



O-90203

Vurdering av
miljøkonsekvenser av
endrede utslipp fra
Hydro Rafnes

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 0-90203
Undernummer:
Løpenummer: 2493
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Vurdering av miljøkonsekvenser av endrede utslipp fra Hydro Rafnes.	Dato: 29/10-90.
Forfatter (e): Torgeir Bakke Jarle Molvær Mats Walday	Prosjektnummer: 0-90203.
	Faggruppe: Marinøkologisk.
	Geografisk område: Frierfjorden.
	Antall sider (inkl. bilag): 36

Oppdragsgiver: Norsk Hydro A/S Rafnes.	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Det er gjort en vurdering av forventede miljøeffekter av endrede utslipp til Frierfjorden ved utbygging av petrokjemianleggene på Rafnes. For de fleste stoffgruppene vil utslippene ikke øke i forhold til nåværende konsesjon. Utslippene av kjølevann, PVC-partikler, metanol, VCM, organisk stoff og næringsalter er spesielt vurdert. Det er ikke grunn til å tro at disse utslippene vil gi merkbare miljøeffekter eller bidra til en forverring av tilstanden i fjordområdet. Nytteverdien av et biologisk renseanlegg er liten. Kjølevannsutslippet fra PVC-fabrikken bør kunne legges på 25 - 30 m dyp ved Ringsholmen.

4 emneord, norske:

1. Frierfjorden
2. Petrokjemi
3. PVC
4. Kjølevann
5. Miljøeffekter

4 emneord, engelske:

1. Frierfjord
2. Petrochemical industry
3. PVC
4. Cooling water
5. Environmental effects

Prosjektleder:

Torgeir Bakke

For administrasjonen:

Jens Skei

ISBN 82-577-1806-8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-90203

VURDERING AV MILJØKONSEKVENSER AV ENDREDE UTSLIPP FRA HYDRO RAFNES

Oslo, 29. oktober 1990.

Prosjektleder: Torgeir Bakke, NIVA

Medarbeidere: Jarle Molvær, NIVA
Mats Walday, NIVA
Jon Knutzen, NIVA
Frank A. Kjellberg, NIVA
Torsten Källqvist, NIVA

INNHold	SIDE
SAMMENDRAG	2
1. INNLEDNING	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Arbeidsomfang	5
2. KJØLEVANN	6
2.1 Nåværende og fremtidige utslipp	6
2.2 Målinger omkring utslippene	6
2.3 Beregning av forventet fortykning og overtemperatur	7
2.4 Bedømmelse av sannsynlige biologiske effekter	18
2.5 Anbefalinger vedrørende utslippsted og dyp for kjølevann fra PVC-fabrikken	18
2.6 Konklusjoner	19
3. MILJØGIFTER OG KJEMIKALIER	20
3.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder	20
3.2 Bedømmelse av sannsynlige skadevirkninger - endrede utslipp	21
3.2.1 Metanol	21
3.2.2 Vinylkloridmonomer (VCM)	22
3.3 Konklusjoner	22
4. NÆRINGSSALTER - ORGANISK BELASTNING	23
4.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder	23
4.2 Bedømmelse av sannsynlige effekter	24
4.3 Behov for biologisk rensing	24
4.4 Konklusjoner	25
5. FINPARTIKULÆRT PVC	26
5.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder	26
5.2 Bedømmelse av sannsynlige skadevirkninger	26
5.3 Konklusjoner	29
6. BEDØMMELSE AV SKADEVIRKNING VED FELLES DRIFT AV NY OG GAMMEL S-PVC-FABRIKK (1 ÅR)	30
7. VURDERING AV NÅVÆRENDE UTSLIPP FRA PETROKJEMIANLEGGENE	32
8. REFERANSER	35

SAMMENDRAG

Arbeidsomfang

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har fått i oppdrag fra Norsk Hydro a.s. Rafnes å utrede forventet virkning på vannresipienten av endrede utslipp ved bedriftens fabrikker.

Utredningen er gjort på bakgrunn av kjent viten, og på basis av planlagte endringer i utslippsforhold slik de er beskrevet i Hydros foreløpige konsesjonssøknad, og i andre dokumenter overlevert NIVA. Videre har NIVA gjennomført et tokt over en dag for måling av temperaturprofiler rundt eksisterende kjølevannsutslipp ved Rafnes.

Utslipp av kjølevann

Konsesjonssøknaden angir totalt en økning i kjølevannsutslippene på 4000 m³/time som er 20 % av nåværende konsesjon. Beregninger under ulike betingelser viser at primærfortynningen (fra diffusor til kjølevannet når innlagingsdypet) i sentrum av skyen av fortynnet kjølevann vil ligge i området ca. 18-40 ganger for etylenfabrikken og ca. 20-60 ganger for PVC-fabrikken. Overtemperaturen etter primærfortynning vil normalt ligge i området 0-1°C og bare meget sjelden komme over 1°C. Overtemperatur etter primærfortynningen må betraktes som et verstetilfelle, siden videre fortynning vil skje etter hvert som kjølevannsskyen spres. Med det man idag vet om effekter av temperatur er det ingen grunn til å forvente at en overtemperatur på 1°C eller lavere skal kunne gi biologiske effekter av betydning.

For å oppnå en overtemperatur på under 1°C for kjølevannet fra PVC-fabrikken, og sikre god videre fortynning og transport ut av området foreslås et utslipp i 25-30 m dyp. Utslipppet bør kunne plasseres på nordsiden av Ringsholmen. Man må gjøre beregning av innlagring og primærfortynning for et større antall tetthetsprofiler enn det har vært anledning til å gjøre her for å oppnå den riktige kombinasjonen av utslippsdyp og diffusorutforming.

Utslipp av miljøgifter og kjemikalier

For de miljøgifter/kjemikalier som er oppgitt i foreløpig søknad om utslippstillatelse er det bare metanol (fra etylenfabrikken) og VCM (fra den planlagte PVC-fabrikken) som forventes å øke i forhold til nåværende konsesjon. Tilførselen til sjø skjer via kjølevannsutslippene. Verken metanol eller VCM vil forekomme i så høy konsentrasjon etter primærfortynning av kjølevannet at de anses å kunne gi skade.

Utslipp av næringsalter og organisk materiale

I forhold til nåværende og antatt fremtidig tilførsel av organisk stoff til Frierfjordområdet, vil utslippet av KOF fra PVC-fabrikken være lite (2-4 %). På grunnlag av fortynningsbetraktninger og eksisterende oksygennivå i resipienten konkluderes at det er meget lite sannsynlig at utslippet av organisk stoff fra PVC-fabrikken vil gi merkbar reduksjon av oksygenkonsentrasjonen i innlagringsdypet eller spille noen rolle for oksygenforholdene i Frierfjorden.

Hydro utarbeider planer for et biologisk rensetrinn i renseanlegget for prosessvann. Dette vil medføre et utslipp av næringsalter som kan gi opphav til en produksjon av 100 - 300 kg organisk stoff pr. døgn. Nedbrytningen av dette organiske materialet vil teoretisk medføre et oksygenforbruk på 300 - 900 kg/døgn (som KOF). Med et restutslipp på 100 - 140 kg/døgn (KOF) for renseanlegget, illustrerer disse beregningene at den praktiske nytteverdien av et biologisk renseanlegg vil være liten.

Utslipp av finpartikulær PVC

Utslipp av suspendert stoff (hovedsakelig PVC-partikler i størrelse 0-100 µm) i kjølevannsstrømmen fra den planlagte PVC-fabrikken vil ikke gi noen signifikant merbelastning på resipienten. Bakgrunnsnivå av suspendert materiale er i størrelsesorden 2-7 ganger høyere enn det som er beregnet etter primærfortynning av kjølevannet, hvilket betyr at samfunnet allerede er tilpasset turbiditet i denne størrelsesorden. Det må imidlertid understrekes at det i litteraturen ikke er funnet noen referanser til forsøk hvor effekten av PVC-partikler er direkte undersøkt. Den kjemiske (toksiske) belastning fra PVC-partiklene må i denne sammenheng kunne ses på som forsvinnende liten.

Konklusjon

På basis av de oppgitte utslippsendringer og vurderingen sammenfattet ovenfor må det konkluderes at ingen av de planlagte utslippsendringene forventes å gi påvisbare skadevirkninger på det marine miljø i Frierfjordområdet.

Totalvurdering av utslippene fra petrokjemianleggene

Grenlandsfjordene, og spesielt Frierfjorden, er et av landets mest forurensede fjordområder. Det dreier seg spesielt om forurensning av organiske miljøgifter, kvikksølv, organisk stoff og næringsalter. Hovedkildene for utslipp av disse stoffene er Hydro Porsgrunn, Union A/S, Elkem PEA og kommunal kloakk. I denne sammenheng bidrar

nåværende utslipp fra petrokjemianleggene på sørsiden av Frierfjorden meget lite (SFT, 1990). Vi kjenner ikke til at nåværende utslipp gir annet enn helt lokale negative miljøeffekter i fjordsystemet.

Vi har vurdert miljøvirkninger av endrede utslipp fra petrokjemi-anleggene på Rafnes uavhengig av den øvrige belastningen på fjordområdet. På det grunnlag har vi funnet at virkningene med stor sannsynlighet fortsatt vil være små, lokalt avgrensede eller ikke mulig å registrere. Hovedgrunnen til dette er at konsentrasjonene/overtemperaturen i vannmassene allerede etter primærfortynningen vil være så lav at effekter er lite sannsynlige.

Utslippsendringene vil komme omkring 1995, etter at utslippene av næringssalter, organisk stoff og trolig også miljøgifter er betydelig redusert i forhold til nivået høsten 1990. Vi anser muligheten for at petrokjemiutslippene i 1995 kan bidra til en uheldig totalbelastning for å være mindre enn det som har vært tilfelle frem til 1990.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har fått i oppdrag fra Norsk Hydro a.s. Rafnes å utrede forventet virkning på vannresipienten av endrede utslipp ved bedriftens fabrikker. Utredningen skal danne underlag for Hydros søknad om konsesjon for etablering av ny PVC-fabrikk på Rafnes, samt for produksjonsutvidelse av Etylen- og VCM-fabrikkene. Oppdraget er gitt i bestilling av 6 oktober 1990 (ref. 005092/F UTREDNING), og utdypet på møter mellom Hydro og NIVA den 5 og 19 oktober 1990.

1.2 Arbeidsomfang

Etter avtale skal NIVA, på bakgrunn av kjent viten, utrede virkningen på resipienten av de planlagte endringer i utslippsforhold slik de er beskrevet i Hydros foreløpige konsesjonssøknad, og andre dokumenter overlevert NIVA. Videre skal instituttet gjennomføre et tokt over en dag for måling av temperaturprofiler rundt de eksisterende kjølevannsutslipp ved Rafnes, og i aktuell posisjon for kjølevannsutslipp fra den planlagte nye PVC-fabrikken. NIVAs utredning skal presenteres i en rapport. Tidsfrist for rapportutkast er satt til 29 oktober 1990.

2. KJØLEVANN

2.1 Nåværende og framtidige utslippmengder

Tabell 2.1 oppsummere konsesjonen for nåværende utslipp av kjølevann, og den mengde det vil bli søkt konsesjon om.

Tabell 2.1. Nåværende og framtidige utslipp av kjølevann.

Fabrikk	Nåværende konsesjon m ³ /time	Søknad m ³ /time
Etylenfabrikk	10.000 (+25 ⁰ C)	12.000 (+ 25 ⁰ C)
VCM-fabrikk	7.000 (+25 ⁰ C)	7.000 (")
Klorfabrikk	2.500 (+25 ⁰ C)	2.500 (")
PVC-fabrikk (ny)	0*	2.000 (+ 10 ⁰ C)
Sum	19.500	23.500

*)Den gamle PVC-fabrikken på Herøya har utslipp av ca. 600 m³/time.

Den samlede konsesjonsrammen øker således med 4000 m³/time, eller ca. 20%. Når man tar hensyn til at utslippet fra nåværende PVC-produksjon på Herøya reduseres, blir økningen 17-18%.

2.2 Målinger omkring utslippene

Det er utført forholdsvis få temperaturmålinger omkring kjølevannsutslippene etter at disse ble etablert.

Den 18.1.79 utførte SI termovisjonsmålinger av kjølevannsutslippene fra klorfabrikk og VCM-fabrikk. Det ble ikke registrert effekter på overflaten.

I tidsrommet 1980-82 utførte NIVA enkelte målinger mens man allikevel var i området i forbindelse med undersøkelser innen Statlig program for forurensningsovervåking i Grenlandsfjordene. Resultatet av målingene har ikke vært publisert.

Etter avtale med Hydro Rafnes målte NIVA 15.10 1990 vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet omkring utslippet fra etylenfabrikken (fig. 2.1). Utslippene fra klor- og VCM-fabrikkene var stanset på det tidspunktet. Målingene ble utført med salinoterm (Electronic Switchgear) som registrerte temperatur og saltholdighet med nøyaktighet på henholdsvis ± 0.1 grad og ± 0.1 promille.

2.3 Beregning av forventet fortynning og overtemperatur

Fig. 2.2 viser en generell inndeling av Frierfjordens vannmasser. Kjølevannet slippes ut i det intermediære vannlag, og vil stige mot overflaten mens det raskt fortynnes gjennom innblanding av sjøvann. Fig. 2.3 illustrerer dette. Innlagringsdyp og primærfortynning (fortynningen idet avløpsvannet innlagres) bestemmes av utformingen av utslippsarrangementet (diffusoren), den vertikale tetthetsprofilen, utslippsdypet og vannmengden.

Den temperatur som skyen av fortynnet avløpsvann vil ha etter primærfortynning, er avhengig av avløpsvannets opprinnelige temperatur (relativt konstant), graden av fortynning, og temperaturen i fortynningsvannet (omkringliggende sjøvann). Fig. 2.4 viser resulterende temperatur for planlagt utslipp fra PVC-fabrikken (maks. 18°C) og etylenfabrikken (maks. 30°C) som funksjon av fortynning og forskjellig temperatur i fortynningsvannet. Det bør tilføyes at fortynningsvann ved 0°C er lite sannsynlig. Til orientering nevnes at kjølevannstemperaturen for etylenfabrikken den 15.10.90 var 21°C.

Liseth (1975) har utført beregninger av utslippsarrangement og forventet innlagringsdyp for utslipp fra etylen-, VCM- og klorfabrikkene. Disse er sammenfattet i Tabell 2.2.

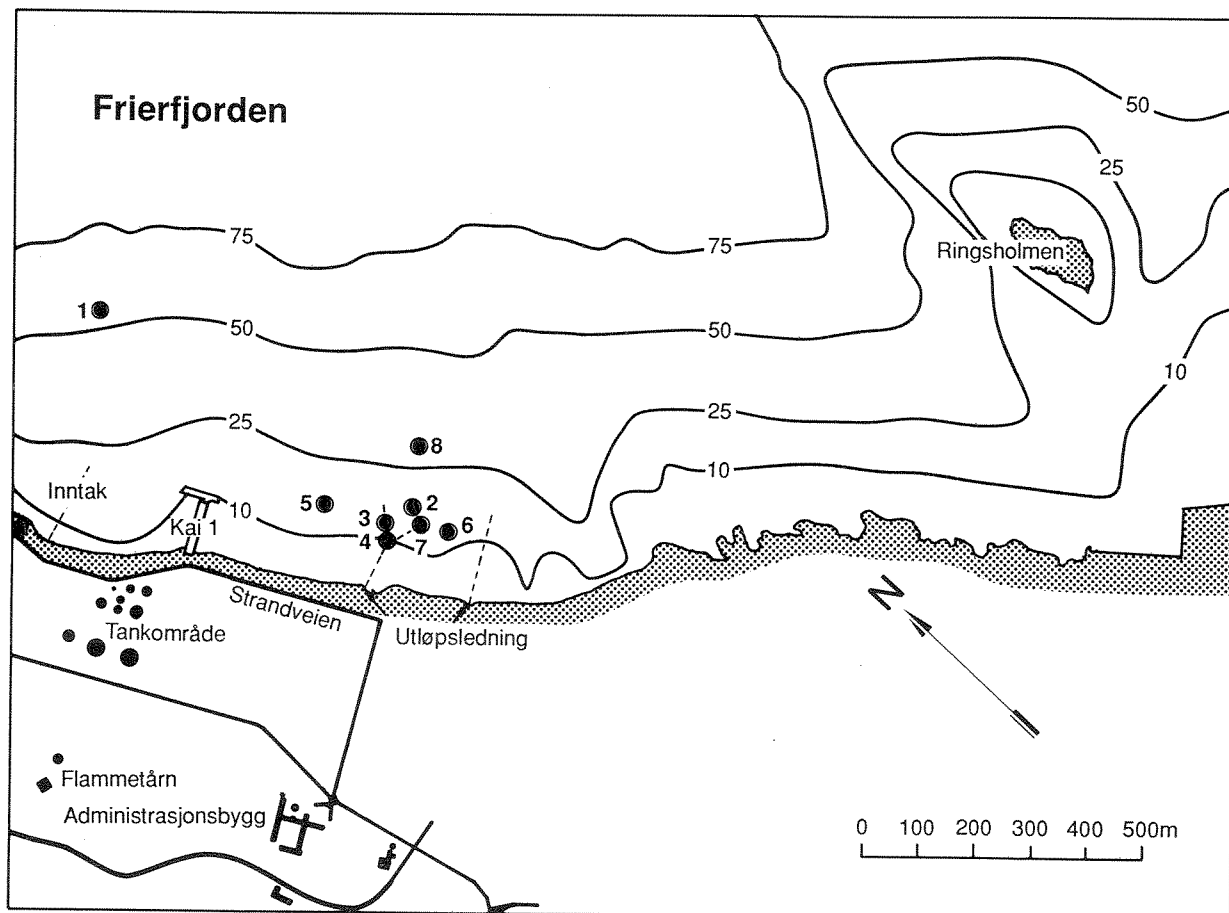


Fig. 2.1 Målestasjoner (st. 1 - st. 8) den 15/10-90.

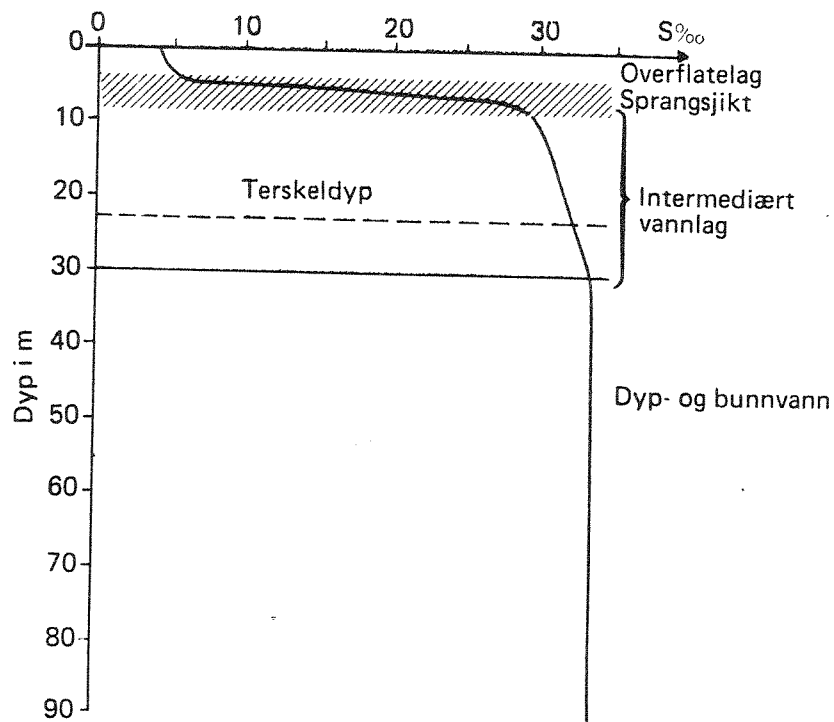


Fig. 2.2 Generell vertikal inndeling av Frierfjordens vannmasser.

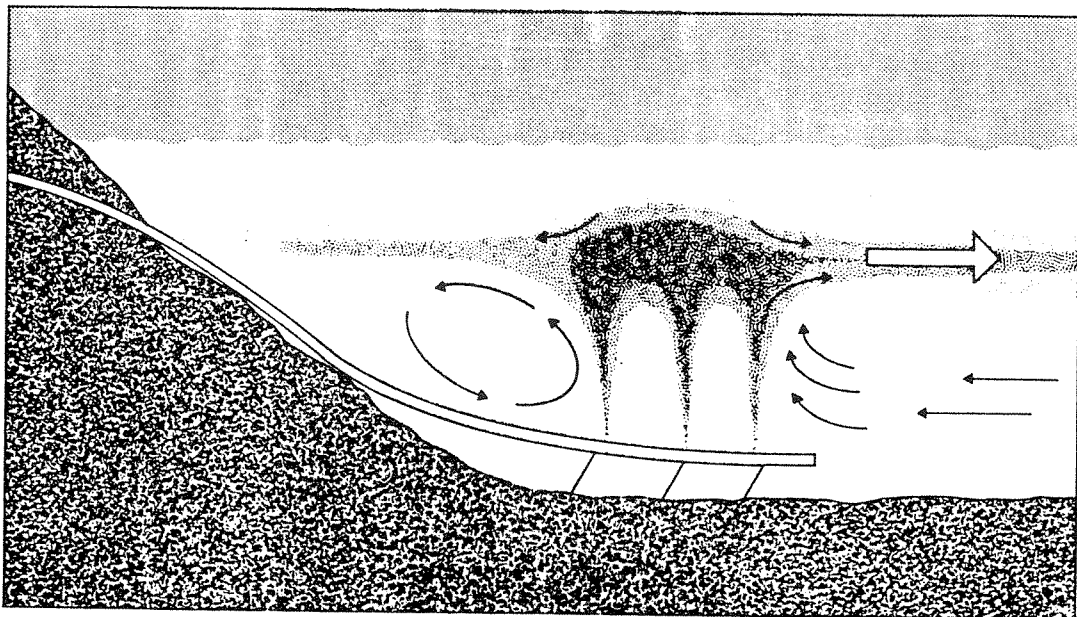


Fig. 2.3 Prinsippskisse av innlagring og primærfortynning ved dyp-utslipp.

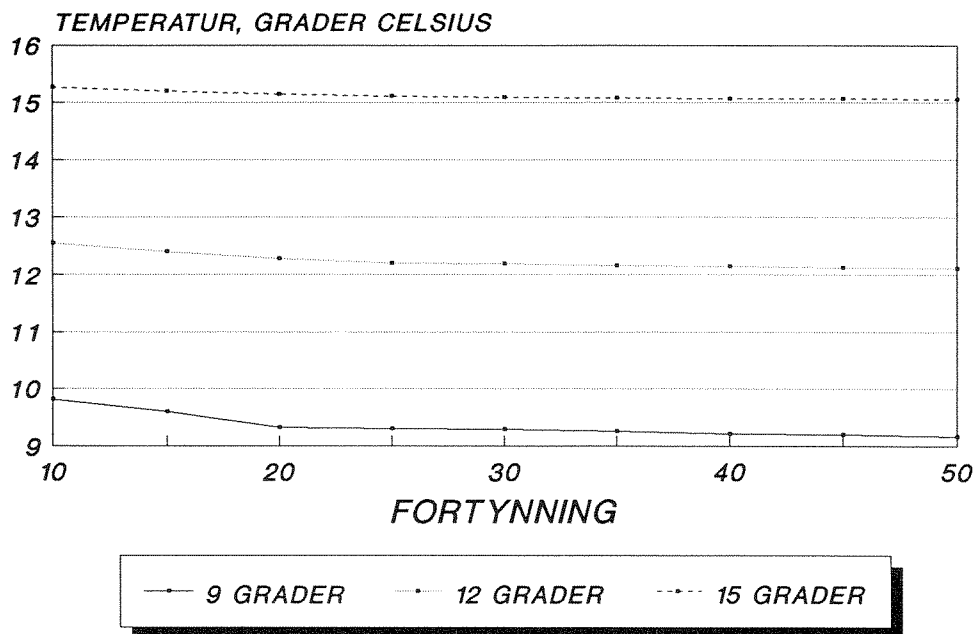
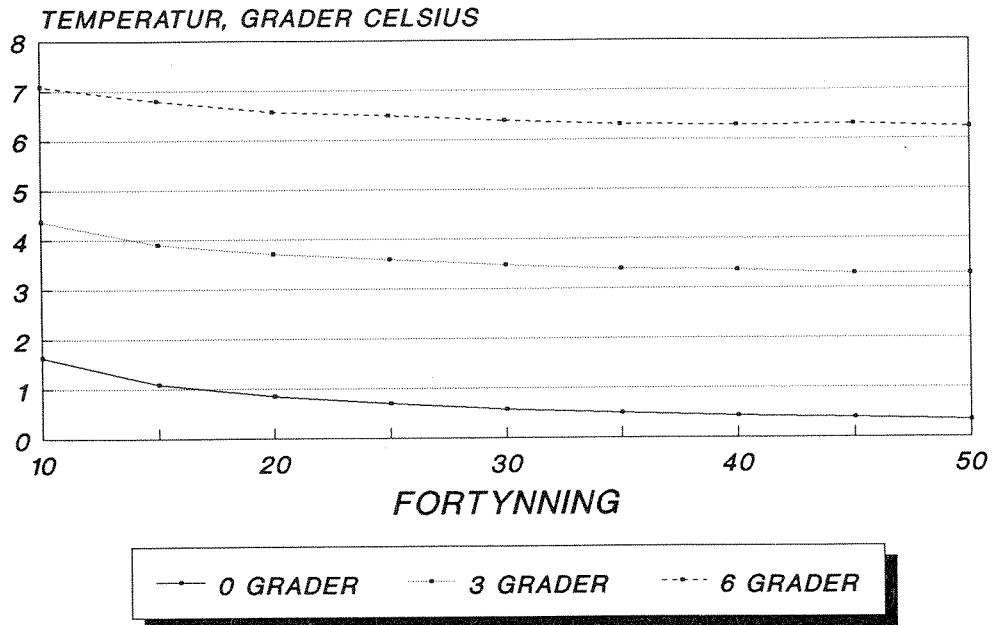


Fig. 2.4 a) Temperatur etter primærfortynning ved varierende fortynning og varierende temperatur i fortynningsvannet. Kjølevannstemperatur 18°.

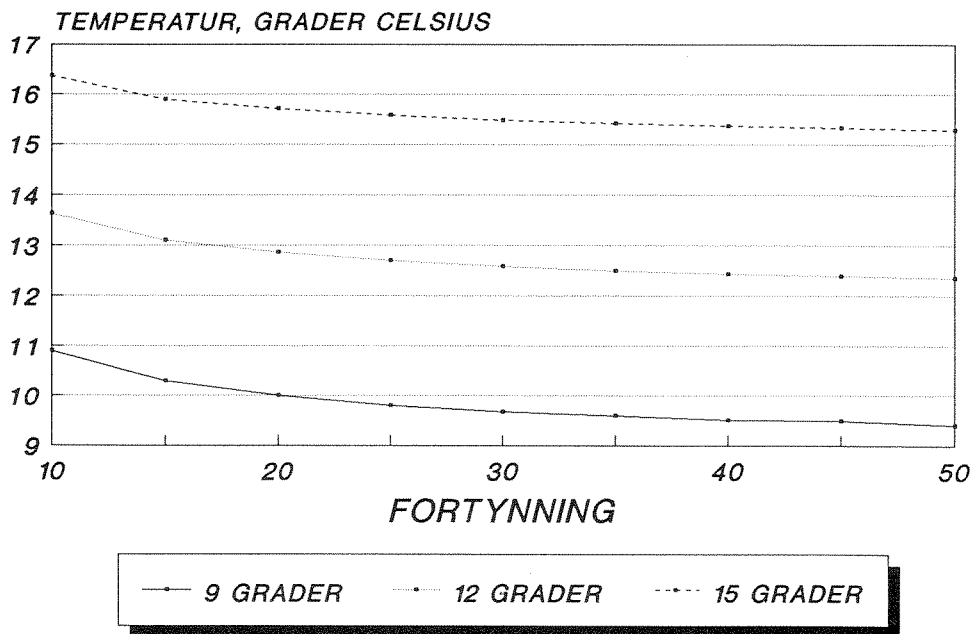
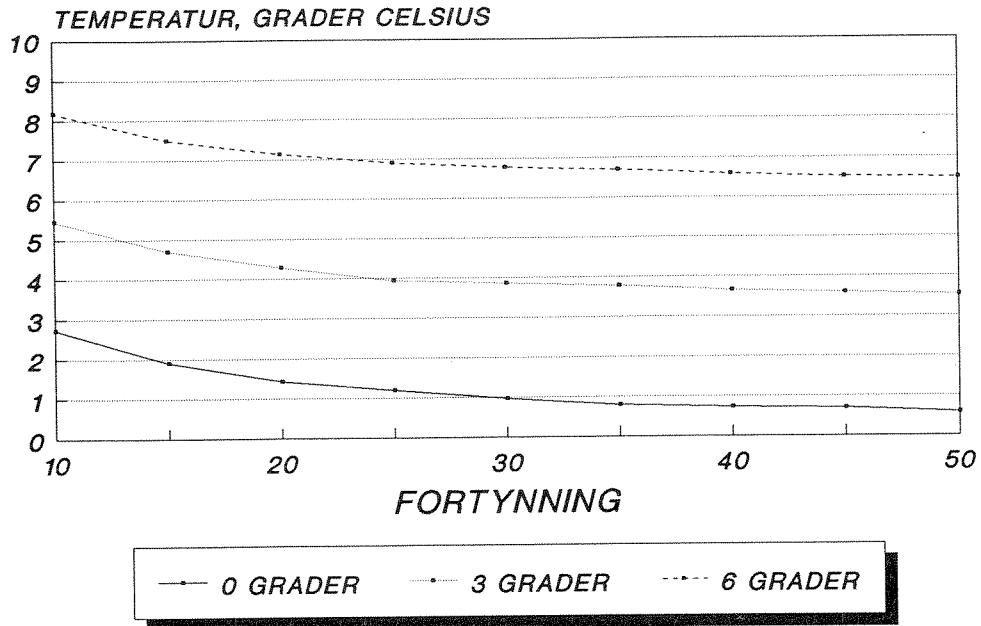


Fig. 2.4 b) Temperatur etter primærfortynning ved varierende fortynning og varierende temperatur i fortynningsvannet. Kjølevannstemperatur 30^o.

Tabell 2.2. Beregnet maksimal opptrengning og innlagringsdyp ved dimensjonerende vannmengde (Liseth,1975).

Fabrikk	Vannmengde m ³ /time	Maks. opptrengning (meter)	Innlagr.dyp (meter)
Etylen	7.400	3	4-8
VCM	5.600	5	10-17
Klor	4.400	5	10-17

Sammenlignet med tabell 2.1 er dette litt andre vannmengder enn som slippes ut nå.

Vi har derfor utført beregninger for noen utvalgte situasjoner med EDB-programmet NIVA*JET.MIX (Bjerkeng og Lesjø, 1973). Beregningene ble utført for utslipp fra etylenfabrikken (dyp 10-15 m og diffusorhull med effektiv diameter 12 cm), VCM-fabrikken (25-30 m dyp, og diffusorhull 15cm diameter). Vi har også kjørt et tenkt utslipp fra PVC-fabrikken (utslipp 25 m dyp, hull diameter 15 cm, 15 diffusorhull). Resultatene er oppsummert i nedenforstående tabell 2.3. Temperaturprofilene sees av Fig. 2.5.

Tabell 2.3. Beregninger av innlagringsdyp og senterfortynning ved utslipp fra petrokjemifabrikkene.

Fabrikk	Vannmengde	Innlagring	Fortynning
Etylen	8.000	7-12 m	17-32
	10.000	7-12 m	19-35
	12.000	7-12 m	20-37
VCM	7.000	11-25 m	23-48
PVC	1.600	11-18 m	21-60
	2.000	11-18 m	20-56

Vi gjør oppmerksom på at gjennomsnittlig fortynning for skyens tverrsnitt er ca. 1.7x senterfortynningen.

Med hensyn til risikoen for negative biologiske effekter fra oppvarmet kjølevann, vil det være ønskelig at temperaturen i skyen av fortynnet kjølevann ikke er mer enn 1°C høyere enn temperaturen i det omkringliggende sjøvannet (se kap. 2.4). Beregningene viser at for utslipp av 18°C vann i 3°C sjøvann vil en fortynning på ca. 15 ganger være tilstrekkelig til at temperaturen i skyen av avløpsvann ikke er

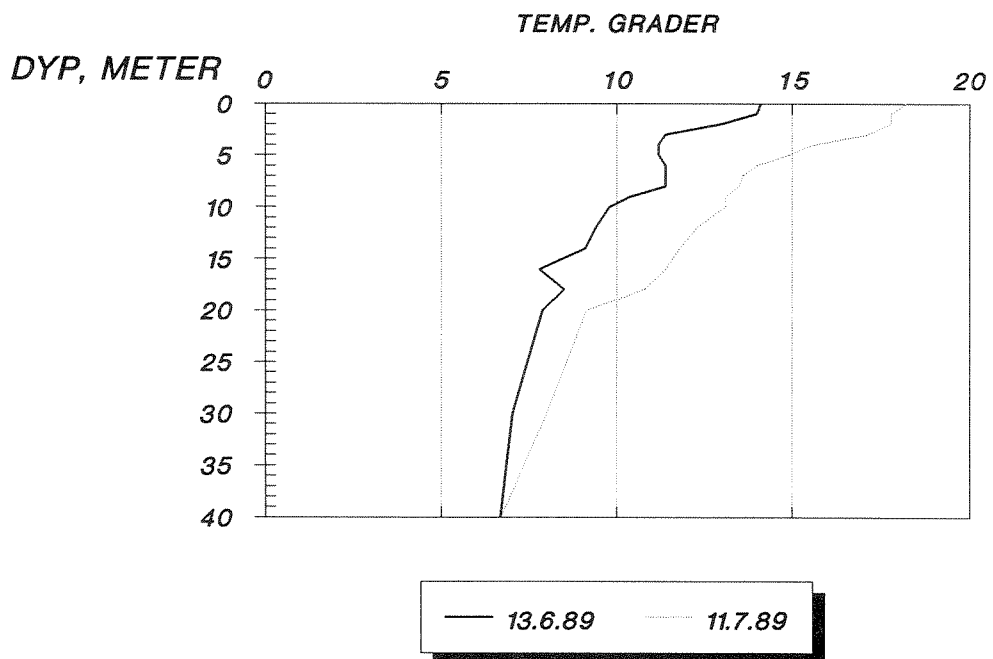
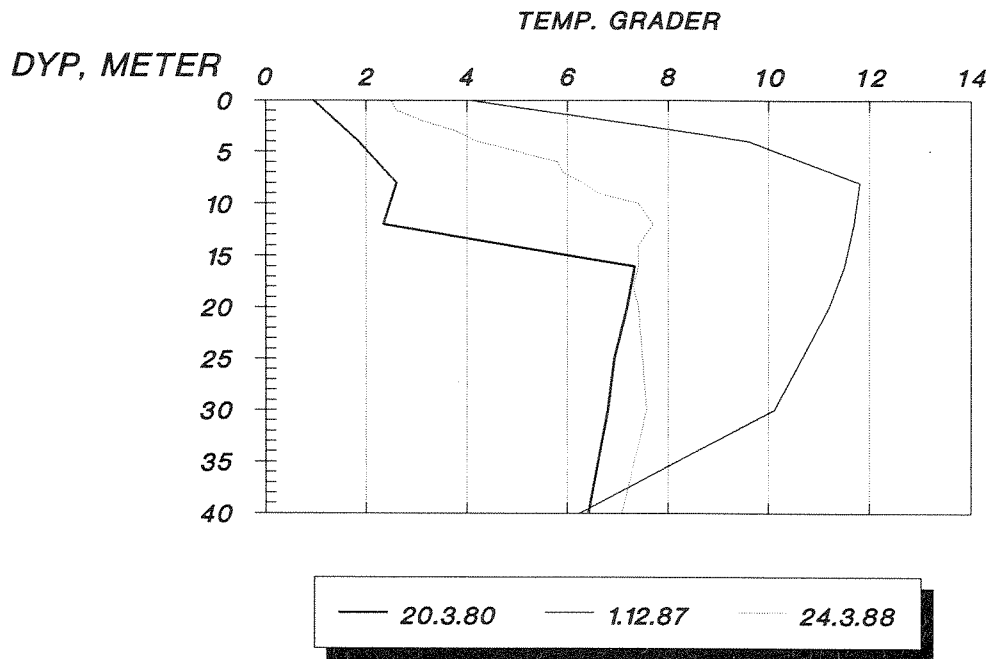


Fig. 2.5 Temperaturprofiler for datoer det er utført beregninger av innlagring og primærfortynning.

mer enn 1°C over fortynningsvannet. Ved utslipp til varmere fortynningsvann blir temperatureffekten mindre.

Jevnfører vi resultatene i Tabell 2.3 med beregningene i Fig. 2.4a, finner vi at overtemperaturen i skyen av fortynnet kjølevann fra PVC-fabrikken vil være mindre enn 1°C etter primærfortynningen.

For utslipp fra etylenfabrikken kreves ca. 25 ganger fortynning ved utslipp i 3°C sjøvann for at overtemperaturen i sentrum av skyen skal være mindre enn 1°C etter primærfortynning.

For dette utslippet er det sannsynlig at overtemperaturen i perioder med kaldt fortynningssvann med nåværende vannmengde kan bli høyere enn 1°C. Beregningene viser imidlertid at temperaturen vil avta noe ved utslipp av større vannmengde. Grunnen er at større hastighet i vannstrålen ut gjennom diffusorhullene vil gi større og raskere innblanding av sjøvann.

En økning av kjølevannsutslippet fra etylenfabrikken vil altså ikke øke risikoen for temperatureffekter, men heller redusere den.

At fortynningen er relativt liten er å vente, fordi avstanden mellom utslippsdyp (10-15 m) og innlagingsdyp (fortynningsdistansen) kan være så liten som 3-5 meter, mot typisk 7-14 m for utslippet fra PVC-fabrikken, og 5-12 m for VCM-fabrikken.

Temperaturen i fortynningsvannet varierer mye gjennom året. Vi vil se nærmere på tre prinsipielt forskjellige situasjoner:

a. Temperaturen varierer lite mellom utslippsdyp og innlagingsdyp

Denne situasjonen sees av fig. 2.6, dato 15.10.90 og av fig. 2.7. Sistnevnte figur viser en temperaturforskjell på mindre enn 0.5°C mellom stasjonene over/ved utslippet fra etylenfabrikken og stasjonene lenger unna. Dette er den situasjonen som ble diskutert ovenfor, og målingene bekrefter at overtemperaturen vil være mindre enn 1°C.

b. Temperaturen er relativt høy i utslippsdyp, og avtar mye opp til innlagingsdypet

Denne situasjonen er vanlig i en periode om vinteren (jfr. Fig. 2.6, dato 20.3.80). I forhold til sjøvannets temperatur i innlagingsdypet, er også fortynningsvannet "varmtvann". Ved 20-30 gangers fortynning er fortynningsvannets temperatur avgjørende for hvilken temperatur skyen av fortynnet avløpsvann skal ha i innlagingsdypet.

Under slike forhold er altså fortynningen fortsatt stor nok til nærmest å nøytralisere temperatureffekten fra selve kjølevannet, men de naturlige temperaturforholdene i fjorden bidrar til å opprettholde en overtemperatur pga. innblanding av varmt fortynningsvann.

For utslippet fra etylenfabrikken er avstanden mellom utslippsdyp og innlagingsdyp så kort at temperaturgradienten ikke blir utslagsgivende. For den situasjonen som er vist i Fig. 2.6 vil temperaturen i sentrum av skyen av fortynnet kjølevann være 0.5-1°C over omgivelsene.

Et utslipp i 25 - 30 m dyp fra PVC-fabrikken vil ha lavere temperatur og innlagres dypere enn utslippet fra etylenfabrikken (jfr. Tabell 2.3). Selv om fortynningsdistansen er større, er temperaturgradienten mindre. Heller ikke for dette utslippet vil en temperaturprofil som i Fig. 2.6 gi overtemperaturer større enn 1°C etter primærfortynningen.

Tidsrammen for prosjektet har ikke gitt anledning til noen detaljert gjennomgang av foreliggende temperatur- og tetthetsprofiler fra Frierfjorden med sikte på å vurdere hvor ofte man kan vente at temperaturoverprofil, innlagingsdyp og fortynning gir temperaturøkninger over 1°C i skyens sentrum. Vi antar at muligheten er tilstede, men at situasjonen opptrer meget sjelden.

c. Temperaturen er relativt lav i utslippsdypet, og øker mye opp til innlagingsdypet

Denne situasjonen er vanlig i en periode om sommeren og tidlig på høsten, og er den motsatte av den ovenfor skisserte (b). Vi ser den på Fig. 2.6, dato 11.7.89. Ved denne temperaturprofilen vil avløpsvannets overtemperatur bli lavere enn i de to situasjonene diskutert ovenfor. Til tross for kjølevannets høye temperatur, kan det i prinsippet tenkes at skyen av fortynnet avløpsvann får litt lavere temperatur enn omgivelsene.

For 11.7.89 viser imidlertid beregningene at temperaturen i sentrum av skyen av kjølevann fra etylenfabrikken vil være ca. 0.5°C over omgivelsene. Et tenkt utslipp i 25 - 30 m dyp fra PVC-fabrikken vil ha en overtemperatur på 0-0.5°C ved innlagring (jfr. Tabell 2.3).

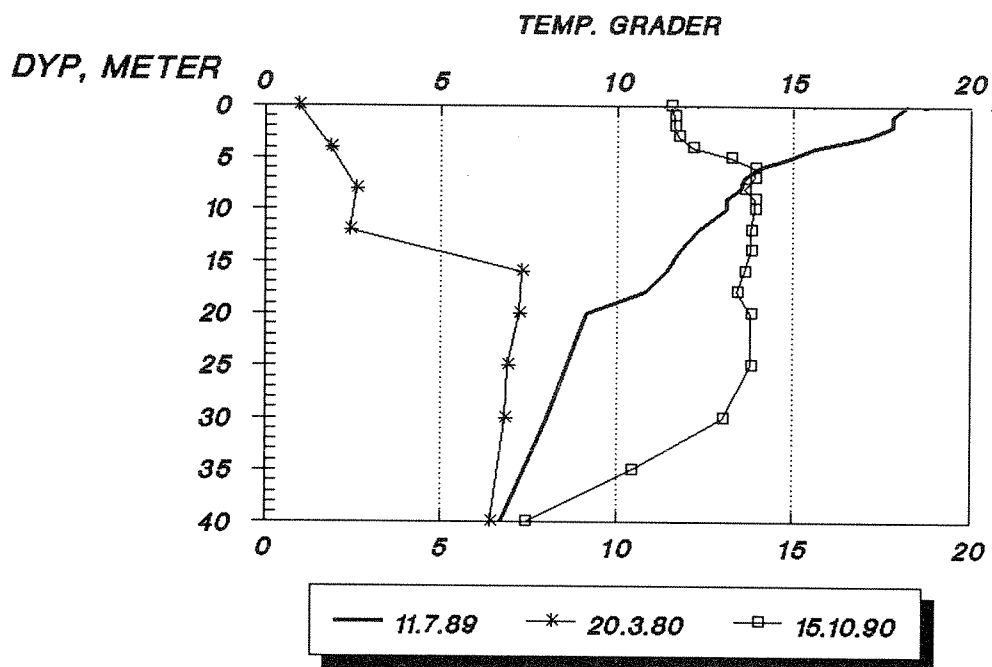


Fig. 2.6 Tre karakteristiske temperaturprofiler.

VERTIKALPROFIL FRIERFJORDEN

DATO: 15.10 1990

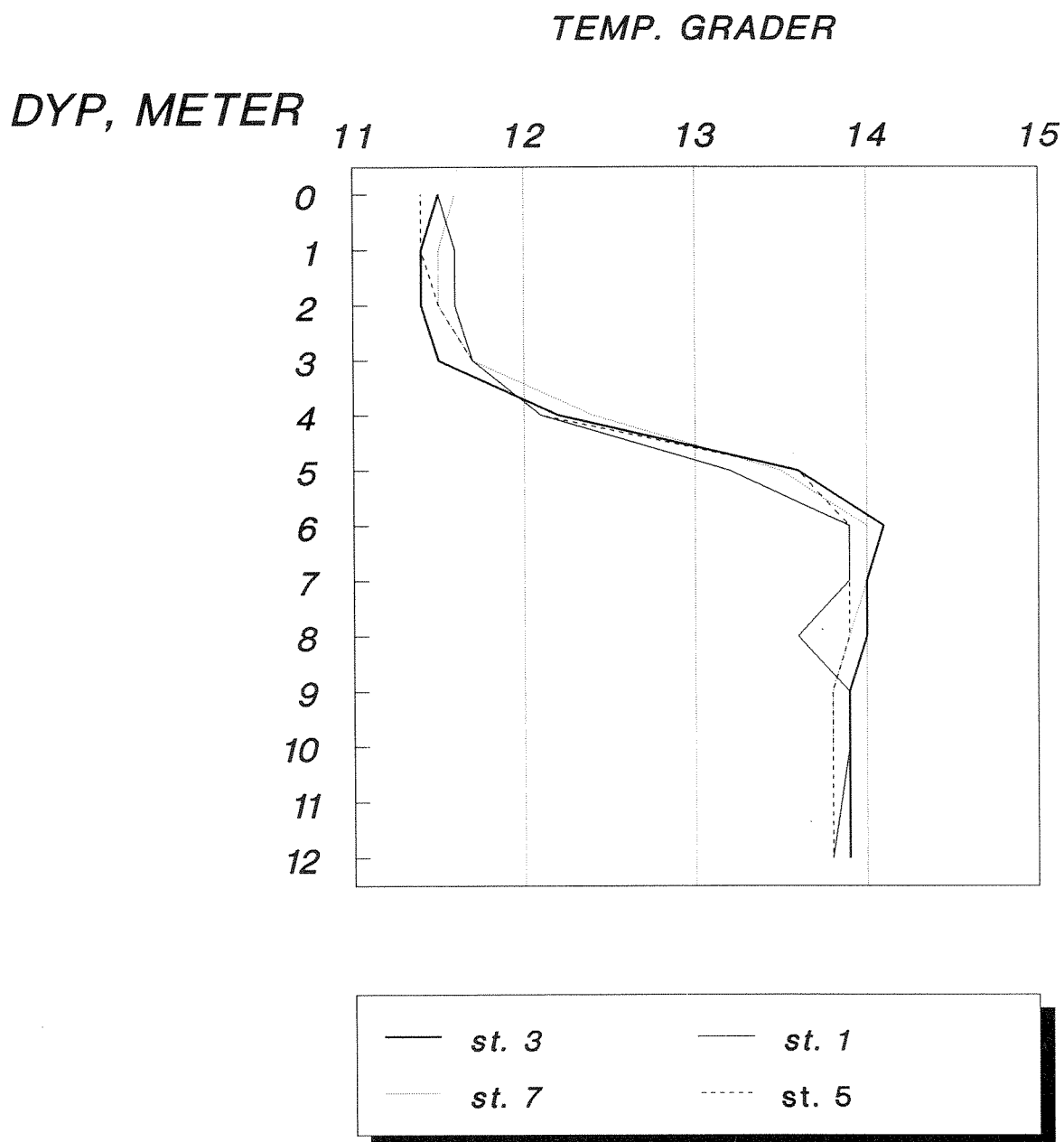


Fig. 2.7 Temperaturprofiler målt 15/10-90. For stasjonsplassering, se fig. 2.1.

2.4 Bedømmelse av sannsynlige biologiske effekter

Det finnes en meget omfattende faglitteratur om betydningen av temperatur på biologiske og økologiske forhold. Temperaturpåslag kan i utgangspunktet gi biologiske effekter på en rekke måter, eksempelvis gjennom endring i sjøvannets turbiditet og oksygeninnhold, ved å endre hastigheter av biologiske prosesser, forskyve sesongavhengige hendelser, direkte som belastning over tålegrensen og ved at temperatur endrer tålegrenser for f.eks. miljøgifter.

Temperatur er en naturlig miljøfaktor og virkningen er ikke entydig. I et pågående forsøk med 3°C overtemperatur på eksperimentelle bunnsamfunn fra 5-10 m dyp, er det gjennom ett års belastning påvist klare tegn på effekter (NIVA upubl.). Disse har f.eks. vært redusert/stimulert vekst, øket dødelighet, og høyere/lavere aktivitet avhengig av art. En nylig utarbeidet litteraturoversikt (Bakke m.fl. 1988) viser at det i alle rapporterte tilfeller der effekter er påvist dreier seg om overtemperatur på 3-5°C eller høyere.

Med det man idag vet om effekter av overtemperatur, og organismers evne til akklimatisering til kronisk temperaturforskyvning, er det derfor ingen grunn til å forvente at den beregnede overtemperatur på 1°C eller lavere i det kjølevannet innlagres skal kunne gi biologiske effekter av betydning. Konklusjonen forsterkes ved at det her dreier seg om organismesamfunn på relativt grunt vann i en fjord. Slike samfunn er normalt tilpasset betydelige naturlige temperaturfluktuasjoner både over kort tid og fra sesong til sesong.

2.5 Anbefalinger vedrørende utslippsted og dyp for kjølevann fra PVC-fabrikken

Det vil bli søkt om konsesjon for et utslipp av 2000 m³/time av kjølevann, mens Hydro Rafnes opplyser at utslippet i praksis vil være omkring 1600 m³/time.

Innlagringsberegningene som er gjengitt i tabell 2.3 viser at det bør være uproblematisk å oppnå en primærfortynning som i innlagringsdypet gir en overtemperatur mindre enn 1°C.

Avløpsvannet bør kunne slippes ut på nordsiden av Ringsholmen. Passende utslippsdyp antas å være omkring 25-30 m.

Innlagringsdyp og fortynning vil variere en god del med tiden. For å sikre en videre fortynning og transport ut av området av kjølevannet, bør innlagringen oftest mulig skje omkring 12-16 m dyp. Det er to grunner til dette: Den ene er at sundet mellom Ringsholmen har ca. 15 m som dypeste passasje, vannutskiftningen er dermed større over 15 m

dyp enn dypere. Den andre grunnen er at dette innlagringdypet reduserer muligheten for at skyen av fortynnet avløpsvann føres nordvest-over og tas inn som fortynningsvann for kjølevannsutslippene fra de øvrige petrokjemianleggene.

For å oppnå den riktige kombinasjonen av utslippsdyp og diffusorutforming, må man gjøre tilhørende beregninger av innlagring og primærfortynning for et større antall tetthetsprofiler enn det her har vært anledning til å gjøre.

2.6 Konklusjoner

Konsesjonssøknaden angir totalt en økning i kjølevannsutslippene på 4000 m³/time som er 20 % av nåværende utslipp. Beregninger under ulike betingelser viser at primærfortynningen (fra diffusor til kjølevannet når innlagringdypet) i sentrum av skyen av fortynnet kjølevann vil være ca. 18-40 ganger for etylenfabrikken og 20-60 ganger for PVC-fabrikken. Overtemperaturen i sentrum av skyen vil etter primærfortynning normalt ligge i området 0-1°C og bare meget sjelden komme over 1°C. Som gjennomsnitt for skyen vil fortynningen være 1.5 - 2 ganger større enn i skyens sentrum, og temperaturen tilsvarende lavere.

Overtemperatur etter primærfortynningen må betraktes som et verstetilfelle, siden videre fortynning vil skje etter hvert som kjølevannsskyen spres. Med det man idag vet om effekter av temperatur er det ingen grunn til å forvente at en overtemperatur på 1°C eller lavere skal kunne gi biologiske effekter av betydning.

For å oppnå en overtemperatur på under 1°C og sikre god videre fortynning og transport ut av området for kjølevannet fra PVC-fabrikken, foreslås et utslipp i 25-30 m dyp. Utslipppet bør kunne plasseres på nordsiden av Ringsholmen. Likeledes må man gjøre beregning av innlagring og primærfortynning for et større antall tetthetsprofiler enn det har vært anledning til å gjøre her for å oppnå den riktige kombinasjonen av utslippsdyp og diffusorutforming.

3. MILJØGIFTER OG KJEMIKALIER

3.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder

Tabell 3.1 gir de forventede utslipp til vann av miljøgifter og andre kjemikalier fra de aktuelle anlegg.

Tabell 3.1 Omsøkte utslippsmengder av miljøgifter og kjemikalier til vann fra de aktuelle fabrikker på Rafnes, sett i forhold til nåværende konsesjon (Kilde: Hydros foreløpige søknad om utslippstillatelse).

Anlegg	Utslippstype	nåværende konsesjon	mengde det søkes om
Etylenfabrikk (utvidet prod.)	Metanol	380 kg/uke	570
	Hydrokarboner	100 "	100
	TOC	105 "	105
	Ammoniakk	8.5 "	8.5
	Fenol	0.4 "	0.4
	Sulfid	1.0 "	1.0
	pH	6-9	6-9
	NaOCl (hele Rafnes)	400 kg/uke	400
VCM-fabrikk (utvidet prod.)	EDC	1.75 kg/uke	1.75
	pH	6-9	6-9
	TOC	480 kg/uke	480
	Kopper	1.7 "	1.7
	Jern	10 "	10
	fine kokspartikler	ikke angitt	ikke angitt
Saltsyreanlegg (utvidet prod.)	EDC, klorhydrocarb.	0.38 kg/uke	0.38
	NaOCl	100 "	100
	pH	6-9	6-9
	Dioksiner	1 µg/m ³	1
PVC-fabrikk (nytt anlegg)	Suspendert stoff	0	25 kg/time
	TOC	0	8.3 kg/t
	VCM	0	0.4 kg/t

Sett bort fra forventede utslipp fra den nye PVC-fabrikk, er det bare etylenfabrikkens utslipp av metanol som forventes å øke i forhold til nåværende utslipp av miljøgifter og kjemikalier. Utslippet av suspendert stoff fra PVC-fabrikk er oppgitt til i hovedsak å være finpartikulært PVC (0-100 µm). Virkninger av dette blir behandlet i

Kap. 5. Det angitte utslipp av KOF fra den nye fabrikken er oppgitt til hovedsakelig å være hjelpestoffer fra PVC-polymeriseringen. Det kan være aktuelt å fjerne deler av dette gjennom et biologiske renseanlegg (se Kap. 4).

3.2 Bedømmelse av sannsynlige skadevirkninger – endrede utslipp

3.2.1 Metanol

Metanol vaskes ut til vannbunnen i fjellageret av propan/butan ved etylenfabrikken. Vannutskiftingen forventes ikke å endre seg, men øket lager forventes å øke utvaskingen med 50% fra 20 til 30 tonn pr år. Ut fra de oppgitte tall kan det kalkuleres at det vil produseres ca 11 m³/time avløpsvann med et metanolinnhold på ca 300 mg/l (ppm). Utslipet ledes inn i fabrikkens kjølevannsstrøm. Med en kjølevannsstrøm på 12.000 m³/time vil metanolkonsentrasjonen bli 0.3 ppm inn på diffusoren og med ca 30x primærfortynning vil kjølevannet ha ca 10 ppb metanol når det innlagres. Dette er 5-6 størrelsesordner under grenseverdier for gifteffekt av metanol (se Tabell 3.2), og utslippet må således anees som ikke skadelig på resipienten.

Tabell 3.2. Utvalg av relevante grenseverdier for giftighet av metanol på akvatiske organismer.

Art	Giftighet	Referanse
<i>Pseudomonas putida</i> (bakterie)	6600 mg/l	Bringman & Kuhn 1976
Mikrotox (bakterie)	4200 mg/l	Walker 1987
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (alge)	8000 mg/l	Bringman & Kuhn 1976
<i>Enthosiphon sulcatum</i> (protoz.)	>10000 mg/l	Bringman & Kuhn 1980
<i>Daphnia</i> (krepsdyr)	13200 mg/l	Waishnaw & Korthals 1990
Copepoder (krepsdyr)	12000 mg/l	Waishnaw & Korthals 1990
<i>Nitochra spinipes</i> (krepsdyr)	12000 mg/l	Lindèn et al. 1979
Fathead minnow (fisk)	28000 mg/l	Waishnaw & Korthals 1990
Laue (fisk)	>28000 mg/l	Lindèn et al. 1979

3.2.2 Vinylkloridmonomer (VCM)

Utslippet av VCM fra prosessvann i den nye fabrikk er anslått av Hydro til 0.4 kg/time. Total mengde prosessvann er oppgitt av Hydro til ca 150 m³/time. Rense- og gjenvinningsprosessen for VCM forventes å redusere konsentrasjonen til 10 ppm. Ved at det rensede prosessvann blandes inn i kjølevannsstrømmen blir konsentrasjonen ved inngang til diffusoren i størrelsesorden 0.9 ppm VCM, og med en primærfortynning på ca 30x blir konsentrasjonen i det vannet når innlagingsdyp i størrelsesorden 30 ppb.

Litteraturen omtaler bare sporadisk effektene av VCM i vandig miljø. VCM som gass er rapportert å kunne ha kreftfremkallende virkning og kan skade arvestoffet (mutagenitet) (ref. Verschuere, 1983). GESAMP (1979) angir "not applicable" m.h.t. skade fra VCM på levende ressurser, sannsynligvis med begrunnelse at eksponering i vann er lite aktuell. OECD gir VCM betegnelsen "lav akvatisk toksisitet" (iflg. Miljøstyrelsen, 1990). I sjøvann vil VCM spaltes til HCl og CO med en halveringstid på 20 timer (Miljøstyrelsen, 1990). Sett i forhold til denne informasjon ansees den beregnede tilførte mengde VCM gjennom kjølevannet å være under grense for sannsynlige effekter.

3.3 Konklusjoner

For de miljøgifter/kjemikalier som er oppgitt i foreløpig søknad om utslippstillatelse er det bare metanol (fra etylenfabrikken) og VCM (fra PVC-fabrikken) som forventes å øke i forhold til nåværende konsesjon. Ingen av disse vil forekomme i så høy konsentrasjon etter primærfortynning av kjølevannet at de anses å kunne gi skade.

Rettelse til:

NIVA RAPPORT 0-90203

Løpenummer 2493

side 22, linje 16-17.

Teksten "I sjøvann vil VCM spaltes til HCl og CO med en halveringstid på 20 timer (Miljøstyrelsen, 1990)." er ukorrekt. Korrekt tekst er: "Vannløseligheten av VCM er lav og det skjer en hurtig avdamping fra vann til luft hvor VCM dekomponeres til HCl og CO med en halveringstid på 20 timer (Miljøstyrelsen, 1990). Hvorvidt en tilsvarende dekomponering skjer i vann, fremgår ikke av rapporten."

4. NÆRINGSSALTER – ORGANISK BELASTNING

4.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder

Regnet som KOF vil utslippet av organisk materiale fra PVC-fabrikken utgjøre inntil 30 kg/time eller 720 kg/døgn, forutsatt ingen rensing.

Tabell 4.1 viser de nåværende utslipp av organisk materiale (som BOF_7) til Skienselva og Frierfjorden hentet fra SFTs årsrapport for 1989.

Vi har regnet om denne belastningen til KOF, og gjort et overslag over den framtidige størrelsen av utslippene. Utslippet fra befolkningen alene (som KOF) er ca. 10.000 kg/døgn. Ved etablering av renseanlegget på Knardalsstrand vil vi her anta at utslippet reduseres med 60–65%, dvs. til ca. 4.000 kg/døgn.

Utslippet fra Union var i 1989 ca. 12.000 kg BOF_7 /døgn. Vi har antatt at forholdet mellom KOF og BOF_7 er som 2:1, dvs. ca. 24.000 kg/døgn regnet som KOF (Hovind, 1990). Dette er neppe høyt regnet; for utslipp fra Hunsfos fant Molvær et al. (1989) forholdstallet 3:1. Vi vil anta at installeringen av sedimenteringsanlegg i 1990 har redusert utslippet av oppløst organisk materiale med 26% og suspendert stoff med 68% (SFT, 1990) og at dette totalt har redusert utslippet med 40%, dvs. til ca. 15.000 kg/døgn.

Hydro Porsgrunns nåværende utslipp er antatt halvert.

Vi understreker at dette er omregninger og prognoser utført med sikte på å få fram en riktig størrelsesorden, ikke nøyaktige tall.

Tabell 4.1. Nåværende og forventet utslipp av organisk stoff til Skienselva og Frierfjorden (kilde SFT, 1990).

Kilde	Utslipp i 1990		Framtidig
	BOF_7 kg/døgn	KOF kg/døgn	KOF kg/døgn
Befolkning	5.250	10.000	4.000
Union	11.600	24.000	15.000
Hydro Porsgrunn	1.300	2.600	1.000
Annet	ca. 950	2.000	1.000
Sum	ca. 19.000	38.000	21.000

Både i forhold til nåværende belastning og i forhold til en antatt framtidig belastning vil utslippet fra PVC-fabrikken være lite (2-3%).

Størrelsen av utslippet kan også vurderes på en annen måte: Avløpsvann med typisk KOF-verdi 150-200 mg/l vil bli innblandet i kjølevannet. Dette vil gi ca. 10 ganger fortynning, dvs. en KOF-konsentrasjon i kjølevann+avløpsvann på ca. 15-20 mg/l før utslipp til fjorden. Det bør ikke være problemer med å oppnå den samme fortynning - eller bedre - som for utslippet fra VCM-fabrikken, dvs. 35-80 ganger som gjennomsnitt for skyens tverrsnitt (jfr. tabell 2.3). Tar man 50x fortynning som en typisk verdi og 20 mg/l som konsentrasjon, vil økningen i KOF-konsentrasjonen i skyen av fortynnet avløpsvann være mindre enn 1 mg/l i forhold til omkringliggende sjøvann.

Innlagringen skjer i fjordens intermediære vannlag, hvor vannutskiftningen regnes som god og oksygenkonsentrasjonene normalt er i området 6-10 mgO/l.

På denne bakgrunn må konklusjonen bli at utslippet av organisk stoff fra PVC-fabrikken ikke vil spille noen rolle for oksygenforholdene i Frierfjordens intermediære vannlag.

Ca. 0.5 o/oo av KOF'en er bundet til partikler som kan sedimentere og helt eller delvis belaste oksygenet i Frierfjordens dypvann. Av et totalutslipp på 720 kg/døgn, utgjør dette mindre enn 1 kg. Det er klart at utslippet fra PVC-fabrikken vil gi en ubetydelig merbelastning på Frierfjordens dypvann.

4.2 Bedømmelse av sannsynlige effekter.

Ut fra betraktningene i det foregående kapittel, er det usannsynlig at utslippet av organisk stoff fra en PVC-fabrikk vil merkbart redusere oksygenkonsentrasjonen i innlagringsdypet eller i fjordens dypvann.

4.3 Behov for biologisk rensing

Biologisk rensing av avløpsvannet vil redusere den direkte organiske belastningen med ca. 80%. På den annen side opplyser Hydro Rafnes at det kan bli nødvendig å tilsette opptil 3 kg fosfor og 50 kg nitrogen pr. døgn for å få renseanlegget til å fungere. I forhold til fjordens totale tilførsler av P og N er dette små mengder. På den annen side vil disse næringsstoffene gi opphav til algevekst i vannmassene, og dermed skape en organisk belastning på dypvannet i Frierfjorden. Med et forhold på 41 : 7.2 : 1 mellom karbon, nitrogen og fosfor i marint planteplakton, vil fosforutslippet teoretisk kunne gi direkte grunnlag for produksjon av ca. 120 kg organisk stoff/døgn som karbon.

Nitrogenutslippet vil kunne bidra til ca. 300 kg organisk stoff/døgn. Hovind (1990) fant at forholdet mellom KOF og totalt organisk karbon (TOC) i ufiltrerte prøver av kommunalt avløpsvann, avløpsvann fra slakteri, meieri og Borregård varierte mellom ca. 3.6 og 5.6. For BOF_7/TOC var tilsvarende forholdstall ca. 1.5 - 2.3. Regner vi algebiomassen beskrevet som TOC og et forholdstall KOF/TOC som 3:1, vil teoretisk næringssaltutslippet gi et oksygenforbruk på inntil 300 - 900 kg/døgn (som KOF) i sommerhalvåret. Restutslippet for anlegget vil være 100 - 140 kg/døgn (som KOF).

Dette er enkle, orienterende beregninger, og med innlagring omkring 15 - 20 m dyp, vil heller ikke hele næringssaltmengden bli utnyttet til algevekst i Frierfjorden. Men beregningene illustrerer at den praktiske nytteverdien av et biologisk renseanlegg vil være liten hva oksygenforholdene i fjordområdet angår.

4.4 Konklusjoner

Både i forhold til nåværende organisk belastning og antatt fremtidig belastning til Frierfjordområdet vil utslippet av KOF fra PVC-fabrikken være lite (2-3 %). På grunnlag av fortynningsbetraktninger og eksisterende oksygennivåer i resipienten konkluderes at det er lite sannsynlig at utslippet av organisk stoff fra PVC-fabrikken vil gi merkbar reduksjon av oksygenkonsentrasjonen i innlagringsdypet eller spille noen rolle for oksygenforholdene i Frierfjorden.

Nytteverdien av biologisk rensing vil være liten hva oksygenforholdene i fjordområdet angår.

5. FINPARTIKULÆRT PVC

5.1 Nåværende og fremtidige utslippsmengder

Utslippet av suspendert stoff fra PVC-fabrikken er oppgitt til i hovedsak å være finpartikulært PVC (0-100 µm), etter mekanisk rensing av flere prosessvannstrømmer. Man må forvente at kvaliteten på det suspenderte PVC og eventuelt også miljøvirkninger, endrer seg med hvilken type PVC som i øyeblikket produseres. Det oppgis at den mekaniske rensingen forventes å reduseres suspendert stoff til 150 mg/l, som vil gi et utslipp på 25 kg/time ledet inn i kjølevannsstrømmen. Fortynningsbetraktninger gir at konsentrasjonen av suspendert stoff er i størrelsesorden 0.3 mg/l (ppm) i det kjølevannet når innlagingsdypet. Til sammenlikning vil de øvre vannlag i Frierfjorden normalt ha et innhold av suspendert stoff på 0.7 - 2.1 mg/l.

Suspendert PVC i avløpsvannet vil også inneholde små mengder av hjelpestoffene fra produksjonen. Hydro har beregnet at ca. 0.5 o/oo av hjelpestoffene kommer ut i vannet bundet til partiklene, resten fanges opp i vannrenseanlegget, eller slippes ut som løst KOF (se kap. 4).

5.2 Bedømmelse av sannsynlige skadevirkninger

Utslipp av finpartikulært PVC kan i utgangspunktet sees på som både en mekanisk og en kjemisk belastning for resipienten. I første omgang vil mulige effekter av den mekaniske belastningen bli diskutert.

Det er viktig å påpeke at vi ikke har funnet noen referanser på effekter av PVC-partikler i marine miljøer, hvilket medfører at effektene nevnt nedenfor ikke uten videre kan sies også å gjelde for PVC.

Avløpsvannet fra PVC-fabrikken bør kunne innlagres dypere enn 10 - 12 m, og dermed ikke direkte påvirke vannkvaliteten i overflatelaget. Eventuelle effekter vil primært oppstå i intermediært vannlag og dypvannet.

Ren PVC har en egenvekt på 1.406 og vil av den grunn etterhvert synke til bunns og innlagres i sedimentet. Den tiden partiklene vil befinne seg i vannmassene avhenger av en rekke faktorer som strømforhold, sprangsjikt, partikkelstørrelse, grad av resuspensjon og så videre. Utslipp av finpartikulært PVC vil i alle tilfelle øke mengden suspendert materiale i resipienten. Imidlertid er bakgrunnsnivået av suspendert materiale 2-7 ganger høyere enn i kjølevannet (0.3 mg/l) etter primærfortynning, slik at effektene må ansees som marginale.

Fra litteraturen kjenner man en rekke effekter av partikkelbelastning på dyr (tabell 5.1). Moore (1977) har gitt en omfattende oversikt, og han konkluderte med at det er svært få marine dyr som påvirkes positivt av økt turbiditet. Derimot vet vi med sikkerhet at filterspisere, og da i særlig grad muslinger, svamp, sekkedyr og noen krepsdyrarter, tar skade av en økt partikkelbelastning. Av de mer alvorlige effekter hos bunndyr nevnes:

- Økt mortalitet, pga. energikrevende pseudofaecesproduksjon
- Nedsatt vekst, " " "
- Forstyrret eller avbrutt utvikling av egg- og larvestadier
- Ødeleggelse av potensielt substrat for larver
- Blokkering av ekskresjonssystemer
- Reduksjon av oksygenopptak
- Redusert næringsopptak

Det er imidlertid slik at effektene på og reaksjonene hos dyrene i stor grad er avhengig av andre faktorer enn bare mengden av partikler man utsetter dem for. Som eksempler nevner Moore:

- Partikkeltype
- Partikkelstørrelse
- Strømforhold i resipienten
- Bunnens mikrotopografi
- Tetthet av bunndyr
- Grad av resuspensjon

Det har også vist seg at forskjellige geografiske grupper av den samme arten kan ha ulik toleranse overfor turbiditet. Moore (1977) innrømmer at det til dels råder stor uenighet blant forskere mht. konsekvenser av partikkelforurensing og vi har av den grunn valgt å presentere "worst case" resultater i tabell 5.1.

Andre sannsynlige effekter av turbiditet er nedgang i tilgjengelige byttedyr for predatorer, redusert mengde løst oksygen i vannmassene (som i kombinasjon med nedsatt pumpeaktivitet hos filterspisere kan få fatale følger) samt partikkelskuring som kan påvirke rekruttering av organismer.

Tabell 5.1. En oversikt over noen påviste effekter av partikkel-
forurensing på dyr og hvilke konsentrasjoner de ble
eksponert for (fra Moore,1977).

GRUPPE/ART	KONS.(mg/l)	EFFEKT
Svamp	?	Gjentetting av porer
Korall (<u>Montipora</u>)	3.5	Åpnere revstruktur
Ribbemanet (<u>Pleurobrachia pileus</u>)	?	Mekanisk ødeleggelse av vev
Krepsdyr (<u>Daphnia magna</u>)	100	Nedsatt overlevelses- og repro- duksjonsevne
Bløtdyr (<u>Crassostrea</u> <u>virginica</u>)	100	Nedsatt pumpeaktivitet
Bløtdyr (<u>Placopecten</u> <u>magellanicus</u> og <u>Argopecten</u> <u>irradians</u>)	<500	Nedsatt filtreringsevne
Blåskjell (<u>Mytilus edulis</u>)	0.4	Nedgang i vekt
Blåskjell " "	8.95	62% nedgang i tørrvekt, etter 3 måneders eksponering
Bløtdyr (<u>A. irradianas</u>)	500	Forhøyet oksygenforbruk
Bløtdyr (<u>C. virginica</u>)	188	Nedsatt ant. utviklede egg
Bløtdyr (<u>Mercenaria</u> <u>mercenaria</u>)	125	" " " "
Bløtdyr (<u>M. mercenaria</u> og <u>C. virginica</u>)	500	Forhøyet larvedødelighet
Bløtdyr (<u>Crepidula</u> <u>fornicata</u>)	200	Nedsatt filtreringsevne
Sjøfugl	?	Lavere fangsteffektivitet

Med utgangspunkt i at PVC-utslippet gir en liten ekstra
partikkelbelastning på resipienten og at konsentrasjonen (0.3 mg/l) er

lav i forhold til effektgrensene angitt i Tabell 5.1, vil utslippet av suspendert stoff sannsynligvis ikke gi negative effekter.

Den kjemiske belastningen fra PVC-utslippet er sannsynligvis av liten betydning. PVC i seg selv regnes nærmest for inert, og deponering av stoffet blir f.eks. ifølge det danske Miljøministeriet sett på som lite belastende for miljøet (Miljøstyrelsen, 1990). Det er kjent at PVC generelt kan inneholde opp til 400 ppm VCM. Hydro oppgir konsentrasjonen av VCM i suspensjonen etter stripping til 25 ppg. Tilførsel av VCM via suspendert PVC vil i så fall kunne gi en konsentrasjon på 0.8 o/oo etter primærfortynning. Dette representerer under 0.2 o/oo av beregnet utslipp av løst VCM som tidligere er anslått å ligge under grensen for sannsynlige skadevirkninger (se kap. 3.2.2) og er derfor ubetydelig.

Den PVC det søkes om konsesjon for å slippe ut inneholder hverken de i miljøsammenheng omdiskuterte "myknere", eller stabilisatorer av noe slag.

5.3 Konklusjoner

Utslipp av PVC-partikler (diam. 0-100 μm) fra den planlagte PVC-fabrikken på Rafnes vil, med bakgrunn i søkt utslippsmengde og eksisterende viten, ikke medføre noen signifikant merbelastning for resipienten.

Bakgrunnsnivå av suspendert materiale er i størrelsesorden 2-7 ganger høyere enn det som er beregnet etter primærfortynning av kjølevannet, hvilket betyr at samfunnet allerede er tilpasset turbiditet i denne størrelsesorden. Det må imidlertid understrekes at det i litteraturen ikke er funnet noen referanser til forsøk hvor effekten av PVC-partikler er direkte undersøkt.

Den kjemiske (toksiske) belastning fra PVC-partiklene må i denne sammenheng kunne ses på som forsvinnende liten.

6. BEDØMELSE AV SKADEVIRKNING VED FELLES DRIFT AV NY OG GAMMEL S-PVC-FABRIKK (1 ÅR)

I et tidsrom på ca. 1 år etter at en PVC-fabrikk på Rafnes er startet, vil det være PVC-produksjon både på Herøya og på Rafnes.

Nedenfor er utslippene av PVC, VCM og organisk stoff (som KOF) i tidsrommet med dobbelkjøring sammenstilt med utslippet fra Rafnes alene, som er vurdert foran.

Fabrikk	PVC kg/time	VCM kg/time	Organisk stoff kg/time
Rafnes	25	0.4	30
Herøya	36.2	0.16	<44
Begge fabr.	61.2	0.56	<74

Utslippet fra Herøya fortynnes 20 - 30 ganger med annet avløpsvann før det ledes ut i Frierfjordens overflatelag.

Som nevnt foran bør utslippet fra Rafnes innlagres i det intermediære vannlag. Det betyr at stoffene fra de to utslippene slippes til to forskjellige vannmasser og på hver sin side av Frierfjorden. Man må kunne anta at de bare i meget liten grad vil interferere med hverandre, og at utslippene i hovedsak kan betraktes som uavhengig av hverandre.

Vi skal gi en kort vurdering av muligheten for miljøeffekter for de tre viktigste stoffgruppene.

PVC: Mellomperioden gir en nær dobling av utslippet av suspendert stoff. Det fordeles imidlertid på to lokaliteter og i to forskjellige vannlag på hver sin side av fjorden.

VCM: Bidraget fra Herøya er langt mindre enn utslippet fra Rafnes og vil neppe spille noen rolle.

KOF: Etter fortynning med annet avløpsvann før utslipp til Frierfjordens overflatelag, vil den organiske belastningen fra PVC-fabrikken gi en midlere KOF på ca. 10 - 16 mg/l. Det organiske stoffet vil i alt vesentlig være i løst form og dermed forbli i overflatelaget, hvor oksygentilførselen fra luft og gjennom oksygenrikt vann fra Skienselva er stor, og hvor oksygenforholdene til nå har vært gode.

Utslippsøkningen i perioden med dobbeltkjøring er imidlertid 50%, og det er ikke usannsynlig at resultatet vil være perioder med noe reduserte oksygenkonsentrasjoner i overflatelaget like utenfor Herøya. Med flere opplysninger om utslippsarrangement/vannmengde kan dette eventuelt vurderes nærmere, eller direkte kontrolleres ved enkle oksygenmålinger utenfor utslippet.

7. VURDERING AV NÅVÆRENDE UTSLIPP FRA PETROKJEMIANLEGGENE

Dette kapittel gir en kort vurdering av sannsynlige miljøeffekter av de utslippskomponenter som er angitt i den foreløpige konsesjons-søknad, men der det ikke er søkt om endring i konsesjonsgrensene. Disse stoffene slippes også ut i kjølevansstrømmene fra etylen- og VCM-fabrikken på Rafnes. Vi har beregnet den forventede overkonsentrasjon disse komponentene utgjør etter primærfortynning (Tabell 7.1), og relatert dette til kjent/sannsynlig nivå for effekter.

Tabell 7.1. Forventet overkonsentrasjon etter primærfortynning på basis av dagens konsesjonsstall. Utslippskomponenter det ikke er søkt forhøyet konsesjon for.

Fabrikk/komponent	Konsesjon	Overkonsentrasjon etter p.f.
Etylenfabrikken		
Hydrokarboner	100 kg/uke	4 µg/liter (ppb)
Ammoniak	8.5 kg/uke	0.34 µg/liter (ppb)
Fenol	0.4 kg/uke	0.02 µg/liter (ppb)
Sulfid	1 kg/uke	0.04 µg/liter (ppb)
NaOCl	400 kg/uke	7 µg/liter (ppb)
VCM-fabrikk med saltsyreanlegg		
EDC	1.75 kg/uke	0.05 µg/liter (ppb)
Kopper	1.7 kg/uke	0.05 µg/liter (ppb)
Jern	10 kg/uke	0.30 µg/liter (ppb)

Hydrokarboner

Erfaring viser at kronisk belastning ned til ca 30 ppb av dieselolje kan gi skader på strandssonesamfunn, men at man må opp i ca 100 ppb for å få effekter av betydning på samfunn i de frie vannmasser. I de fleste tilfeller knyttes giftvirkning til tyngre og/eller aromatiske hydrokarboner. Et utslipp på 4 ppb lette hydrokarboner (propan, butan m.m. utvasket fra våtgassen) ligger klart under disse effektgrensene.

Ammoniakk

0.34 ppb tilsvarer ca 2 % av maksimale naturlig forekommende konsentrasjoner av ammonium i rene kystfarvann. Dersom man forutsetter at all ammoniak omdannes via ammonium til algemateriale i de øvre vannmasser utgjør dette i sommerhalvåret et produksjonstilskudd på ca

6 kg TOC pr døgn tilsvarende 17 kg/døgn KOF. Sett i sammenheng med øvrige KOF-utslipp behandlet tidligere vil dette ikke representere noen fare for oksygenforholdene i dypvannet.

Fenol

Høyeste akutte giftighet av fenol funnet for marine organismer er ca 5 mg/liter (Verschuere 1983). På basis av en anslagsvis kronisk effektgrense på 1 % av dette (50 ppb), bør 0.02 ppb fenol ikke ansees som betenkelig.

Sulfid

Sulfid vil ha varierende stabilitet avhengig av hvilke sulfidforbindelser det gjelder. Under visse betingelser skjer en oksydasjon til elementært svovel eller til sulfat. I det siste tilfellet vil oksydasjon av 0.04 µg/l sulfid kreve 0.08 µg/l oksygen. Sett i forhold til et oksygennivå på 6-10 mg/l i innblandingsvannet vil slik oksydasjon være ubetydelig.

NaOCl

Et utslipp på 400 kg/uka NaOCl tilsvarer ca 60 kg/uka klorekvivalenter sluppet ut gjennom de to kjølevansstrømmene fra etylen- og VCM-fabrikken. Dette tilsvarer igjen ca 1 ppb klorekvivalenter etter primærfortynning. Akutt toksistet på fisk er funnet ned til 50 ppb (ferskvann) og USA (EPA) opererer med <11 ppb som kriterium for vannkvalitet. NaOCl-utslippet bør derfor ikke representere noen miljøbelastning ut fra giftvirkning. Muligheten for dannelse av persistente organiske klor- og bromforbindelser gjør imidlertid at ethvert utslipp av elementært klor bør sees på som uheldig.

EDC

Høyeste akutte giftighet av EDC rapportert for marine organismer er ca 65 mg/liter (Verschuere 1983). Regnes skjønnsmessig en effektgrense for langtidsvirkninger til 1% av dette (650 ppb) vil EDC-konsentrasjonen ved innlagring ligge ca 10 000 ganger lavere. Dagens samlede utslipp av EDC bør således ikke gi noen fare for giftvirkning.

Kopper

Overkonsentrasjonen etter primærfortynning tilsvarer ca 0.8 nmol/liter Cu. Dette ligger noe under de nivåer av Cu man finner naturlig i sjøvann ved kyst og i åpent hav (1-7 nmol/liter (Nriagu, 1979)). Skadelige virkninger er derfor ikke sannsynlig.

Jern

Jern inngår i flere naturlige stoffskifteprosesser og ansees ikke som spesielt giftig. Nivået etter primærfortynning tilsvarer ca 5 nmol Fe pr liter. Sett i forhold til normalverdier på rundt 60 nmol/l i øvre vannmasser i ubelastede fjorder (Skei pers medd.), ansees tilførselen som ubetydelig.

Vurdering av eksisterende utslipp

Petrokjemianleggene på Rafnes forårsaker utslipp av en rekke komponenter som det ikke søkes utvidet konsesjon for. På basis av de oppgitte konsesjonsgrenser og realistiske fortynningsbetraktninger fram til innlagringsdyp, blir ingen av de angitte komponentene sluppet ut i mengder som sannsynliggjør at de har skadevirkninger på Frierfjorden.

Konklusjon

På basis av de oppgitte konsesjonsgrenser og realistiske fortynningsbetraktninger fram til innlagringsdyp, blir ingen av de angitte komponentene sluppet ut i mengder som sannsynliggjør at de idag har skadevirkninger på Frierfjorden.

8. REFERANSER

- Bakke, T., J.A. Berge og I. Haugen, 1988. Miljøvirkninger av kjølevannsutslipp - En litteraturgjennomgang. NIVA-rapport 0-88143 (l.nr. 2163), Oslo.
- Bjerkeng, B. og Lesjø, A., 1973. Mixing of a jet into a stratified environment. 0-72126/PRA 5.7. NIVA og Computas. Oslo.
- Bringman, G. and R. Kuhn, 1976. Grenzwerte der Schadwirkung wasser-gefährdender Stoffe gegen Bakterien (*Pseudomonas putida*) und Grünalgen (*Scenedesmus quadricauda*) im Zellvermehrungshemmtest Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung Vol. 10, Nr. 3/4, pp. 87-98.
- Bringman, G. and R. Kuhn, 1980. Comparison of the toxicity thresholds of water pollutants to bacteria, algae and protozoa in the cell multiplication test. Water Research Vol. 14, pp. 231-241.
- GESAMP, 1979. The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships. Reports and Studies No. 15, I.M.O.
- Hovind, H., 1990. Bestemmelse av organisk stoff i vann. NIVA-rapport nr. 2386. Oslo.
- Linden, E., B.-E. Bengtsson, O. Svanberg and G. Sundstrom, 1979. The acute toxicity of 78 chemicals and pesticide formulations against two brackish water organisms, the bleak (*Alburnus alburnus*) and the harpactoid *Nitrocra spinipes*. Chemosphere Nos. 11/12, pp. 843-851.
- Liseth, P., og Haslerud, B., 1975. Notat vedrørende utledning av avløpsvann til Frierfjorden fra de petrokjemiske anlegg på Rafnes/Tråk. I/S Miljøplan.
- Miljøstyrelsen, (1990). Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer. Miljøprojekt nr.131, Miljøministeriet i Danmark.
- Molvær, J., Källqvist, T. og Traaen T., 1989. Resipientvurdering av Otra og Kristiansandsfjorden for utslipp fra treforedlingsindustri. NIVA- rapport nr. 2218. Oslo.
- Moore, P.G., (1977). Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 15, 225-363.
- Nriagu, J.O., 1979. Copper in the Environment. Part 1. Ecological Cycling. J. Wiley & Sons, New York. 522 pp.

SFT, 1990. Årsrapport 1989 for industriforurensning i Nedre Telemark. Skien/ Oslo.

Verschuere, K., 1983. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. Second Edition. van Nostrand Reinhold Co., New York, 1310 pp.

Walker, 1987. Effects of chemicals on microorganisms. Journal WPCF. Vol. 59, No. 6, pp. 614-625.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1806-8