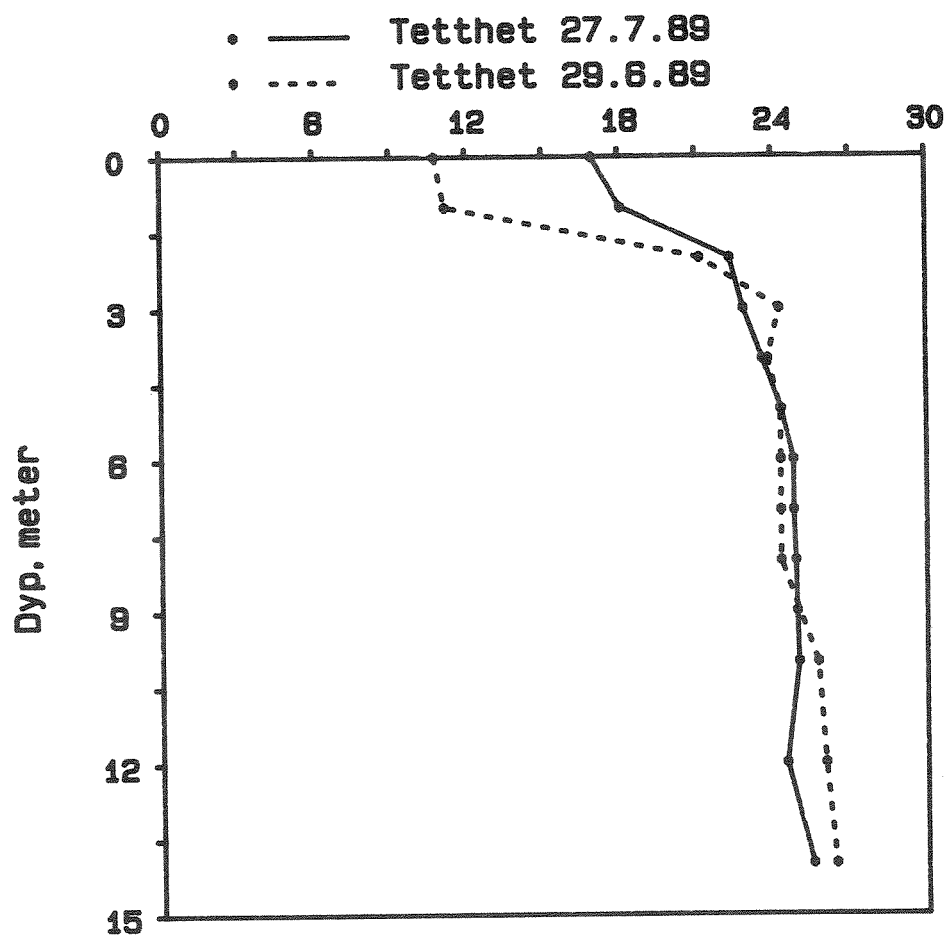


Fig. 3. Tetthetsprofiler (δ_T) på stasjon KS10.

I luft ble det registrert en transmisjon på ca. 85%. Verdiene som er målt i vannet er ikke korrigert til 100% i luft ettersom data kun brukes for å vurdere relative endringer.

Det vanlige bildet av transmisjon i fjorder er lav transmisjon over sprangsjiktet (dvs. i brakkvannslaget) og en gradvis økende transmisjon nedover i dypet. I bunnvannet reduseres vanligvis transmisjonen som følge av resuspensjon (oppvirvling) av sedimenter. Et eksempel på dette er transmisjon målt på stasjon KS2 hvor redusert transmisjon ble observert i brakkvannslaget og nær bunnen (bunndyp = 35 m) (Fig. 4).

På stasjonen nærmest utslippet var det meget lett å lokalisere slamskyen. Mens det ble målt en transmisjon på 77% på 32 m dyp, ble det målt 5% transmisjon på 35 m dyp (Fig. 5). Det er således skarp overgang til slamskyen ovenfra. Hovedtyngden av skyen befant seg mellom 35 og 45 m dyp. Men også vannmassen under dette laget var influert av avgang i juni. Ser vi på tilsvarende profil for juli-toktet (Fig. 5) var forholdene helt annerledes.

På stasjon KS4 ble det også observert redusert transmisjon i juni i forhold til juli (Fig. 6). Her lå hovedtyngden av avgang mellom 40 og 45 m, dvs. litt dypere enn på stasjon KS3.

Lenger ute var det vanskelig å påvise avgang på grunnlag av transmisjonsmålinger. Men på stasjon KS6 ble det registrert et lite fall i transmisjonen mellom 65 og 80 m. Det er mulig at restene av slamskyen synker til under 100 m og at det derfor ikke kan registreres med transmisiometeret (kabelldenge = 100 m).

4.3 Partikkelmengde (TSM)

Det ble registrert meget beskjedne mengder partikler i vannmassene, med unntak av prøver tatt midt i slamskyen med avgang. Årsaken må være at avgangen sedimenterer raskt og at bunntransport er viktigere enn transport høyere oppe i vannmassen.

Ved å filtrere vannprøver gjennom pre-veide Nuclepore membranfiltre (porestørrelse = 0.4 μm), samt veie disse på nytt etter fjerning av salt med destillert vann, får man et mål for partikkelmengden.

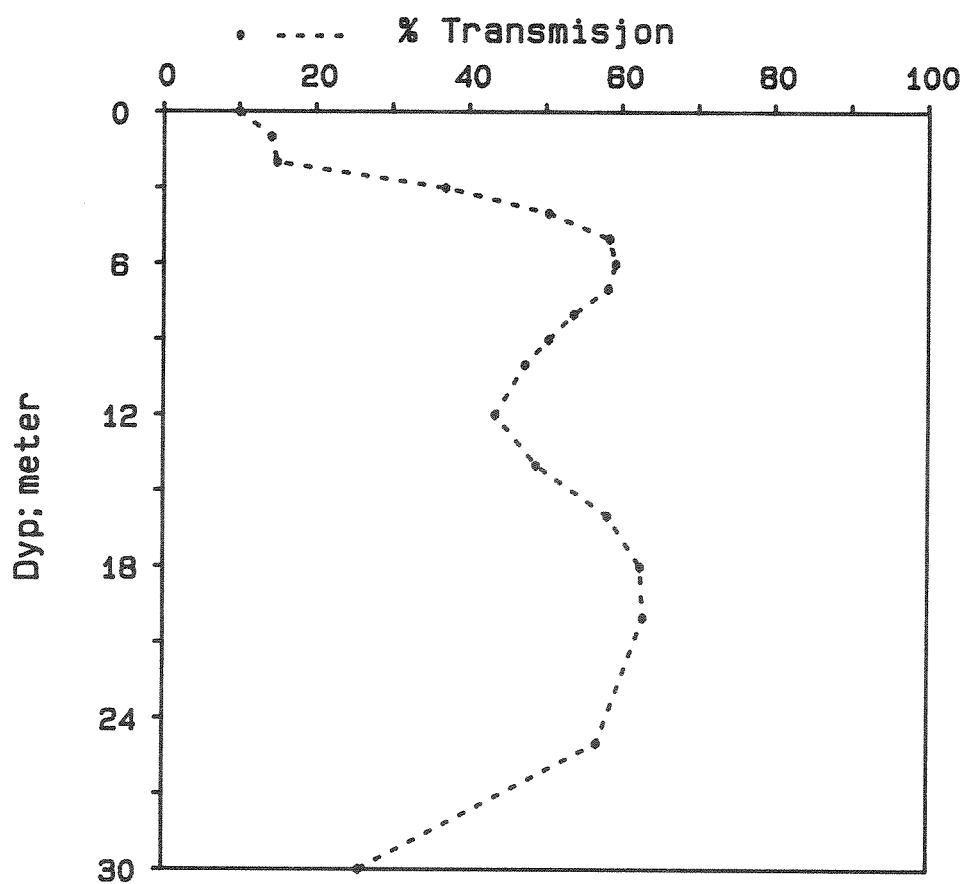


Fig. 4. Transmisjon i munningen av Langfjorden (KS2), 29.06.89.
(Bunndyp 35 m).

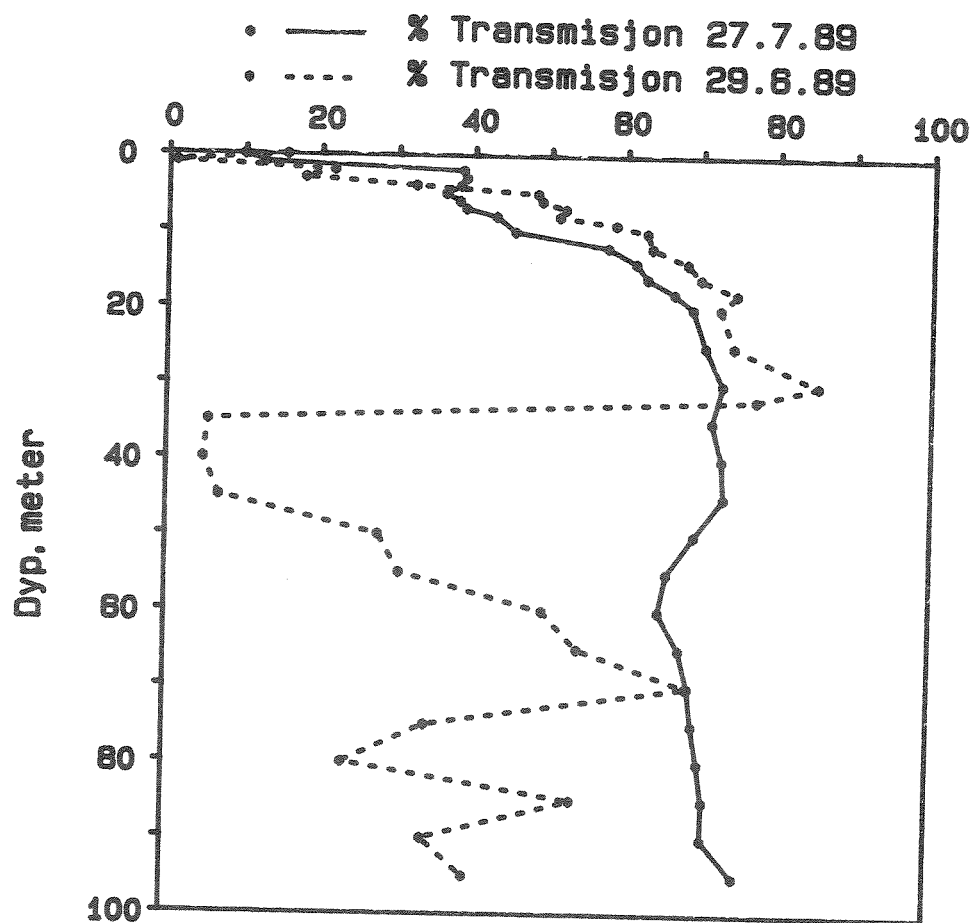


Fig. 5. Transmisjon i vannmassen under (27.7) og før fellesferien (29.6) ved A/S Sydvaranger ca. 1250 m nord for utslippet (KS3).

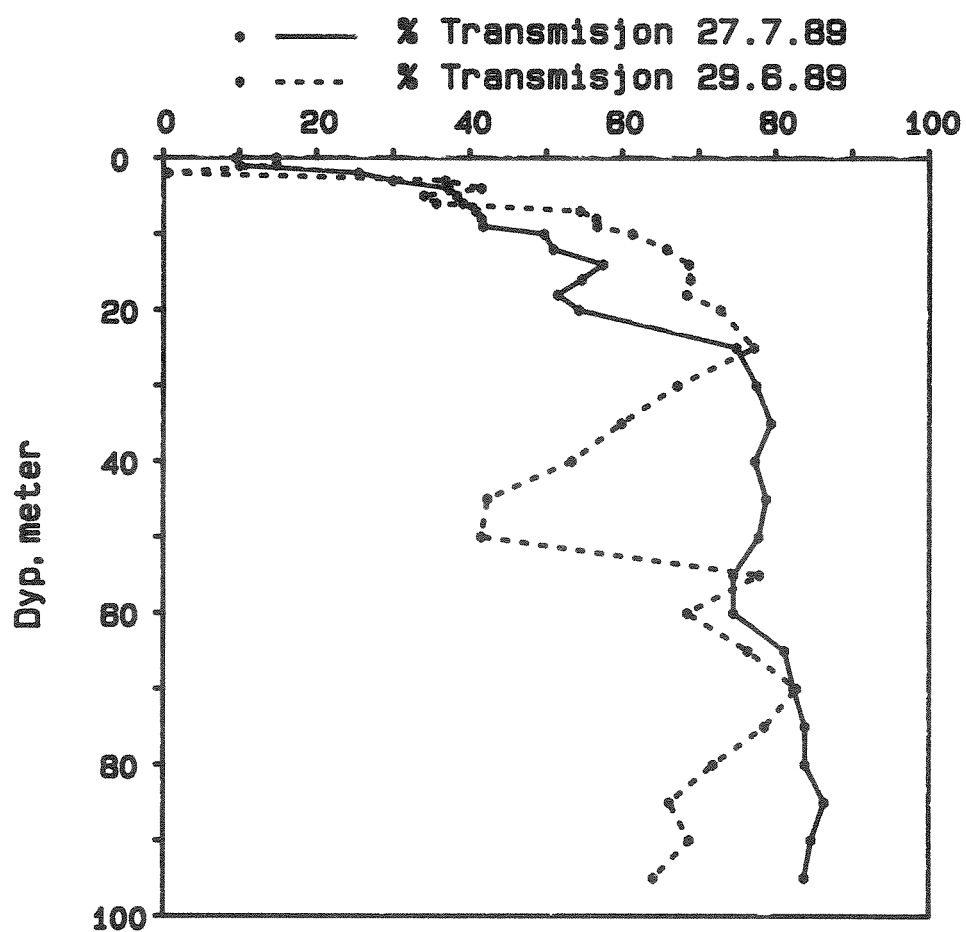


Fig. 6. Transmisjon i vannmassene under (27.7) og før fellesferien (29.6) ved A/S Sydvaranger ca. 3.5 km nord for utslippet (KS4).

Under toktet i juni (før fellesferien) ble det registrert mellom 0.13 og 1.97 mg/l i et antall av 22 vannprøver (gj.snitt = 0.44 mg/l). Dette er meget lave verdier. Kun 6 av 22 prøver viste verdier over 0.5 mg/l. Høyeste verdi (1.97 mg/l) ble registrert på 40 m dyp på stasjon K3, ca. 1250 m fra utslippspunktet. Dette var midt i slamskyen med gruveavgang. Når det likevel ikke ble registrert en høyere verdi, kan det delvis være på grunn av filtreringsproblemer når partikkelmengden er stor og partiklene tildels er grove. De grovste og tyngste partiklene sedimenterer i filtreringsbeholderen, slik at det stort sett er de fineste partiklene som frafiltreres. På den måten kan gravimetrisk målinger av partikler i vann føre til en underestimering av partikkelmengde når partikkelmengden er meget stor.

Overflatevannet utenfor munningen av Pasvikelva (st. KS1) viste 0.7 mg/l suspendert materiale (TSM). Dette må antas å skyldes i hovedsak sedimenttransport i elva. Saltholdigheten i denne prøven var 5.9 o/oo, noe som tydet på at det stort sett var ferskvann. Målinger av TSM-innholdet i vannprøver tatt ved Bjørnesundet i Pasvikelva viste et årsgjennomsnitt i 1979-80 på 0.9 mg/l med høyeste verdier i juni og juli (Traaen, 1980).

En overflatestasjon i munningen av Langfjorden viste 0.92 mg/l TSM. En såvidt høy verdi her antas å skyldes en viss transport av avgang som er sedimentert i Langfjorden og delvis avrenning fra landarealet rundt A/S Sydvaranger og kaiområdet.

Vel en km utenfor utslippspunktet for avgang ble det registrert 0.73 mg/l TSM i overflaten og 1.97 mg/l i slamskyen på 40 m dyp. Etter opplysninger fra bedriften skal faststoffprosenten i avgangsledningen være ca. 10%, dvs. en partikkelmengde på 100.000 mg/l. Målingene tyder på at partikkelkonsentrasjonen reduseres med en faktor på 50.000 over en strekning på 1250 m. Dette indikerer en meget rask sedimentering av avgang nær utslippet. Det bør imidlertid påpekes at bedriften i ettertid har opplyst at dagen forut for prøvetakingen var det kun halv drift ved verket og dermed bare 50% av normalt utslipp. Tre dager før toktet var utslippet nede i under 20% av normalt utslipp (kap. 3). Tidsforskyvningen tatt i betraktning er det mulig at de registreringer som ble gjort 29.6. ikke er helt representative for forholdene ved full produksjon. Men målingene viser at slamskyen synker relativt raskt og konsentrasjonene indikerer en massiv sedimentasjon i det utslippsnære området.

Allerede på stasjon KS4 (ca. 3.5 km fra utslippet) var partikkelmengden i 45 - 70 m dyp (midt i slamskyen) 0.44 mg/l. Ved

Reinøy (KS6) var partikkelmengden ved 65 - 90 m nede i 0.3 mg/l og ca. 0.15 mg/l i 45 - 80 m dyp ved nordenden av Reinøy (KS8). Her var det ikke mulig ut fra transmisjon og mengde TSM å påvise slamskyen med gruveavgang.

I munningen av Bøkfjorden (st. KS12, Fig. 1) ble det målt ca. 0.15 mg/l ved 90 og 130 m dyp i juni. En verdi på 0.75 mg/l i overflatevannet skyldes trolig plankton. Det kan derfor slås fast at 29. juni 1989 var det på grunnlag av TSM-målinger i munningen av Bøkfjorden ikke mulig å påvise transport av gruveavgang ut i Varangerfjorden i de øvre 130 m av vannmassen.

4.4 Kjemisk sammensetning av partikler

Prøver influert av gruveavgang inneholder mye silisium, jern og magnesium. På bakgrunn av dette kan vi slå fast at de øvre 100 m av vannmassen er påvirket av avgang ut til Reinøy. Lenger ute er det bare spor av avgang.

Partikler frafiltrert vannprøvene ble analysert for å se på den kjemiske sammensetningen. Dette ble gjort for å lettere kunne identifisere tilstedeværelse av gruveavgang i prøvene. Gruveavgangen er svært kvartsrik (77% SiO₂) og inneholder dessuten betydelige mengder jern og magnesium. Si/Al-, Fe/Al- og Mg/Al-forholdene er henholdsvis 48, 9 og 3. Dette er nokså atypiske forholdstall hvis vi sammenligner med vanlig leirholdig materiale (Si/Al ~ 2.5, Fe/Al ~ 0.5 og Mg/Al ~ 0.3, Price og Skei, 1975). I munningen av Pasvikelva inneholdt overflatevannet (1 m dyp) partikler hvor forholdstallene i juni og juli var:

	Si/Al	Fe/Al	Mg/Al	Sal (o/oo)
Juni 1989	5.2	1.1	0.5	5.9
Juli 1989	4.0	20.0	0.05	21.1

Forskjellen i saltholdigheten på disse to prøvene viser at i juni er prøven tatt i brakkvannslaget (hovedsakelig ferskvann), mens i juli ble prøven tatt i overgangslaget mellom ferskvann og saltvann (sprangsjikt). Når vi skal vurdere sammensetningen på partikler som Pasvikelva fører med seg til Bøkfjorden, er det riktig å ta utgangspunkt i juni-verdiene. På prosentbasis inneholder partikler i ellevannet ca. 24% Si, 5% Fe og 2.4% Mg. Dette er forholdsvis høye konsentrasjoner og reflekterer at Pasvikelva drenerer et område som i

mineralsammensetning ikke er så ulik sammensetningen av jernforekomsten som A/S Sydvaranger driver på. Dette ble også påpekt i forbindelse med sedimentundersøkelsen (Skei og Rygg, 1989).

I munningen av Langfjorden ble det målt et Si/Al-forhold i overflatevannet på 8. Dette indikerer at prøven er influert av gruveavgang, sannsynligvis som følge av en viss erosjon fra slambankene i Langfjorden. Disse partiklene hadde dessuten et høyt jerninnhold (6.8%) og kan settes i forbindelse med utslipp av hematittholdig avløpsvann til Langfjorden.

På stasjon KS3 (Fig. 1) var Si/Al-forholdet i overflatevannet vel 7, mens midt i avgangsskyen på 40 m dyp ble det målt et Si/Al-forhold på 22 (39% Si). Dette er i hovedsak gruveavgang.

På stasjon KS4 (Fig. 1) ble det i juni (før fellesferien) ut fra transmisjonsprofilen påvist turbid vann i dybdeintervallet 40 - 70 m (Fig. 6). En vannprøve fra 45 m dyp viste et Si/Al-forhold på 16 (25% Si). Et Mg/Al-forhold på 2 (3% Mg) indikerer også at dette er gruveavgang. Det samme gjelder prøven fra 70 m dyp, selv om transmisjonen her var betydelig høyere.

På stasjon KS6 ved sørenden av Reinøy ble gruveavgang påtruffet ved 65 m dyp. Her ble Si/Al-forholdet målt til 7 (34% Si). Stasjonen i Korsfjorden tjener som referansestasjon. Her ble det målt et Si/Al-forhold på 65 m dyp på 6.7 (33% Si). Det betyr at hvis vi bare vurderte Si-innholdet, kunne vi ikke se noen forskjell på prøven fra Bøkfjorden og Korsfjorden ved 65 m dyp. Hvis vi derimot ser på jern og magnesium som også er typiske for gruveavgangen, endrer bildet seg. Prøven fra Bøkfjorden har et Fe/Al-forhold på 3.1 (8%Fe) og et Mg/Al-forhold på 1.1 (2.9% Mg). Tilsvarende forholdstall og prosenter for prøven fra Korsfjorden er 0.7 (3.5% Fe) og 0.6 (2.7 % Mg). Det er derfor sannsynliggjort at redusert transmisjon ved 65 - 70 m dyp på stasjon KS6 skyldes gruveavgang.

På stasjon KS8 var det ikke mulig ut fra transmisjonsprofilen å registrere vannmasser med nedsatt transmisjon. Ut fra antagelsen om at en eventuell slamsky med avgang ville opptre på noe større dyp på stasjon KS8 enn KS6, ble en prøve fra 80 m dyp analysert. Denne viste et Si/Al-forhold på 6 (26% Si) og Fe/Al- og Mg/Al-forhold på henholdsvis 0.7 (3.1% Fe) og 0.6 (2.6% Mg). Denne sammensetningen er den samme som på prøven fra 65 m dyp i Korsfjorden. Det er derfor sannsynliggjort at det 29.6.89 ikke ble transportert nevneverdige mengder gruveavgang i de øvre 95 m av vannmassen forbi Reinøy.

Målinger på stasjonene i fjordsystemet i juni viste at vannprøver hadde partikler med følgende forholdstall og elementkonsentrasjoner:

	Si/Al	% Si	Fe/Al	% Fe	Mg/Al	% Mg
KS3 - 40 m	22	39	2.7	5.0	3.4	6.3
KS4 - 45 m	16	25	1.4	2.1	2.0	3.1
KS6 - 65 m	7	34	1.2	5.8	1.0	4.5
KS7 - 65 m	6.7	33	0.7	3.6	0.6	2.7
KS9 - 90 m	7.0	18	1.0	2.6	1.1	2.8
KS12 - 90 m	5.4	23	0.9	4.1	0.8	3.5
KS12 - 130 m	5.8	22	0.8	2.9	0.6	2.3

Litt større mengde jern og magnesium i det partikulære materiale på stasjon KS9 og KS12 enn i Korsfjorden (referanse) og i partikler som transporteres med Pasvikelva, kan tyde på spor av gruveavgang. Ettersom mengden av partikler i disse prøvene er meget lav (ca. 0.15 mg/l) vil dette ikke ha noen miljømessig betydning. Konklusjonen på målingene i juni, da utslipp fra A/S Sydvaranger pågikk, må bli at vi har sannsynliggjort transport av gruveavgang i de øvre 100 m av vannmassen ut til Reinøy. Lenger ute kan det i beste fall bare påvises spor av avgang i vannmassen. Det må imidlertid påpekes at utslippene dagen før målingene ble gjort, var omtrent 50% av normalt utslipp.

I tillegg til målinger av parametre som er karakteristisk for uorganiske partikler, ble det også målt på mengde fosfor. Dette vil indikere relative mengder av organiske partikler, i hovedsak plankton.

I overflatevannet innerst i Bøkfjorden ble det målt ca. 2 µg/l fosfor i overflatevannet i juni. Lenger ute ble det målt verdier lavere enn 1 µg/l. Dette indikerer liten planktonproduksjon i fjordområdet og beskjeden tilførsel av partikulært organisk materiale med Pasvikelva.

Toktet foretatt 27.7.89, etter at A/S Sydvaranger hadde hatt fellesferie i nærmere 4 uker, ble gjennomført for å se på partikkelfordeling og sammensetning når utslipp ikke pågår. Vannmassenes oppholdstid i Bøkfjorden er ikke kjent, men vi kan ikke se bort fra at dypvannet har en oppholdstid lengre enn 1 måned. Imidlertid er det lite sannsynlig at avgangspartikler vil holde seg svevende i vannmassen så lenge.

Det ble observert en dobling i partikkelmengde (TSM) i overflatevannet i munningen av Pasvikelva og Langfjorden. Dette kan trolig forklares med en kraftig økning i mengden av organiske partikler i juli samt økt sedimenttransport. På stasjon KS1 økte P-innholdet fra 2 til 13 $\mu\text{g/l}$ i løpet av en måned. Dette medførte også en økning i mengden partikulært fosfor og TSM i dypere vannlag i hele fjordsystemet. Dette kompliserer sammenligningen mellom juni- og juli-toktet.

På stasjonen nærmest utslippspunktet (KS3) falt konsentrasjonen av Si, Fe og Mg på 40 m dyp til henholdsvis 140, 55 og 19 $\mu\text{g/l}$ i juli. Forholdstallene $\text{Si/Al} = 13$, $\text{Fe/Al} = 5$ og $\text{Mg/Al} = 1.7$ sammenlignet med $\text{Si/Al} = 22$, $\text{Fe/Al} = 2.7$ og $\text{Mg/Al} = 3.5$ i juni, indikerer forskjeller i sammensetning. Det bør likevel påpekes at en viss påvirkning av gruveavgang kan spores i juli, selv om bedriften hadde produksjonsstopp. Det kan skyldes at det stadig skjer en oppvirvling av sedimentert avgang, samt tilførsler fra Langfjorden.

På stasjon KS4 ble det ikke registrert vesentlige forskjeller i kjemisk sammensetning og mengde av det partikulære materialet i dypene 40 og 70 m mellom juni- og juli-toktet. En økning i jernmengden i juli kan muligens forklares med økning i jern-transporten fra Langfjorden eller Pasvikelva. Alternativ forklaring som kan gis til dette er en betydelig større oppvirvling av sedimenter i juli (aktiv bunntransport) som påvirker vannmassen innefor Tømmerneset og dermed utvisker den forventede forskjellen mellom bedriftsstans og produksjon ved A/S Sydvaranger. De hydrografiske målingene viser at det kan ha skjedd en vannutskiftning i Bøkfjorden mellom juni og juli som medførte en temperaturøkning ved midlere dyp.

På stasjon KS6 viste det partikulære materialet et Si/Al-forhold i produksjonsperioden som var noe lavere enn under bedriftsstansen i 65 m dyp. Også mengden partikler tyder på at denne vannmassen var mere påvirket av gruveavgang under bedriftsstansen. Det samme gjelder utenforliggende stasjoner. Igjen er det vanskelig å tenke seg en annen forklaring enn at vannet påvirkes av oppvirvlede avgangsmasser (bunntransport).

Konklusjonen på målingene utført på et tidspunkt da bedriften hadde stått i nesten 4 uker, må bli at med unntak av stasjonen nærmest utslippet, er det vanskelig å registrere store forskjeller i partikkelmengde og - sammensetning om vi sammenligner data fra juni og juli. En mulig årsak er at det tilfeldigvis var en større bunntransport av gruveavgang i juli som medførte oppvirvling og påvirkning av vannmassen (vannutskiftning).

4.5 Scanning elektron mikroskopi

Små (2–5 μm) skarpkantede kvartskorn karakteriserer prøver påvirket av gruveavgang. Ellers opptrer partikler med høyt innhold av jern og magnesium hyppig. Avgangspartikler kan spores helt ut til munningen av Bøkfjorden.

Seks av filtrene ble plukket ut for scanning elektron mikroskopiering. Dette ble gjort for å se på partiklernes størrelse, form og kjemisk sammensetning. Tilsvarende analyser ble gjort for bunnsedimenter (Skei og Rygg, 1989). Disse viste at lokaliteter påvirket av gruveavgang var karakterisert av skarpkantede kvartskorn (10–30 μm) og små jernpartikler (1–5 μm).

Mikroskopiering av filtre fra 40 m dyp da utslipp pågikk viste svært skarpkantede partikler, hovedsakelig av kvarts (Fig. 7). Størrelsen på disse partiklene varierte i området 2–5 μm , med enkelte kvartskorn opp mot 10 μm (Fig. 7). Partiklene bærer preg av friske bruddflater og er lite erodert. Størrelsen på disse kvartskornene er gjennomgående lavere enn de som ble påvist i bunnsedimentene (Skei og Rygg, 1989). Dette tyder på at det materialet som påvirker bunnsedimentene i hovedsak skyldes bunntransport og ikke sedimentering fra en suspensjonssky.

Foruten kvartskorn viste mikroskopieringen partikler med jern og magnesium. Disse var gjennomgående mindre (0,5–2 μm) og opptrer som lysende punkter ved backscatterbestråling (Fig. 8).

Fig. 9 og 10 viser sammenligningen mellom partikler i 40 m dyp på stasjon KS3 før og under fellesferien. Det går frem av bildene at partikkeltettheten på filteret er meget forskjellig. (Det bør også påpekes at i juni ble det filtrert 0,8 l vann og i juli 1,2 l.) Det ble også observert betydelige mengder plankton i prøven fra juli (Fig. 10).

I samtlige prøver som ble mikroskopierte (med unntak av overflatevann utenfor Pasvikelva) ble det påvist typiske avgangspartikler. Men de ble påvist i meget lite antall nord for Reinøy. Fig. 11 viser partikler fra 90 m dyp ved munningen av Bøkfjorden. Også her ble det påvist en og annen avgangspartikkel.

I overflatevannet på stasjon KS1 ble det påvist en god del diatomeer (delvis ferskvannsarter) og store mengder sorte partikler (flate) med

tydelig bakterievekst (Fig. 12). Opprinnelsen til disse sorte partiklene med bakterier er ikke fastslått.

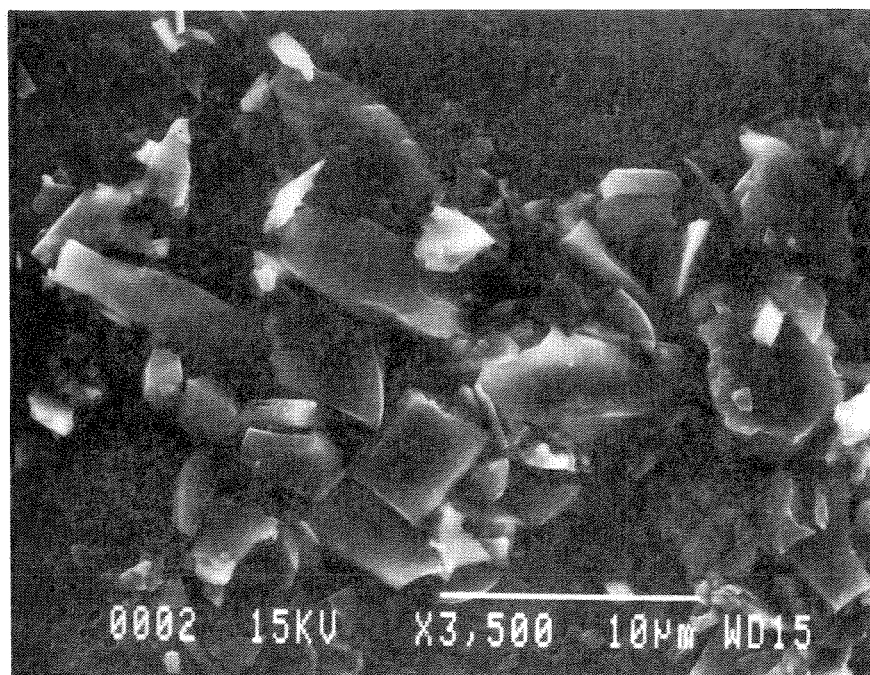


Fig. 7.

Skarpkantede kvartskorn
(gruveavgang)
St. KS3, 40 m
29.06.89

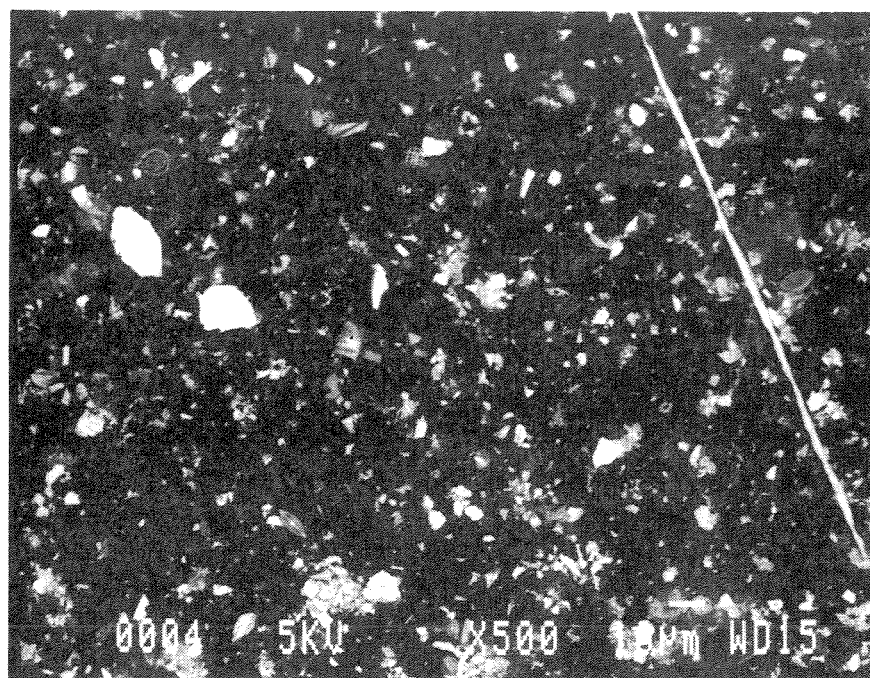


Fig. 8.

De minste partiklene
som lyser opp består
av mye jern og magne-
sium.
St. KS6, 65 m
29.06.89
(backscatter)



Fig. 9.

Store mengder avgangs-
partikler.
KS3, 40 m
29.06.89

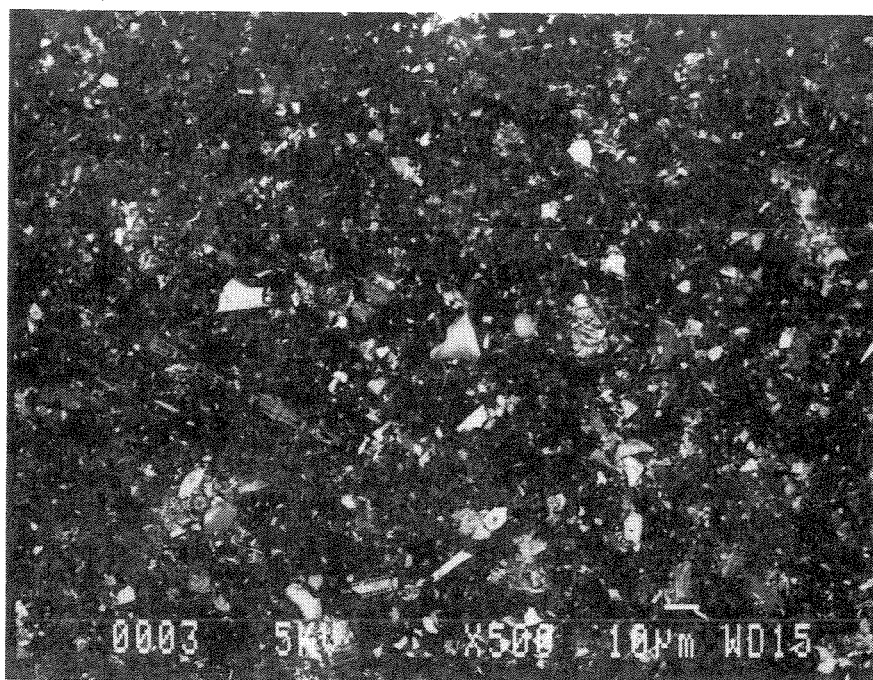


Fig. 10.

Partikkeltettheten er
mindre enn på Fig. 9.
I tillegg ble det påvist
en god del plankton-
fragmenter.
KS3, 40 m
27.07.89

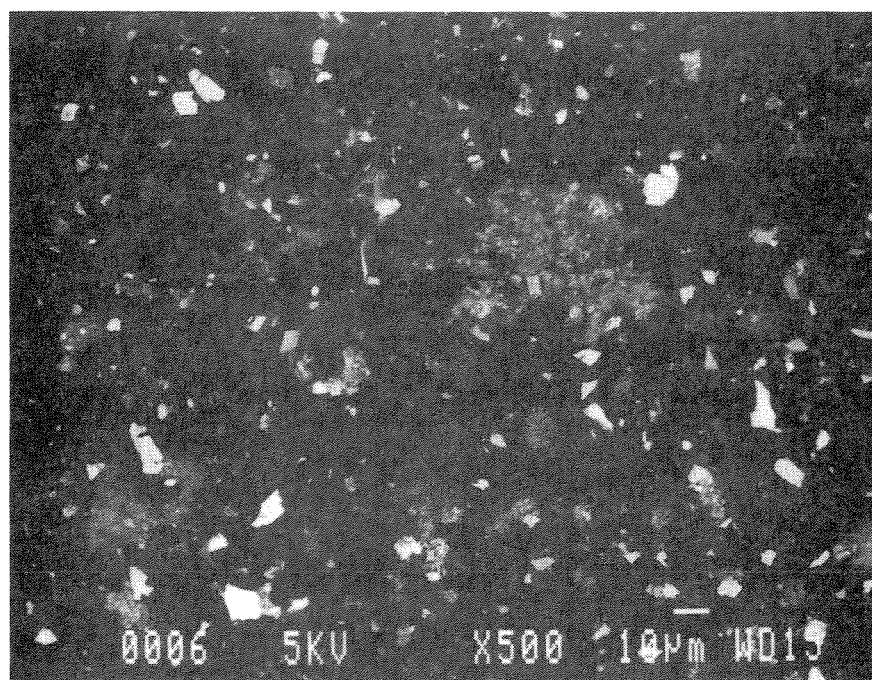


Fig. 11.

KS12, 90 m. 29.06.89
Noen av de mest skarp-
kantede partiklene
stammer trolig fra
avgang.

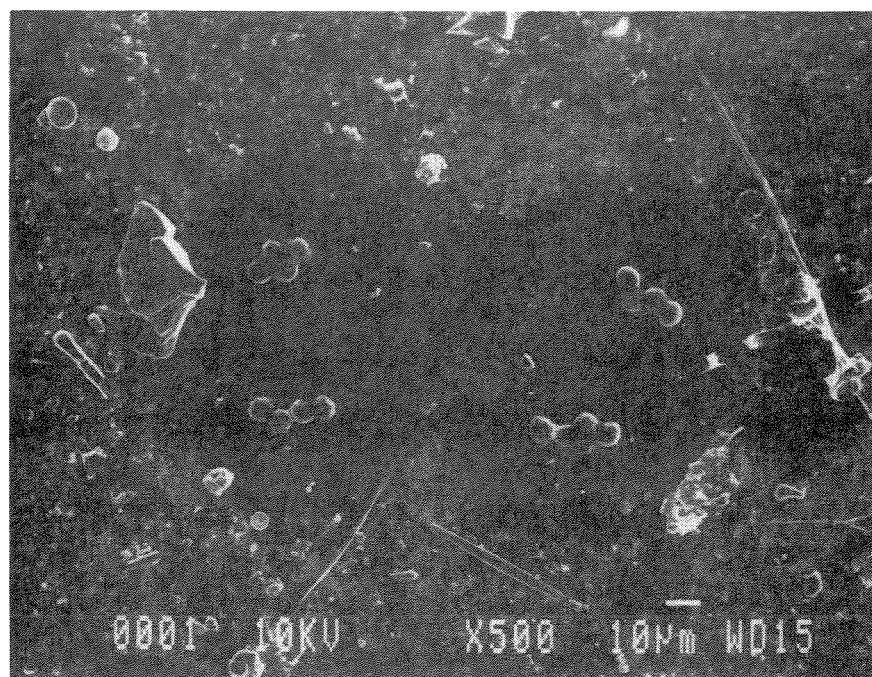


Fig. 12.

KS1, 1 m, 29.06.89
Diatomè-skall og orga-
nisme partikler med
bakterievekst.

5. SLUTTKOMMENTARER

Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes har omfattet to faser:

1. Bunnsedimenter og innvirkning av avgang på bunndyr og
2. Partikler i vannmassen.

Ved den første delundersøkelsen ble det fastslått at avgang fra A/S Sydvaranger har påvirket bunnsedimentene opptil 13 km fra Kirkenes (Kjelmsøy). Påvirkningen på bunndyr ble registrert inntil 7 km fra kilden (Reinøy). Til tross for et meget stort utslipp av gruveavgang ble det bare påvist skadevirkninger på bunnen innenfor et relativt begrenset område. Årsaken må være at avgangsmassene ikke skiller seg dramatisk fra naturlige sedimenter med hensyn til kjemisk sammensetning. På to punkter derimot skiller avgangen seg vesentlig fra naturlige forhold:

- (i) Utslippsmengdene er meget store og dette gir grunnlag for kraftig nedslamming innenfor Tømmerneset og en betydelig slamtransport langs bunnen (erosjonsrenner).
- (ii) Avgangspartikler har ferske bruddflater og er således meget skarpkantet i forhold til eroderte partikler.

Undersøkelsen av partikler i vannmassen endrer lite på konklusjonene fra sedimentundersøkelsen. Vannmassene som er influert av avgang inneholder moderate mengder partikler fordi innblanding av sjøvann i avgangsledningen fører til at slamskyen synker raskt. Vannmassen forøvrig viste små mengder partikler. Den viktigste transportmekanismen for avgangen synes å være slamstrømmer langs bunnen som i stor grad er episodiske og som trolig bare påvirker vannmassen nær bunnen. Meanderende erosjonsrenner i indre del av Bøkfjorden er et godt bevis for dette. Tilsvarende fenomener er påvist i Ranfjorden (Carstens og Tesaker, 1972).

Miljøundersøkelsene har ikke avdekket noe som tyder på at avgang transporteres ut av Bøkfjorden i mengder som kan ha noen miljømessig betydning for Varangerfjorden. Med utgangspunkt i en utslippsmengde på 1.7 mill. tonn pr. år og et vanninnhold på 50 % i sedimentet vil volumet av avsatt avgang utgjøre 1.7 mill. m³. Hvis mesteparten av avgangen sedimenterer innenfor et areal på 5 km² gir dette en gjennomsnittlig sedimenttilvekst på 60 cm/år. Det er derfor ingen fare for at dybdeforholdene vil endre seg så dramatisk at spredningen av

avgang vil forandre seg, selv om utslippene vil vedvare i 20-30 år.

6. REFERANSER

- Carstens, T. og Tesaker, E., 1972. Erosion by artificial suspension current. Paper presented at the 13th Coastal Engineering Conf., Vancouver, B.C., 4 pp.
- Hay, A.E., Murray, J.W. and Burling, R.W., 1983. Submarine channels in Rupert Inlet, British Columbia: I. Morphology. In: Sedimentology of fjords (eds. Syvitski, J.P.M. & Skei, J.M.). Sed. Geol., 289-315.
- Price, N.B. og Skei, J.M., 1975. Areal and seasonal variations in the chemistry of suspended particulate matter in a deep fjord. Estuar. Coast. Mar. Sci., 3, 349-369.
- Skei, J.M. og Melsom, S. 1982. Seasonal and vertical variations in the chemical composition of suspended particulate matter in an oxygen-deficient fjord. Estuar. Coast. Shelf. Sci., 61-78.
- Skei, J. og Rygg, B. 1989. Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark.
1. Bløtbunnfauna og sedimenter. NIVA-rapport 0-87170, 80 s.
- Traaen, T., 1980. Pasvikelva. Undersøkelser i 1979 - 1980. NIVA-rapport 0-79047, 18 s.

DATAVEDLEGG

STASJON : KS01
 DATO : 890629

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	mg/1
1.0	13.30	5.900	17.9	2.3	31.1	35.1	162.0	16.22	0.669

STASJON : KS01
 DATO : 890727

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	mg/1
1.0	12.00	21.100	23.4	13.0	8.7	173.9	34.8	<0.43	1.587

STASJON : KS02
 DATO : 890629

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	mg/1
1.0	13.00	15.100	14.2	2.1	25.4	61.8	206.0	31.52	0.915

STASJON : KS02
 DATO : 890727

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	mg/1
1.0									1.886

STASJON : KS03
 DATO : 890629

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	myg/1	mg/1
1.0	13.80	7.900	0.9	2.1	21.7	33.1	160.0	14.86	0.725
40.0			4.8	0.5	35.9	98.2	778.0	124.60	1.974

STASJON : KS03
 DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/l	AL myg/l	FE myg/l	SI myg/l	MG myg/l	TSM mg/l
1.0	11.40	28.300	12.4	9.2	56.0	256.0	480.0	40.00	2.552
40.0			72.8	1.4	11.0	55.1	140.0	18.64	0.601

STASJON : KS04
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/l	AL myg/l	FE myg/l	SI myg/l	MG myg/l	TSM mg/l
45.0			42.3	0.7	6.8	9.3	111.0	13.58	0.443
70.0			82.8	0.4	9.7	14.3	123.0	15.58	0.440

STASJON : KS04
 DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/l	AL myg/l	FE myg/l	SI myg/l	MG myg/l	TSM mg/l
45.0			78.8	1.4	10.3	36.5	115.0	11.90	0.444
70.0			82.4	0.8	10.8	31.2	115.0	13.38	0.411

STASJON : KS05
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/l	AL myg/l	FE myg/l	SI myg/l	MG myg/l	TSM mg/l
45.0			78.4						0.312

STASJON : KS06
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/l	AL myg/l	FE myg/l	SI myg/l	MG myg/l	TSM mg/l
65.0			74.1	0.6	14.2	17.6	101.0	13.51	0.301
90.0			92.2						0.289

STASJON : KS06
 DATO : 890727

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	mg/l
65.0			80.2	1.0	10.5	32.9	90.9	11.89	0.407

STASJON : KS07
 DATO : 890629

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	mg/l
65.0			85.4	0.6	6.2	4.5	41.4	3.45	0.126

STASJON : KS07
 DATO : 890727

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	mg/l
65.0			79.6						0.419

STASJON : KS08
 DATO : 890629

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	mg/l
45.0			82.8						0.198
80.0			84.8	0.6	5.3	3.8	31.7	3.17	0.120

STASJON : KS08
 DATO : 890727

DYP	TEMP.	SAL.	TRANS	P	AL	FE	SI	MG	TSM
METER	grd.C	0/00	%	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	myg/l	mg/l
80.0			82.0	1.1	7.3	18.0	58.4	6.74	0.287

STASJON : KS09
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
45.0			84.6						0.135
90.0			87.2	0.4	5.5	5.5	38.4	6.03	0.215

STASJON : KS09
 DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
90.0			79.1	0.8	8.5	14.2	73.9	5.68	0.267

STASJON : KS10
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
1.0	14.30	15.600	5.9						0.668
45.0			78.6						0.265

STASJON : KS10
 DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
45.0			72.2						0.365
90.0			80.6						0.479

STASJON : KS11
 DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
45.0			74.2						0.162
90.0			80.5						0.211

STASJON : KS11
DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
45.0			72.9						0.448
90.0			79.8						0.337

STASJON : KS12
DATO : 890629

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
1.0	10.80	31.400	0.5						0.748
90.0			80.8	0.6	7.7	7.2	41.2	6.19	0.176
130.0				0.6	5.6	4.3	32.7	3.35	0.148

STASJON : KS12
DATO : 890727

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TRANS %	P myg/1	AL myg/1	FE myg/1	SI myg/1	MG myg/1	TSM mg/1
90.0			79.8	0.9	8.8	15.8	49.7	5.85	0.318
130.0				0.6	6.5	7.3	44.1	4.75	0.216

STASJON : KS01
 DATO : 890629

```
=====
  DYP  TEMP.  SAL.  TETTHET
METER  grd.C  0/00  SIGMA-T
-----
  0.0   13.60  5.700  3.706
  1.0   13.30  5.900  3.904
  2.0    9.70 13.500 10.256
  4.0    8.50 30.600 23.749
  6.0    8.70 30.900 23.955
  8.0    7.80 32.100 25.026
 10.0    6.50 32.550 25.555
 15.0    5.60 33.200 26.179
```

STASJON : KS01
 DATO : 890727

```
=====
  DYP  TEMP.  SAL.  TETTHET
METER  grd.C  0/00  SIGMA-T
-----
  0.0   13.70  6.900  4.615
  1.0   12.00 21.100 15.822
  2.0   11.20 27.400 20.832
  4.0   10.60 30.700 23.498
  6.0   10.60 31.100 23.809
  8.0    9.80 32.220 24.815
 10.0    9.80 32.320 24.893
 12.0    9.80 32.320 24.893
 14.0    9.60 32.500 25.066
 16.0    8.90 32.850 25.451
 18.0    8.60 32.900 25.536
```

STASJON : KS02
 DATO : 890629

```
=====
  DYP  TEMP.  SAL.  TETTHET
METER  grd.C  0/00  SIGMA-T
-----
  0.0   13.00  15.000  10.955
  1.0   13.00  15.100  11.032
  2.0   11.50  19.600  14.741
  3.0    7.90  31.700  24.698
  4.0    7.40  31.950  24.963
  5.0    7.00  32.870  25.741
  6.0    6.60  32.600  25.581
  8.0    6.00  32.950  25.933
 10.0    5.70  33.090  26.080
 15.0    5.40  33.340  26.314
 20.0    5.10  33.360  26.364
```

STASJON : KS03
 DATO : 890629

```
=====
  DYP  TEMP.  SAL.  TETTHET
METER  grd.C  0/00  SIGMA-T
-----
  0.0   13.80   7.800   5.291
  1.0   13.80   7.900   5.368
  2.0   10.30  30.800  23.626
  3.0    9.90  30.500  23.457
  4.0   10.10  31.600  24.282
  5.0    8.50  32.950  25.590
  6.0    8.10  32.650  25.414
  7.0    7.60  32.890  25.675
  8.0    7.00  32.890  25.757
 10.0    5.60  33.050  26.060
 12.0    5.60  33.050  26.060
 14.0    5.50  33.050  26.072
 16.0    5.40  33.150  26.163
 18.0    5.20  33.160  26.194
 20.0    5.20  33.250  26.265
 25.0    5.20  33.600  26.543
```

STASJON : KS03
 DATO : 890727

```
=====
  DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
  METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
```

0.0	13.50	9.800	6.876
1.0	11.40	28.300	21.497
2.0	10.80	29.000	22.142
3.0	11.30	29.800	22.678
4.0	11.00	30.500	23.274
5.0	10.80	30.700	23.464
6.0	10.90	30.500	23.291
7.0	10.30	31.900	24.483
8.0	10.30	32.000	24.561
10.0	10.20	32.260	24.780
12.0	9.80	32.730	25.213
14.0	9.20	32.780	25.349
16.0	9.00	33.080	25.615
18.0	8.60	33.250	25.810
20.0	8.30	33.250	25.856
25.0	7.90	33.250	25.914

STASJON : KS06
 DATO : 890629

```
=====
  DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
  METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
```

0.0	14.40	11.700	8.189
1.0	12.60	12.400	9.014
2.0	10.60	28.200	21.553
3.0	10.10	29.400	22.568
4.0	9.40	31.000	23.926
5.0	8.60	31.800	24.674
6.0	8.60	32.800	25.458
7.0	7.20	32.800	25.659
8.0	7.00	33.090	25.915
9.0	6.20	33.200	26.106
10.0	6.10	33.200	26.118
12.0	6.10	33.200	26.118
14.0	6.10	33.200	26.118
16.0	5.80	33.400	26.313
18.0	5.60	33.420	26.353
20.0	5.80	33.450	26.353

STASJON : KS06

DATO : 890727

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
0.0   14.00   7.800   5.260
1.0   13.90   8.300   5.660
2.0   11.40  28.400  21.574
3.0   11.30  30.200  22.989
4.0   11.30  30.500  23.222
5.0   11.20  30.500  23.240
6.0   10.60  30.900  23.653
7.0   10.50  31.300  23.982
8.0   10.40  31.900  24.466
9.0   10.40  32.000  24.544
10.0  10.00  32.300  24.845
12.0  10.40  32.500  24.934
14.0  10.60  32.610  24.985
16.0  10.40  32.850  25.206
18.0   9.40  33.150  25.606
20.0   9.10  33.280  25.756
25.0   8.30  33.520  26.067
30.0   8.00  33.520  26.112

```

STASJON : KS09

DATO : 890629

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
0.0   15.10  14.500  10.212
1.0   14.80  14.800  10.496
2.0   10.50  31.000  23.748
3.0   10.50  31.000  23.748
4.0   10.00  32.750  25.196
5.0   9.80   32.400  24.956
6.0   10.00  32.100  24.689
7.0   9.80   33.050  25.463
8.0   9.80   33.170  25.557
9.0   9.30   33.300  25.740
10.0  9.00   33.320  25.803
12.0  8.30   33.460  26.020
14.0  7.90   33.450  26.072

```


STASJON : KS09
DATO : 890727

```
=====
```

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	12.60	20.000	14.874
1.0	12.60	20.300	15.105
2.0	11.20	32.100	24.483
3.0	11.20	32.400	24.717
4.0	11.20	32.500	24.794
5.0	11.20	32.500	24.794
6.0	11.10	32.600	24.890
7.0	11.00	32.940	25.172
8.0	11.00	32.940	25.172
9.0	11.00	32.940	25.172
10.0	10.90	33.000	25.236
12.0	10.90	33.000	25.236
14.0	10.90	33.050	25.275
16.0	10.90	33.100	25.314
18.0	10.60	33.200	25.445
20.0	10.60	33.260	25.491
25.0	9.20	33.420	25.850
30.0	8.20	33.720	26.239

STASJON : KS10
DATO : 890629

```
=====
```

DYP METER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	14.40	15.100	10.797
1.0	14.30	15.600	11.198
2.0	12.00	28.000	21.160
3.0	10.60	31.700	24.276
4.0	10.60	31.100	23.809
5.0	10.50	31.700	24.293
6.0	10.50	31.700	24.293
7.0	10.50	31.700	24.293
8.0	10.50	31.700	24.293
10.0	9.20	33.250	25.717
12.0	8.30	33.440	26.005
14.0	7.90	33.850	26.386

STASJON : KS10
 DATO : 890727

```
=====
  DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
  METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
  0.0   12.60  22.700  16.957
  1.0   12.30  24.100  18.090
  2.0   11.40  29.400  22.351
  3.0   11.30  30.050  22.873
  4.0   11.30  31.000  23.611
  5.0   11.20  31.900  24.328
  6.0   11.20  32.500  24.794
  7.0   11.20  32.500  24.794
  8.0   11.20  32.600  24.872
  9.0   11.20  32.650  24.911
 10.0   11.10  32.700  24.968
 12.0   11.00  32.050  24.480
 14.0   10.70  33.270  25.482
 16.0   10.20  33.270  25.568
 18.0    9.90  33.270  25.618
 20.0    9.80  33.300  25.658
 25.0    9.25  33.400  25.826
 30.0    8.70  34.190  26.531
```

STASJON : KS12
 DATO : 890629

```
=====
  DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET
  METER grd.C   0/00   SIGMA-T
-----
  0.0   13.60  19.500  14.317
  1.0   10.80  31.400  24.009
  2.0   10.40  31.500  24.154
  3.0   10.80  31.500  24.086
  4.0   10.40  32.000  24.544
  5.0   10.60  31.600  24.198
  6.0   10.40  32.450  24.895
  7.0   10.00  32.600  25.079
  8.0   10.00  32.950  25.352
  9.0    9.40  33.350  25.763
 10.0    9.40  33.370  25.778
 12.0    8.80  33.500  25.975
 14.0    8.30  33.550  26.091
 16.0    8.10  33.650  26.199
```

STASJON : KS12
DATO : 890727

DYP MEIER	TEMP. grd.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	12.60	22.900	17.111
1.0	12.40	24.000	17.995
2.0	11.40	31.100	23.671
3.0	11.40	31.300	23.826
4.0	11.40	31.700	24.137
5.0	11.40	31.700	24.137
6.0	11.20	31.900	24.328
7.0	11.10	32.100	24.501
8.0	10.90	32.700	25.003
9.0	10.60	33.050	25.328
10.0	10.60	33.150	25.406
12.0	10.40	33.300	25.557
14.0	10.20	33.560	25.794
16.0	10.10	33.690	25.913
18.0	10.00	33.710	25.945
20.0	10.00	33.850	26.054
25.0	9.80	33.950	26.166
30.0	9.60	34.020	26.254

STASJON : KS01
 DATO : 890629

STASJON : KS01
 DATO : 890727

=====

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	18.1	0.0	23.1
1.0	17.9	1.0	23.4
2.0	24.1	2.0	43.3
4.0	25.6	3.0	43.5
6.0	22.4	4.0	43.2
8.0	52.8	5.0	54.9
10.0	48.5	6.0	54.9
12.0	50.8	7.0	54.3
14.0	59.3	8.0	54.7
16.0	62.8	9.0	54.8
18.0	63.5	10.0	55.4
		12.0	57.9
		14.0	58.0
		16.0	57.6
		18.0	55.5

STASJON : KSO2
DATO : 890629

DYP METER	TRANS %
0.0	10.0
1.0	14.2
2.0	14.9
3.0	36.9
4.0	50.4
5.0	58.4
6.0	59.2
7.0	58.2
8.0	53.7
9.0	50.4
10.0	47.3
12.0	43.4
14.0	48.8
16.0	58.2
18.0	62.5
20.0	62.9
25.0	56.9
30.0	25.8

STASJON : KS03
 DATO : 890629

STASJON : KS03
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	15.4	0.0	9.8
1.0	0.9	1.0	12.4
2.0	21.6	2.0	38.4
3.0	17.8	3.0	38.8
4.0	32.2	4.0	38.1
5.0	48.2	5.0	36.1
6.0	48.8	6.0	37.9
7.0	51.9	7.0	38.8
8.0	51.1	8.0	42.8
9.0	58.5	10.0	45.3
10.0	62.6	12.0	57.5
12.0	63.3	14.0	61.2
14.0	68.0	16.0	62.7
16.0	69.8	18.0	66.3
18.0	74.5	20.0	68.8
20.0	72.4	25.0	70.5
25.0	74.2	30.0	72.8
30.0	85.3	35.0	71.5
32.0	77.2	40.0	72.8
35.0	5.4	45.0	73.1
40.0	4.8	50.0	69.3
45.0	6.9	55.0	65.7
50.0	27.8	60.0	64.7
55.0	30.6	65.0	67.5
60.0	49.5	70.0	68.8
65.0	54.2	75.0	69.4
70.0	68.5	80.0	70.3
75.0	34.2	85.0	71.0
80.0	23.5	90.0	70.9
85.0	53.6	95.0	75.1
90.0	34.0		
95.0	39.6		

STASJON : KS04
 DATO : 890629

STASJON : KS04
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	14.8	0.0	9.5
1.0	14.8	1.0	10.0
2.0	0.6	2.0	25.5
3.0	36.8	3.0	30.0
4.0	41.5	4.0	37.2
5.0	34.0	5.0	38.3
6.0	35.6	6.0	39.1
7.0	54.5	7.0	40.8
8.0	56.6	8.0	41.5
9.0	56.7	9.0	41.7
10.0	61.3	10.0	49.7
12.0	65.8	12.0	50.9
14.0	68.7	14.0	57.5
16.0	68.9	16.0	54.7
18.0	68.4	18.0	51.5
20.0	72.8	20.0	54.3
25.0	77.2	25.0	74.9
30.0	67.2	30.0	77.5
35.0	59.9	35.0	79.4
40.0	53.4	40.0	77.3
45.0	42.3	45.0	78.8
50.0	41.5	50.0	77.8
55.0	77.9	55.0	74.5
60.0	68.5	60.0	74.5
65.0	76.4	65.0	81.2
70.0	82.8	70.0	82.4
75.0	78.6	75.0	83.9
80.0	71.9	80.0	83.9
85.0	66.2	85.0	86.4
90.0	68.8	90.0	84.7
95.0	64.1	95.0	83.8

STASJON : KS05
DATO : 890629

DYP METER	TRANS %
0.0	12.1
1.0	10.3
2.0	8.8
3.0	9.6
4.0	19.8
5.0	25.4
6.0	34.2
7.0	38.4
8.0	47.8
9.0	48.1
10.0	51.3
12.0	55.8
14.0	55.9
16.0	60.5
18.0	69.0
20.0	74.1
25.0	74.3
30.0	77.9
35.0	78.2
40.0	78.1
45.0	78.4
50.0	80.3
55.0	80.1

STASJON : KS06
 DATO : 890629

STASJON : KS06
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	4.8	0.0	22.3
1.0	5.9	1.0	22.5
2.0	8.5	2.0	35.7
3.0	8.3	3.0	36.4
4.0	29.4	4.0	36.4
5.0	30.2	5.0	36.7
6.0	47.2	6.0	38.9
7.0	50.1	7.0	40.0
8.0	50.2	8.0	46.4
9.0	50.5	9.0	47.3
10.0	51.2	10.0	45.0
12.0	53.7	12.0	38.2
14.0	66.9	14.0	37.5
16.0	67.2	16.0	42.5
18.0	72.5	18.0	54.2
20.0	76.2	20.0	59.0
25.0	78.0	25.0	68.7
30.0	82.1	30.0	74.8
35.0	82.5	35.0	76.4
40.0	86.1	40.0	77.5
45.0	83.9	45.0	78.0
50.0	86.2	50.0	76.2
55.0	86.9	55.0	77.5
60.0	89.3	60.0	79.1
65.0	74.1	65.0	80.2
70.0	77.5	70.0	81.3
75.0	79.9	75.0	81.4
80.0	80.9	80.0	80.5
85.0	91.4	85.0	82.9
90.0	92.2	90.0	81.9
95.0	92.5	95.0	79.9

STASJON : KS07
 DATO : 890629

STASJON : KS07
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	3.5	0.0	24.5
1.0	3.7	1.0	36.5
2.0	5.4	2.0	39.7
3.0	8.5	3.0	40.4
4.0	31.2	4.0	40.5
5.0	40.9	5.0	40.7
6.0	40.9	6.0	39.5
7.0	41.1	7.0	39.0
8.0	35.1	8.0	29.7
9.0	38.5	9.0	29.8
10.0	43.9	10.0	33.2
12.0	50.4	12.0	41.9
14.0	57.8	14.0	49.4
16.0	63.9	16.0	50.9
18.0	74.2	18.0	57.0
20.0	76.9	20.0	64.3
25.0	78.2	25.0	70.8
30.0	80.6	30.0	74.8
35.0	80.7	35.0	77.2
40.0	80.7	40.0	78.2
45.0	82.4	45.0	79.4
50.0	82.9	50.0	79.5
55.0	84.4	55.0	79.6
60.0	85.1	60.0	79.6
65.0	85.4	65.0	79.6
70.0	85.9	70.0	80.4
75.0	85.3	75.0	80.2
80.0	85.1	80.0	79.5
85.0	85.0	85.0	81.5
90.0	86.2	90.0	80.3
95.0	87.6	95.0	78.5

STASJON : KS08
 DATO : 890629

STASJON : KS08
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	9.8	0.0	21.5
1.0	5.0	1.0	21.6
2.0	10.0	2.0	31.0
3.0	24.4	3.0	34.5
4.0	35.2	4.0	34.5
5.0	36.5	5.0	32.0
6.0	36.9	6.0	31.1
7.0	38.2	7.0	34.2
8.0	38.4	8.0	34.5
9.0	36.2	9.0	37.0
10.0	39.9	10.0	38.7
12.0	43.4	12.0	40.8
14.0	64.0	14.0	41.9
16.0	71.5	16.0	43.9
18.0	73.1	18.0	47.1
20.0	74.1	20.0	54.4
25.0	78.1	25.0	63.9
30.0	80.6	30.0	74.3
35.0	80.7	35.0	74.4
40.0	82.3	40.0	76.8
45.0	82.8	45.0	79.3
50.0	86.3	50.0	79.0
55.0	86.8	55.0	76.5
60.0	87.7	60.0	78.1
65.0	87.2	65.0	79.1
70.0	87.8	70.0	80.0
75.0	87.8	75.0	80.9
80.0	84.8	80.0	82.0
85.0	87.8	85.0	83.5
90.0	88.1	90.0	83.0
95.0	88.3	95.0	82.9

STASJON : KS09
 DATO : 890629

STASJON : KS09
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	8.4	0.0	26.0
1.0	8.2	1.0	3.0
2.0	4.9	2.0	27.2
3.0	9.4	3.0	26.9
4.0	38.8	4.0	27.1
5.0	35.4	5.0	26.9
6.0	32.9	6.0	26.7
7.0	30.2	7.0	27.3
8.0	22.6	8.0	31.5
9.0	48.0	9.0	32.0
10.0	48.2	10.0	32.5
12.0	48.4	12.0	34.3
14.0	47.1	14.0	34.8
16.0	50.9	16.0	35.3
18.0	53.3	18.0	36.3
20.0	57.5	20.0	39.7
25.0	67.2	25.0	57.2
30.0	73.1	30.0	69.2
35.0	80.9	35.0	71.4
40.0	84.3	40.0	73.9
45.0	84.6	45.0	74.0
50.0	85.9	50.0	74.5
55.0	86.4	55.0	74.9
60.0	86.8	60.0	74.5
65.0	87.1	65.0	75.9
70.0	87.2	70.0	77.5
75.0	87.8	75.0	77.9
80.0	88.4	80.0	78.3
85.0	88.6	85.0	78.9
90.0	87.2	90.0	79.1
95.0	88.9	95.0	79.6

STASJON : KS10
 DATO : 890629

STASJON : KS10
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	5.8	0.0	29.5
1.0	5.9	1.0	32.8
2.0	6.5	2.0	30.7
3.0	7.9	3.0	32.7
4.0	23.2	4.0	28.1
5.0	23.7	5.0	27.9
6.0	24.4	6.0	27.9
7.0	25.5	7.0	27.9
8.0	27.0	8.0	28.3
9.0	33.4	9.0	29.3
10.0	33.9	10.0	31.5
12.0	36.6	12.0	33.5
14.0	43.9	14.0	35.9
16.0	53.1	16.0	42.7
18.0	56.6	18.0	45.5
20.0	63.8	20.0	49.4
25.0	71.9	25.0	59.3
30.0	75.3	30.0	70.6
35.0	75.8	35.0	69.7
40.0	77.4	40.0	72.1
45.0	78.6	45.0	72.2
50.0	79.6	50.0	74.2
55.0	80.3	55.0	74.5
60.0	81.8	60.0	75.1
65.0	82.0	65.0	75.9
70.0	83.9	70.0	77.4
75.0	83.9	75.0	78.0
80.0	84.0	80.0	79.1
85.0	83.9	85.0	79.5
90.0	83.9	90.0	80.6
95.0	84.7	95.0	81.3

STASJON : KS11
 DATO : 890629

STASJON : KS11
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	0.5	0.0	20.0
1.0	1.3	1.0	23.0
2.0	20.6	2.0	28.5
3.0	21.5	3.0	29.5
4.0	21.6	4.0	28.9
5.0	26.5	5.0	28.5
6.0	23.2	6.0	28.1
7.0	22.4	7.0	29.2
8.0	22.4	8.0	30.8
9.0	25.2	9.0	32.9
10.0	40.6	10.0	33.7
12.0	53.5	12.0	34.2
14.0	57.2	14.0	34.9
16.0	60.0	16.0	33.6
18.0	65.1	18.0	36.6
20.0	66.0	20.0	44.7
25.0	66.2	25.0	36.0
30.0	69.0	30.0	33.2
35.0	70.2	35.0	47.9
40.0	71.8	40.0	59.8
45.0	74.2	45.0	72.9
50.0	75.4	50.0	75.0
55.0	76.3	55.0	75.1
60.0	77.2	60.0	76.4
65.0	77.8	65.0	77.1
70.0	78.5	70.0	77.9
75.0	79.0	75.0	78.6
80.0	79.2	80.0	79.2
85.0	80.1	85.0	79.5
90.0	80.5	90.0	79.8
95.0	81.3	95.0	79.7

STASJON : KS12
 DATO : 890629

STASJON : KS12
 DATO : 890727

DYP METER	TRANS %	DYP METER	TRANS %
0.0	0.9	0.0	29.5
1.0	0.5	1.0	32.5
2.0	5.0	2.0	30.0
3.0	21.5	3.0	29.5
4.0	20.9	4.0	27.2
5.0	21.3	5.0	28.1
6.0	21.5	6.0	28.1
7.0	24.5	7.0	30.2
8.0	24.6	8.0	30.4
9.0	22.3	9.0	30.8
10.0	24.1	10.0	30.9
12.0	30.2	12.0	31.6
14.0	31.9	14.0	33.4
16.0	36.8	16.0	35.5
18.0	50.4	18.0	36.2
20.0	58.1	20.0	37.1
25.0	62.5	25.0	36.8
30.0	64.7	30.0	37.6
35.0	71.3	35.0	48.0
40.0	72.5	40.0	58.2
45.0	73.3	45.0	72.7
50.0	74.3	50.0	76.2
55.0	74.9	55.0	76.8
60.0	76.1	60.0	77.4
65.0	77.0	65.0	77.5
70.0	77.6	70.0	77.6
75.0	78.3	75.0	78.3
80.0	78.9	80.0	79.1
85.0	79.9	85.0	79.4
90.0	80.8	90.0	79.8
95.0	79.2	95.0	80.2
130.0			