

Vurdering av utslippet
fra Dale as til Veafjorden

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

401



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Vurdering av utslippet fra Dale as til Veafjorden

FORFATTER:

dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER :

Sagatex asa, Bøhmergaten 42, 5057 Bergen

OPPDRAGET GITT:

26.mars 1999

ARBEIDET UTFØRT:

April 1999

RAPPORT DATO:

6.mai 1999

RAPPORT NR:

401

ANTALL SIDER:

18

ISBN NR:

ISBN 82-7658-261-3

EMNEORD:

- Utslipp tekstilindustri
- Giftighetsvurdering
- Resipientvurdering

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
www.bgnett\~rb\

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: rb@bgnett.no

FORORD

Rådgivende Biologer as har på oppdrag fra Sagatex asa foretatt en vurdering av utslippet fra Dale as via det kommunale ledningsnett til Veafjorden i Vaksdal. Dale as er pålagt å redusere innholdet av forskjellige stoffer i utslippet fra fabrikken betydelig innen år 2000. Særlig gjelder dette for utslippene av fosfor, i hovedsak knyttet til utslipp fra prosessen som sørger for flammesikring av tekstiler ved bruk av stoffet Pyrovatex.

Bakgrunnen for denne utredningen er fabrikkens ønske om å få vurdert omfanget av og eventuelle miljømessige konsekvenser av utslippet. Rapporten inneholder følgende elementer:

- 1) Beskrivelse av utslippets omfang og kvalitet
- 2) Undersøkelse av eventuell giftighet av utslippet fra flammesikringsprosessen
- 3) Resipientvurdering

Det er ikke foretatt noe konkret feltarbeide med undersøkelser i forbindelse med denne vurderingen, som derfor utelukkende baserer seg på foreliggende informasjon, samt en standard algetest utført ved Terra Environment as. Arbeidet har foregått i nær kontakt med Kolbjørn Akervold og Hroar Evjent ved Ciba og Aake Borrevik ved Sagatex.

Rådgivende Biologer as takker Sagatex asa for oppdraget

Bergen, 6.mai 1999.

INNHold

Forord	2
Innhold	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Utslippet - omfang og kvalitet	6
Resipienten - Veafjorden	8
Flammesikringsprosessen	11
Giftighetsanalyse av utslippet	13
Vurdering	14
Referanser	17

SAMMENDRAG

JOHNSEN, G.H. 1999.

Vurdering av utslippet fra Dale as. til Veafjorden.

Rådgivende Biologer as. rapport 401, 18 sider, ISBN 82-7658-261-3.

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Sagatex asa. foretatt en vurdering av utslippet fra Dale as. via det kommunale ledningsnett til Veafjorden i Vaksdal.

Vaksdal kommune har siden 1995 ført den kommunale kloakken fra Dale sentrum i ledning gjennom Dalevågen og ut til omtrent 25 meters dyp i Veafjorden ved Stanghelle. Det er knyttet 1200 PE til dette avløpet, samt to store industrivirksomheter, Dale as og Dale of Norway as. Utslippet fra de to bedriftene utgjør årlig til sammen omtrent 10-15 tonn fosfor og 400 tonn organisk stoff. Surheten i utslippet har en pH-verdi på mellom 10,5 og 12.

Veafjorden er over 300 meter dyp på stedet. Fjordbassenget har sitt dypeste punkt vest for Vaksdal, med over 425 meters dyp. Vestover ligger terskelen på omtrent 180 meter rett nord for Garnes utenfor Ytre Arna, mens terskelen innerst i fjorden er på 15 meters dyp i Kallestadsundet. Samlet dypvannsvolum i bassenget er beregnet til minst 3,5 milliarder m³.

Overflatevannet i Veafjorden er sterkt ferskvannspåvirket når det er høy vannføring i vassdragene, mens det vinterstid er lite fersk-/brakkvann i fjorden. Det er anslått at overflatevannet i fjordbassenget i gjennomsnitt skiftes ut så hyppig som hver 14.dag, der den daglige tidevannsstrømmen også bidrar sterkt. Det er foretatt undersøkelser av forholdene i fjorden både tidlig på 80-tallet og i perioden 1988-1991. Forholdene i dypvannet og i sedimentene var meget gode, og det var ikke noe som tydet på at fjordbassenget Sørfjorden / Veafjorden den gang var overbelastet med tilførsler av organisk stoff.

Det er foretatt en samlet vurdering av Veafjordens resipientkapasitet og utslippet fra Dale as, både med hensyn på virkning av organisk stoff, tilførsler av næringsstoff og også eventuell giftvirkning av de aktuelle stoffene, og konklusjonene synes klare:

- *Utslippet har sannsynligvis ingen påviselig effekt på oksygenforholdene i dypvannet eller på dyrelivet i bunnsedimentene i Veafjorden.*
- *Utslippet har sannsynligvis en marginal positiv effekt på næringsrikheten i fjorden, og det vil under ingen omstendighet kunne føre til noen miljøforringelse.*
- *Utslippet inneholder stoffet Pyrovatex som ikke er giftige for mennesker eller dyr. Det mest konsentrerte vaskebadet har imidlertid samlet sett en kvalitet som likevel kan hemme veksten for alger ved konsentrasjoner større enn 1 ‰.*

Med bakgrunn i gjeldende "resipientorienterte" forvaltningspraksis, er det derfor ikke noe som tilsier at det er behov for omfattende rensing av utslippet fra Dale as.

INNLEDNING

I november 1996 sendte Statens Forurensningstilsyn (SFT) ut anbefalinger til utslippskvalitet til samtlige tekobedrifter. Dette bygger på “OSPARCOM”s (Oslo Paris konvensjon for forhindring av marin forurensning) anbefalinger, der miljøvernministre fra 15 land i 1992 skrev under på forpliktende retningslinjer som har til hensikt å beskytte det marine miljøet fra forurensning.

For Dale fabrikkens vedkommende står det i utslippstillatelsen at “utslipp til vann ledes til Veafjorden via kommunalt nett”, og videre er det krav om at man innen 1.januar 1998 skal utrede mulighetene for reduksjon av KOF, fosfor og pH. Det tas sikte på å redusere fosfor til 9 mg/l og KOF til 600 mg O/l innen år 2000 og på sikt til 160 mg O/l.

Forurensningsloven av 13.mars 1981

“.. Loven skal nyttes for å oppnå en miljøkvalitet som er tilfredsstillende ut fra en samlet vurdering av helse, velferd, naturmiljøet, kostnader forbundet med tiltakene og økonomiske forhold.” (kapittel 1, §2, punkt 1).

“Med forurensning forstås i denne lov: 1) Tilførsler av fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller i grunnen. Som er eller kan være til skade eller ulempe for miljøet” (kapittel 2, §6)

Dette betyr at en i forbindelse med utslipp, ønsker å opprettholde en “miljøkvalitet” i resipientene som sikrer både andre brukergrupper tilgang til fortsatt bruk av resipienten og at en sikrer naturmiljøet i resipienten. Definisjonen av forurensning fokuserer på *skade eller ulempe*. SFTs har etablert systemer for vurdering av forurensningens omfang, der avviket fra forventet naturtilstand skal vektlegges:

“Et måleresultat er derfor i prinsippet sammensatt av to hovedkomponenter: tilførsler som skyldes naturlige prosesser i nedbørsfeltet (forventet naturtilstand) og tilførsler som følge av menneskelig aktivitet (forurensning).” (SFT 1997a, side 7)

For å kunne gjennomføre en slik vurdering, har SFT etablert klassifikasjonssystem for vurdering av miljøkvalitet både i ferskvann (SFT 1997a) og fjorden og kystfarvann (SFT 1997b), der det også inngår beskrivelse av miljøkvalitetens egnethet for ulike brukerinteresser. Dermed finnes det standard opplegg for vurdering av miljøkvalitet og brukergruppers ulike krav til dette. Dette enhetlige og felles systemet for tallfesting av miljøkvaliteten i en resipient, vurdering av påvirkning fra et utslipp og konsekvensene for de ulike brukergruppene, benyttes av alle faginstanser og miljømyndigheter i landet. Dermed har en et faglig verktøy som kan benyttes opp mot lovverket.

Forurensingsloven og Dale as.

Forurensingsloven gir også rammer for hvordan en skal forholde seg dersom en skal vurdere en aktuell situasjon der det allerede foreligger et godkjent utslipp til en definert resipient:

*“Forurensningsmyndigheten kan oppheve eller **endre** vilkårene i tillatelsen .. dersom*

*1) det viser seg at skaden eller ulempen ved forurensningen blir vesentlig større eller **annerledes** enn ventet da tillatelse ble gitt*

*2) Skaden eller ulempen kan **reduseres** uten **urimelig** kostnad for forurenseren*

4) vilkårene i tillatelsen er unødvendige for å motvirke forurensninger” (Kapittel 3, § 18)

Dette betyr at dersom et utslipp (en forurensingskilde) ikke medfører noen forurensning (altså “skade eller ulempe”), skal en heller ikke kunne pålegges urimelig kostnadskrevenne tiltak for å redusere denne. Dette innebærer at det ved utformingen av renskrav med tilhørende pålegg til utslippskvalitet, skal tas hensyn til både **miljøet**, bedriftens mulighet til å nyttegjøre “**best tilgjengelig teknikk**” og den “**beste miljøvernpraksis**”.

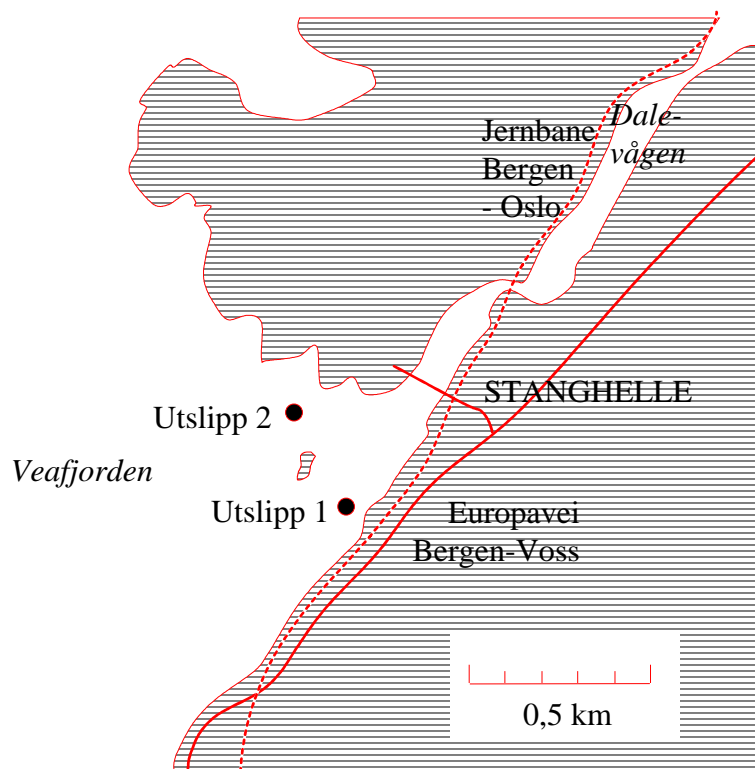
Det behøver derfor ikke være noe motsetningsforhold mellom lovverket, OSPARCOMs intensjoner og rammene for utslipp fra Dale as. Tar en utgangspunkt i lovgivingens forutsetninger og den “beste miljøvernpraksis”, skal en således stille følgende enkle spørsmål:

- 1) Medfører utslippet noe miljøproblem /giftighet ?
- 2) Medfører utslippet noe kapasitetsproblem / brukerkonflikt i resipienten ?

Når det gjelder andre typer utslipp til resipienter av denne karakter, har Fylkesmannens miljøvernavdeling fulgt en “**resipientbasert**” i sin forvaltningspraksis, der “**rensegrad**” skal avgjøres av resipientens “**rensebehov**”. Dette praktiseres særlig i forbindelse med kommunale avløp, der en har etablert klare “**miljøkvalitetsmål**” for resipientene. I Hordaland gjelder dette for Voss kommune (Johnsen & Kambestad 1994), for Meland kommune (Johnsen 1994), for Fjell kommune (Johnsen 1998) og for Radøy kommune (Johnsen 1999).

UTSLIPPET - OMFANG OG KVALITET

Vaksdal kommune har to utslipp av kommunal kloakk til Veafjorden ved Stanghelle (**figur 1**). Utslipp nummer 1 kommer fra bosettingen på Stanghelle, det omfatter omtrent 816 personekvivalenter (PE), det ble etablert i 1980-årene en gang og går ut på omtrent 25 meters dyp. Utslipp 2 kommer fra Dale sentrum og er ført i ledning gjennom Dalevågen og ut til omtrent 25 meters dyp. Det er knyttet 1200 PE til dette avløpet, samt to store industrivirksomheter, Dale as og Dale Garn og Trikotasje. Utslipet ble etablert i 1995.



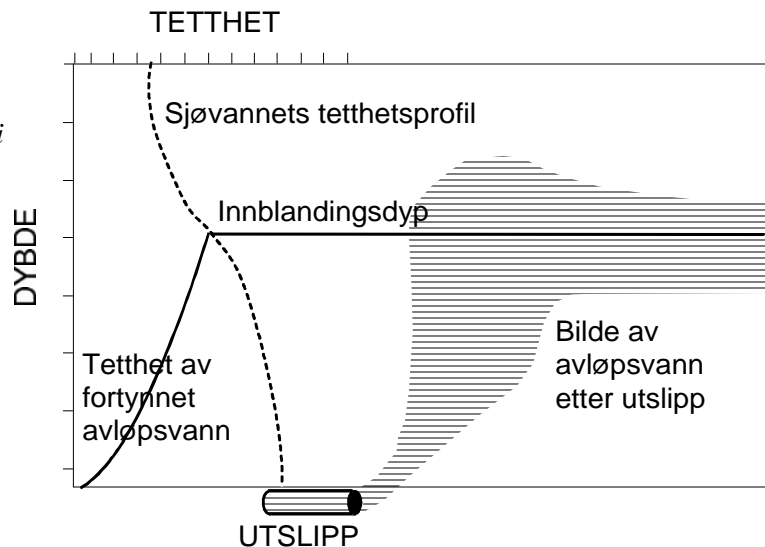
FIGUR 1: Kart over de to kommunale kloakkutslippene i Veafjorden ved Stanghelle.

Utslipet fra de to bedriftene utgjør til sammen omtrent 10-15 tonn fosfor årlig, fordelt på 150-200 produksjonsdager, omtrent 400 tonn organisk stoff årlig fordelt på 225 produksjonsdager, og samlet utgjør utslippet fra de to bedriftene 750 m³ daglig i 225 døgn årlig. Surheten i utslippet har en pH-verdi på mellom 10,5 og 12 på grunn av lutbehandling av tekstilfibre.

Med to skift daglig ved fabrikkene og en produksjonstid / utslippsperiode på 16 timer, slippes det i gjennomsnitt ut omtrent 47 m³ / time eller 800 liter hvert minutt fra fabrikkene. 1200 PE utgjør i størrelsesorden 500 m³ / dag (en PE utgjør vel 400 liter / dag), eller omtrent 28 m³ / time fordelt på 18 timer i døgnet, eller omtrent 460 liter / minutt i denne perioden. Samlet slippes det anslagsvis omtrent 1250 liter / minutt til Veafjorden fra denne ene kommunale kloakkledning.

Etter at kloakken har forlatt røråpningen, vil den stige i vannsøylen fordi den generelt sett har lavere tetthet enn sjøvannet, inntil den finner et likevekstnivå med hensyn på egenvekt (tetthet) og oppdrift. Likevekstnivået oppnås fordi kloakkvannet blandes med sjøvannet slik at forskjellene mellom de to vanttypene gradvis utviskes. Dette kalles primærfortynningsfasen (**figur 2**), og skjer relativt raskt, - gjerne innenfor meget få minutter. Etter dette overtar strømforholdene i området den videre fortynningen av utslippet, den såkalte sekundærfortynningen, og utslippsvannet spres da utover i området vesentlig høyere i vannsøylen enn utslippsdypet på 25 meters dyp.

FIGUR 2: Prinsippskisse for primærfortynningsfasen av innblanding av et ferskvanns-utslipp i en sjøresipient. Utslippet får økt sin tetthet ettersom det lettere kloakkvannet stiger opp og blandes med sjøvannet (heltrukket linje). Vanligvis vil tettheten av sjøvannet være størst nede (stiplet linje), slik at innblandingsdypet for utslippet blir der hvor tettheten av de to vannmassene er lik.



Figur 2 viser at utslippet vil nå opp til et grunnere dyp enn det endelige innlagingsdypet der det har innstilt seg i likevekt med sjøvannet. Det betyr at dersom det er sterk overflatestrøm i området, vil utslippet rives med og fortynnes enda raskere ved at sekundærfortynningsfasen påskyndes.

Når utslippet har nådd sitt innblandingsdyp, er de fortynnende kreftene "brukt opp" dersom det bare er stabile og laminære strømninger i området. Under slike forhold vil det fortynnete utslippsvannet flyte av videre nokså uforstyrret på et gitt dyp. Da vil virkningen av utslippet videre på ferden ut Veafjorden i hovedsak være konsentrert om hvor fort tarmbakterier og andre mikroorganismer dør/nedbrytes og hvor raskt utslippet fortynnes.

I områder der strømningsforholdene er mer turbulente og ustabile, vil sekundærfortynningsfasen imidlertid kunne være mer langvarig, noe en ikke vil forvente i områdene i Veafjorden. Her går overflatestrømmen i hovedsak sørover og ut fjorden når vassdragene har høy vanntilstrømming til fjorden, men sannsynligvis med tidevannssyklus der en innimellom får strømsstille og til og med svakt nordgående strømmer. Dette bildet, med tidevannssyklus på strømrretningen, vil være mer markant i den perioden på året (vinterstid) da vassdragene har liten vannføring. Det betyr at utslippet, som sannsynligvis blir liggende i underkant av det ferskere overflatelaget, blir utsatt for ytterligere fortynnende effekter etter at det har nådd sitt innlagingsdyp i perioder med mye vannføring i vassdragene.

RESIPIENTEN - VEAFJORDEN

Utslippet fra Dale fabrikk skjer altså til Veafjorden / Sørfjorden ved Stanghelle. Fjorden er over 300 meter dyp på stedet, og den har i prinsippet ikke noe lokal avstengt dypvannsvolum ved utslippspunktet på Stanghelle. Fjordbassenget Sørfjorden / Veafjorden har sitt dypeste punkt vest for Vaksdal, med over 425 meters dyp. Vestover blir det jevnt grunnere til terskelen på omtrent 180 meter rett nord for Garnes utenfor Ytre Arna. Videre utover blir fjorden dypere igjen, mot over 550 meters dyp utenfor Steinestø og ut i Salhusfjorden, mens det blir enda dypere med over 620 meters dyp i Osterfjorden like nord for Hamre. Nord for Stanghelle blir Veafjorden jevnt grunnere, med 15 meters dyp i Kallestadsundet ved broen over til Osterøy som grunneste terskel (**figur 3**). Veafjorden utgjør sannsynligvis hovedløpet for Vossovassdraget, mens vannet fra Ekso og Modalselven i hovedsak vil ha lettest passasje ut nord for Osterøy. Forøvrig vil tidevannsstrømmen også kunne påvirke disse forholdene sterkt i de innerste deler av fjordsystemet.



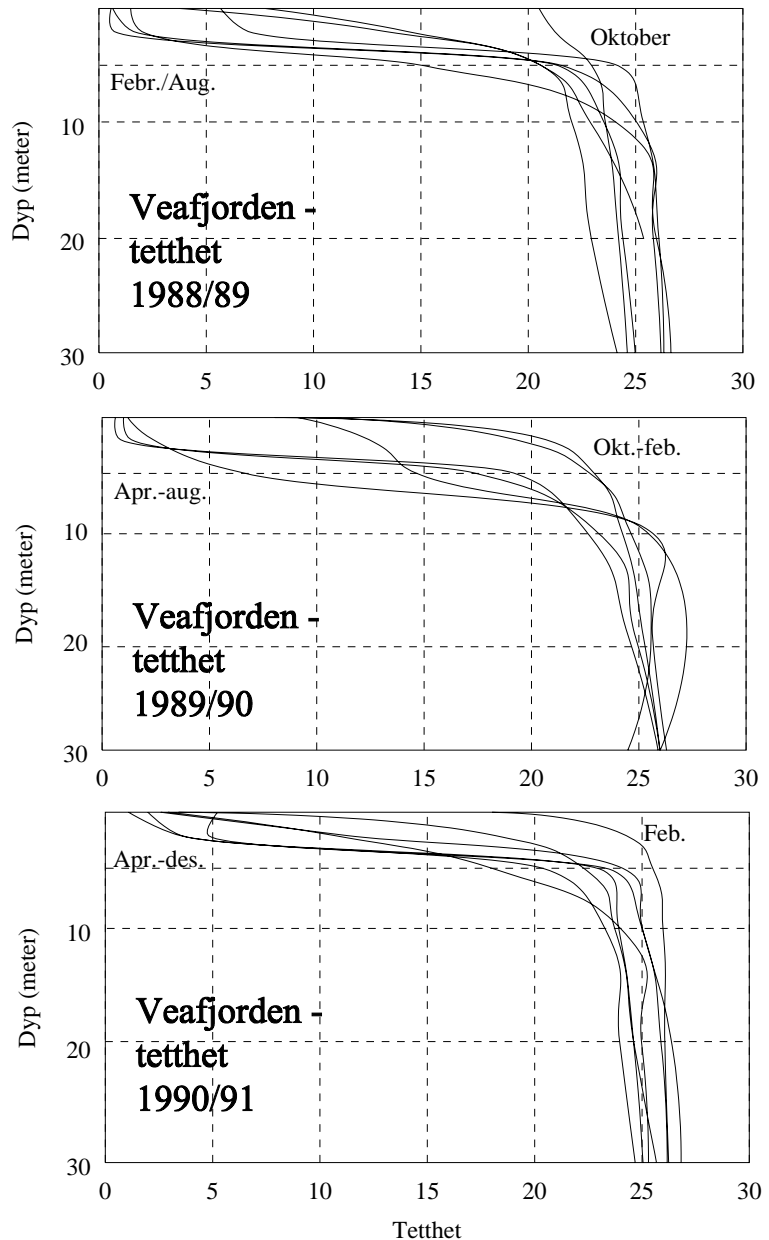
FIGUR 3: Osterøy med omkringliggende fjordsystem, og inntegnet forenklete 100 meters dybdekoter.

Forholdene i fjordsystemet rundt Osterøy ble undersøkt tidlig på 1980-tallet og 1988-1991 (Johannessen mfl. 1990 og 1991; Tvedten mfl. 1994) i forbindelse med konsekvensvurderinger knyttet til etablering av "Salhusbroen". Ett av prøvetakingsstedene (Sal 6) var i Veafjorden rett nord for Dalevågen,- altså i resipienten utenfor dagens utslippspunkt for de kommunale ledningene. Her var det fint grått sediment med dyreliv både i januar 1982, mars 1989, april 1990 og i april 1991.

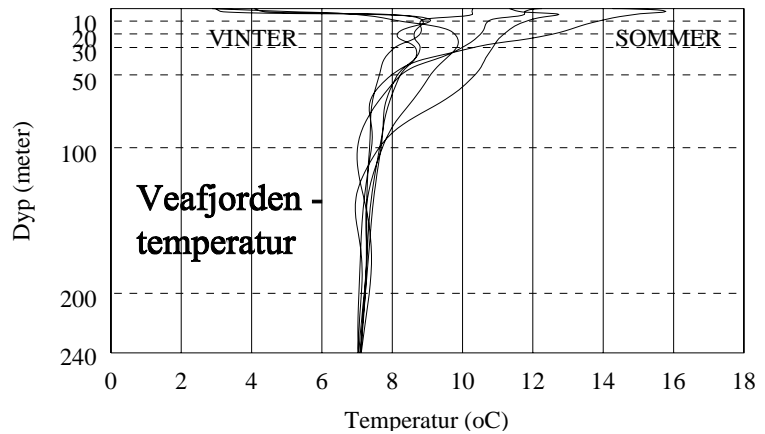
Sjiktforholdene i fjorden ble undersøkt hver annen måned i årene 1988-1991 (**figur 4**). Saltholdigheten og temperaturen varierer lite gjennom året i dypvannet, mens variasjonen i overflaten er relativt stor. Dette henger selvsagt sammen med vannføring i de store vassdragene innerst i fjordsystemet, der flomvannføring vanligvis forekommer på våren og utover sommeren.

Det fører til at saltholdigheten i overflatevannet i Veafjorden kommer ned mot 1 ‰ i perioden fra april til august, men det er sjelden at dette laget er så tykt som fem meter. På høsten og vinteren, når tilrenningen fra vassdragene er minst, er saltholdigheten i overflaten ofte over 10 ‰, og en sjelden gang opp rundt 20 ‰. I alle disse tilfellene er brakkvannslaget svært tynt.

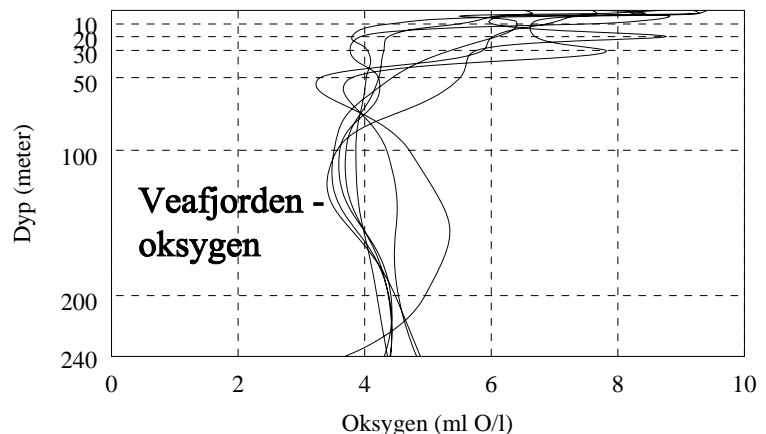
FIGUR 4: Tetthet i de øverste 30 metrene av vannsøylen i Veafjorden, målt hver annen måned i årene 1988-1991 av Universitetet i Bergen (Johannessen mfl. 1990 og 1991; Tvedten mfl. 1994).



Oksygenforholdene i fjorden var gode ved samtlige prøvetakinger de tre årene. Kun i to av de i alt 20 undersøkte oksygenprofilene kom oksygenmetningen under 60% metning på 240 meters dyp, og begge gangene var det godt over 50% metning (figur 5). Det betyr at resipienten ikke på noen måte var overbelastet med hensyn på tilførsler i den perioden, riktignok før utslippet av kloakk ble lagt helt ut i Veafjorden.



FIGUR 5: Temperatur- og oksygenprofiler i vannsøylen i Veafjorden, målt hver annen måned i årene 1988/89 av Universitetet i Bergen (Johannessen mfl. 1990).

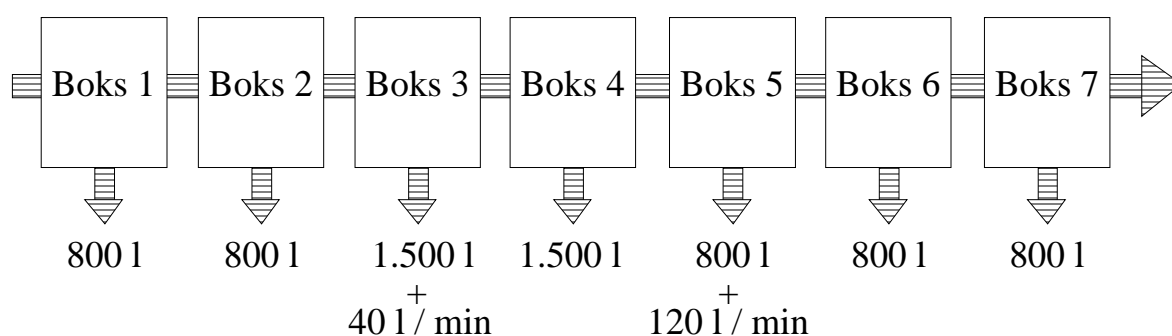


Oksygenforholdene i dypvann i fjorden er vanligvis dårligst nær bunnen i det dypeste av bassenget. For bassenget i Veafjorden ligger det dypeste like vest for Vaksdal, med over 425 meters dyp. Dette punktet er også undersøkt av Universitetet i Bergen 21.januar 1982 (vist til i Johannessen mfl. 1990). På 420 meters dyp var det da grått, fint sediment, med gode forhold, det vil si med dyreliv og oksygen til bunns. Det betyr at det i hvert fall for 17 år siden ikke var problem med organisk belastning til dette bassenget, som jo også har et meget stort volum av dypvannet.

Med terskeldyp på 180 meter, og et maksimaldyp på rundt 425 meter, er det noe mindre enn 240 meter maksimal vannsøyle i dette dypvannsbassenget. Med en lengde på dypbassenget på 36 km, basert på 200 meters-koten (se figur 1), med en gjennomsnittsbredde på 1 km og en gjennomsittsdybde på 100 meter i hele bassenget, har dette dypvannet et samlet volum på minst $3,5 \text{ km}^3$ (3,5 milliarder m^3).

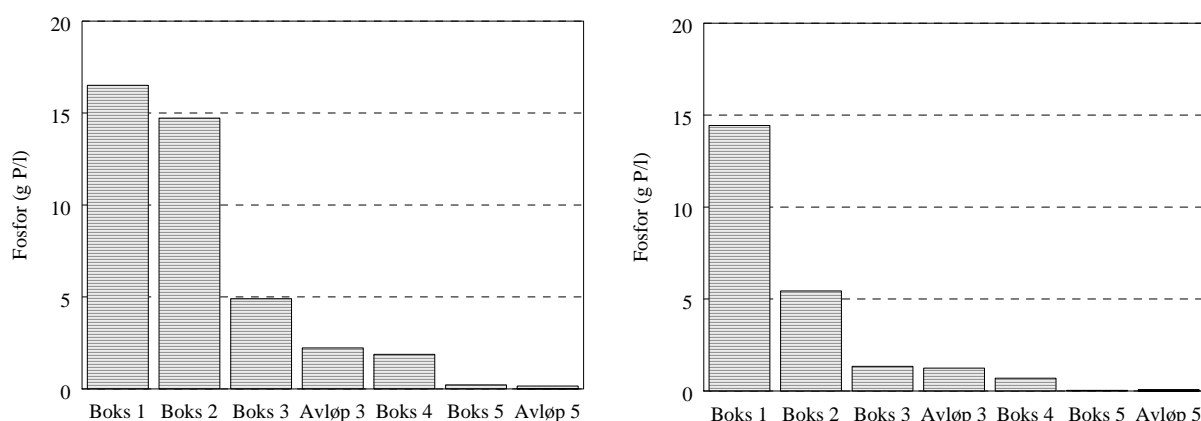
FLAMMESIKRINGSPROSESSEN

Flammesikring av tekstiler skjer ved påføring av en blanding av stoffet "Pyrovatex" og fosforsyre. Dette skjer oftest en dag før selve utvasking av overskudsstoffet skjer, i en omfattende vaskeprosess der både lut og peroksyd brukes. Denne etterbehandling av de flammesikre tekstilene skjer i en maskin med hele sju "vaskebokser". Det er utslippene fra disse "boksene" som i hovedsak bidrar til utslipp av fosfor fra Dale as.. Fire av "vaskeboksene" er såkalte stående bad på 800 liter, det betyr at tekstilene skylles i 800 liter, som så tømmes ut. Ett av badene er på 1500 liter, og to av badene har kontinuerlig vanngjennomstrømming med henholdsvis 40 og 120 liter vann/min motstrøms vasking (**figur 6**).



FIGUR 6: Skjematisert oversikt over vannmengde og vannforbruk i prosessen med skylning / vasking av flammesikre tekstiler ved Dale as. Figuren er skjematisert fra Johansen (1991).

Fosforet kommer fra det flammehemmende middelet Pyrovatex (89,4%) og fra fosforsyre (10,6%). Innholdet av fosfor avtar raskt i avløpsvannet fra de forskjellige badene i vaskeprosessen. I avløpet fra det første badet etter behandlingen er det rundt 15 g P/liter, mens det allerede i "vaskeboks 3" er nede i gjennomsnittlig 2,7 g P/liter. I avløpet fra den femte av "vaskeboksene" er det i gjennomsnitt 0,3 g P/liter (**figur 7**).



FIGUR 7: Innhold av fosfor i de fem første vaskeboksene i skylleprosessen etter flammesikring med Pyrovatex. Forvaskeboks 2 og 5 er det også inkludert en måling av avløpsvannet etter prosessen er avsluttet. Målingene er hentet fra to av forsøkene utført i 1991 av daværende Østlandskonsult (Johansen 1991).

Denne maskinen benyttes til forskjellige operasjoner med døgnkontinuerlig drift på tre skift ved fabrikk. Vasking av Pyrovatex-behandlede tekstiler skjer imidlertid bare ved ett av skiftene daglig, vanligvis 3-4 ganger i uken eller maksimalt opp mot 180 dager årlig. Avløpet fra de stående badene utgjør 5.400 liter, og disse slippes til avløp når prosessen er avsluttet, mens det skjer kontinuerlig avløp fra de to badene med motstrøms vasking omtrent et par timer i strekk. Dette utgjør 80% av vannvolumet, og det samlede vannforbruket ligger i området 22- 30 m³ for hver kjøring. I størrelsesorden kommer 50-60% av fosfortilførselene fra utslippet fra "vaskeboks 1 og 2", mens det kontinuerlige avløpet fra "vaskeboks 3 og 5" utgjør mellom 30 og 40% av de samlede tilførselene av fosfor fra prosessen (Johansen 1991).

Ved prosessens avslutning tømmes samtlige stående bad, og avløpet går videre til et oppsamlings- og utjevningskammer. Videre går avløpet til et nytt oppsamlingsystem, der avløpet fra Dale Garn og Trikotasje også munner ut, før det slippes til den offentlige kloakken. Det betyr at avløpet fra de første og konsentrerte vaskebadene er svært fortynnet allerede før det slippes ut på den offentlige kloakken.

Utslippene fra de to tekstilbedriftene til den kommunale ledningen hadde i 1998 et innhold av organisk stoff på rundt 2500 mg/l, et innhold av total-fosfor på rundt 70 mg P/l og en surhet på rundt pH=11. Disse tallene stammer fra bedriftenes pålagte overvåking av utslippet. Dette er nok noe lavere enn i de konkrete vaskeperiodene etter flammehemmingsbehandling. I gjennomsnitt har det samlede avløpet fra denne vaskeprosessen et innhold av fosfor på 1,8 g P/l (basert på tre forsøk utført i 1991). Allerede her er de høyeste konsentrasjonene fra den første "vaskeboksen" fortynnet over åtte ganger.

Pyrovatex består for det meste av relativt tungt nedbrytbare fosfonater, og altså ikke av umiddelbart biologisk tilgjengelige fosfater slik som fosforbidraget fra fosforsyren og fra kloakken gjør (kloakk er jo gjødselstoff). Det medfører at stoffene, som er godt vannløselige, ikke direkte blir omsatt i økosystemene. Fosfonatene er heller ikke biologisk nedbrytbare under aerobe forhold, men de kan bli lettere nedbrytbare ved fotokjemisk påvirkning. I Tyskland er det vist at halveringstiden for en av de vanlig brukte fosfonatene (EDTMP) er i størrelsesorden døgn til timer i overflatevann (Monsanato 1990- intern rapport vist til i Tryland (1991)). Da kan mikroorganismer nytte seg av stoffene, og det er også vist at Pyrovatex-CP i seg selv kan brytes ned under anaerobe forhold (Gschwind 1991). For en nærmere gjennomgang av fosfonatene og deres helsefare / giftighet, henvises til SFT-rapport 91:06B (Tryland 1991).

GIFTIGHETSANALYSE AV UTSLIPPET

Et par liter fra den første “vaskeboksen”, der en finner de høyeste konsentrasjonene av fosfor og “Pyrovatex”, ble tatt ut og levert *Terra enviroment* for giftighetsvurdering. Stoffet ble fortynnet en rekke ganger og det ble gjennomført standardiserte veksthemmingsforsøk med ferskvannsalgen *Selenastrum capricornutum* ved ulik tilsetningsgrad av den aktuelle blandingen fra “vaskeboks 1”. Dette er rapportert i egen rapport (Johannessen 1999), og vil derfor bare summarisk bli gjengitt her.

I veksthemmingsforsøket ble det benyttet konsentrasjoner mellom 100 - 10002 mg/liter av “vaskebad 1” fortynnet i standard vekstmedium for algene. Algen fikk vokse i 72 timer i disse fortyningene, samt i en kontroll-løsning uten tilsetning. Resultatene viste at det var ingen veksthemming å spore ved en fortykning til 1 ‰, mens 50% veksthemming ble observert ved en konsentrasjon på rundt til 5 ‰ (**tabell 1**). På den annen side var det en vekstforbedring å spore ved de laveste konsentrasjonene. Dette skyldes at innholdet i vaskebadet er næringsrikt med høyt innhold av næringsstoffet fosfor.

TABELL 1: Sammendrag av resultatene fra veksthemmingsforsøket med fortyninger av innholdet i “vaskeboks 1” fra utvaskingsprosessen etter flammesikringsbehandling av tekstiler ved Dale as. Tabellen er hentet fra Johannessen (1999). EC_{50} er den konsentrasjon av vaskebadet som resulterer i en 50% reduksjon i en vekstrate i forhold til kontrollen.

Forsøksvarighet	Konsentrasjon	95% konfidensintervall
EC_{50} 72 timer	6215 mg / liter	5925 - 6566 mg / liter
EC_{50} 48 timer	4455 mg / liter	4084 - 4870 mg / liter
EC_{50} 24 timer	3780 mg / liter	3396 - 4218 mg / liter
EC_{10} 72 timer	3358 mg / liter	3032 - 3630 mg / liter
Høyeste konsentrasjon uten signifikant vekstreduksjon:		1003 mg / liter

VURDERING

Avløpet fra Dale as. går via kommunal ledning til utslipp på 25 meters dyp i Veafjorden ved Stanghelle. Samlet slippes det anslagsvis omtrent 1250 liter / minutt til Veafjorden fra denne ene kommunale kloakkledning. Det er ikke foretatt noen undersøkelser av tilstanden i resipienten ved det kommunale utslippet etter at dette ble etablert. Det skal imidlertid gjennomføres en ny undersøkelse av fjorden i regi av Vaksdal kommune sommeren 1999. I den foreliggende rapporten er det kun foretatt en samlet teoretisk vurdering av utslippet fra Dale AS med hensyn på mulige virkninger i resipienten, basert på foreliggende opplysninger.

Utslippet antas å stige i vannsøylen opp mot overflatelaget, der strømretningen i hovedsak er sørgående på vei ut fjorden. Det antas i liten grad å "slå gjennom" til overflaten, og i hvert fall ikke i perioden april til august da ferskvannslaget er på sitt mektigste og strømmen ut på det sterkeste i fjorden. Næringsstoff og andre lettoppløselige stoffer vil raskt bli fortynnet, mens organisk stoff og annet stoff i større grad ventes å sedimentere i dypvannet i fjordbassenget. Eventuell giftighet av utslipp vil i stor grad avhenge av giftstoffets konsentrasjon i vannmassene og av eksponeringstiden eventuelle organismer utsettes for det aktuelle stoffet.

Organisk stoff og fjordens dypvann

For at dette dypvannet i Veafjord/Sørfjord-systemet skal påvirkes slik at det gir målbar effekt på oksygeninnholdet, må utslippet ha et meget stort omfang. Et dypvann på hele 3,5 milliarder m³, og med et gjennomsnittlig oksygeninnhold på 4,7 mg/l (= g/m³ eller tonn/millioner m³ eller tusen tonn/milliard m³), inneholder en oksygenmengde på 16,5 tusen tonn oksygen.

Organisk materiale vil ved fullstendig nedbrytelse medføre et oksygenforbruk på 276 ekvivalener oksygen ved frigivelse av 106 ekvivalenter CO₂, 16 enheter nitrogen (som NO₃) og 1 enhet fosfor (som PO₄) (Redfield mfl. 1963). Det tilføres anslagsvis 400 tonn organisk stoff årlig fra tekstilindustrien på Dale. Målt som karbon utgjør dette 33.000 kmol karbon, som altså ved fullstendig nedbrytning forbruker 87.000 kmol atomært oksygen. Dette utgjør oppunder 700 tonn O₂, som fordelt på dypvannets 3,5 milliarder m³ utgjør et samlet oksygenvinn på i størrelsesorden 0,2 mg O₂ / liter / år. I tillegg kommer nedbrytningen av det stoff som naturlig føres inn med tidevannet daglig, hvilket vil utgjøre en vesentlig større belastning på fjorden. Variasjonen i dette naturlige oksygenforbruket mellom år, vil sannsynligvis overskygge den teoretisk beregnede marginale belastningen fra utslippet.

Utslippet fra tekstilindustrien på Dale har derfor sannsynligvis ingen påviselig effekt på oksygenforholdene i dypvannet eller på dyrelivet i bunnsedimentene i Veafjorden.

Næringsstoff og fjordens overflatevann

Overflatelaget i Veafjorden / Sørfjorden har et volum på 0,3 milliarder m³, dersom en regner 50 km fjordlengde med 1,2 km gjennomsnittlig bredde og kun 5 meters dybde. Dette volumet skiftes relativt hyppig ut. Bare Vosso alene bringer en årlig vannmengde på 3 milliarder m³ til fjordsystemet, og Bergsdalsvassdraget bidrar med omtrent 0,6 milliarder m³. I tillegg bidrar sjøvannutskiftingen knyttet til

den estuarine utskiftingen flere ganger dette volumet årlig. Det ferskvannet som vassdragene bringer til fjordsystemet, blandes nemlig med sjøvann og flyter ut i overflaten av fjordsystemet med en saltholdighet som er høyere ytterst i fjorden enn innerst. Ved Steinestø har overflatevannet vanligvis en saltholdighet på 10-20 ‰, og sjelden under 20 ‰ på et par meters dyp. Det betyr at ferskvannet er blitt blandet ut med flere ganger så mye sjøvann på vei ut fjorden, og at hyppigheten av utskiftingen av overflatevannet i Veafjorden i gjennomsnitt er i størrelsesorden en gang hver 14.dag eller oftere.

Utskiftingen av vannmassene mellom det øverste brakkvannslaget og dypvannslaget er i hovedsak styrt av den daglige tidevannsstrømmen. Det er ikke foretatt beregninger av dette, men utskiftingen antas i de øvre lagene å være i størrelsesorden tilsvarende som beregningene for overflatelaget.

Et utslipp på 10-15 tonn fosfor årlig utgjør da mellom 2 og 3 : g P/liter i overflatevannet, dersom en regner med en sør- og utoverovergående "vannføring" i overflatelaget i Veafjorden på kanskje så mye som 5 milliarder m³ årlig. Bare 10 - 20% av fosforet i utslippet er umiddelbart biologisk tilgjengelig, slik at den umiddelbare "gjødslingseffekten" er helt ubetydelig. Med et antatt næringsfattig utgangspunkt, vil ikke selv ikke det samlede utslippet bety noen vesentlig økning i næringsinnholdet, og det vil ikke føre til at SFT-klassifiseringen av miljøkvalitet endres mer enn maksimalt en tilstandsklasse.

Utslippet fra tekstilindustrien på Dale har derfor sannsynligvis liten effekt på næringsrikheten i fjorden. Det kan faktisk diskuteres om den moderate økningen må ansees som en positiv produksjonsøkning i et fra før næringsfattig miljø, heller enn en vannkvalitetsforringende og uønsket økning. Det vil under ingen omstendighet kunne føre til betydelig miljøpåvirkning.

Utslippets giftighet i fjorden

Et par liter fra den første "vaskeboksen", der en finner de høyeste konsentrasjonene av fosfor og "Pyrovatex", ble tatt ut og levert *Terra environment* for giftighetsvurdering. Stoffet ble fortynnet en rekke ganger og det ble gjennomført standardiserte vekstforsøk med ferskvannsalgen *Selenastrum capricornutum* ved ulike tilsetningsgrad av den aktuelle blandingen fra "vaskeboks 1".

Resultatene viste at det var ingen veksthemming å spore ved en fortynning til 1 ‰, mens det var 50% veksthemming på algene ved en tilsetning til 5 ‰. Dette betyr at giftigheten av denne substansen er minimal for "vanlige alger" ved en fortynning på mer enn 1 : 200.

Utslippene fra de to tekstilbedriftene til den kommunale ledningen hadde i 1998 et innhold av organisk stoff på rundt 2500 mg/l, et innhold av total-fosfor på rundt 70 mg P/l og en surhet på rundt pH=11. Disse tallene stammer fra bedriftenes pålagte overvåking av utslippet. Dette har sannsynligvis bare en sjelden gang fanget opp de forhøyete verdiene som ventes i de konkrete periodene der det kjøres vasking etter flammehemmingsprosessen. I den korte perioden med de høyeste konsentrasjonene av fosfor i avløpet, vil likevel innholdet fra den første "vaskeboksen" være fortynnet mer enn åtte ganger.

I de tre periodene fra 1991 da det ble gjennomført registrering på avløpet fra denne prosessen (Johansen 1991), utgjorde vannmengdene fra prosessen omtrent 1/3 av det samlede utslippet fra Dale as (i kum 16B). Utslippene fra de to tekstilbedriftene Dale as og Dale Garn og Trikotasje, er omtrent like stor med hensyn på volum. Det betyr at før avløpet når den offentlige kloakken, er den høyeste konsentrasjonen fra "vaskeboks 1" i hvertfall blitt fortynnet femti ganger, og sannsynligvis mye mer. Dette utgjør da den teoretisk maksimale konsentrasjonen ved slutten av en vanlig kjøring av den aktuelle prosessen, slik at

det bare teoretisk kan forekomme i korte perioder. Utenom de timene prosessen går, er utslippet fra bedriftene så godt som fritt for dette stoffet.

Industriutslippet utgjør i gjennomsnitt 2/3 av det samlede utslippet på anslagsvis 1250 liter / minutt til Veafjorden. Det aktuelle avløpet fra vaskeprosessen vil således ha en maksimalkonsentrasjon av "vaskeboks 1"-avløp som er fortennet til maksimalt 1% ved utløpet i Veafjorden. Det trengs da kun en videre 10 gangers fortenning i fjorden før utslippet av Pyrovatex er uten virkning på vekst av alger. Og dette gjelder kun i den korte perioden da det hele er mest konsentrert. Vanligvis vil utslippet være fortennet til langt under denne grensen på 1‰ allerede ved utslippspunktet i fjorden.

Statens Institutt for Folkehelse har i 1992 gjennomført et litteraturstudium der det slås fast at LC₅₀ (dødelighetskonsentrasjon) for aure med hensyn på Pyrovatex CP er over 1 g/l. Dette betyr at konsentrasjonen av Pyrovatex er nede på et "akseptabelt" nivå allerede før utslippet fra Dale as blir sluppet til den offentlige kloakken, selv når utslippet er på det mest konsentrerte.

Pyrovatex inneholder fosfonater som, ifølge litteraturen, ikke er giftige for mennesker eller dyr. Det mest konsentrerte vaskebadet fra "vaskeboks 1" har imidlertid en samlet kvalitet som likevel kan hemme veksten for alger ved fortenninger med over 1‰. Dette kan skyldes den høye pH-verdien. Utslippet fra Dale as til Veafjorden vil unntaksvis i korte perioder og bare like etter utslippet til fjorden teoretisk kunne ha slike konsentrasjoner.

Konklusjon

Ut fra en samlet vurdering av dagens forurensningslovgiving, gjeldende resipientorienterte forvaltningspraksis, Veafjordens resipientkapasitet og utslippets omfang og giftighet, er det ikke noe som tilsier at det er behov for en omfattende rensing av utslippet fra Dale as.

På den annen side er det like klart at det påhviler bedriften et ansvar for å benytte den til enhver tid best mulige teknologi for å redusere sine miljøutslipp.

REFERANSER

- AURE, J. & A.STIGEBRANDT 1989.
On the influence of topographic factors upon the oxygen consumption rate in sill basins in fjords. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 28, sidene 59-69.
- GSCHWIND, N. 1991.
Laborversuche zum Biologischen abbau von Pyrovatex-CP
Intern rapport CIBA-GEIGY AG, 23 sider på tysk.
- JOHANNESSEN, I.M. 1999
An assessment of growth inhibition (72h EC₅₀) in the freshwater alga *Selenastrum capricornutum* by vaskevann fra tekstilindustrien.
Terra environment rapport, 10 sider.
- JOHANNESSEN, P.J., K.SJØTUN & Ø.TVEDTEN 1990.
Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport 1.
Instututt for marinbiologi, Universitetet i Bergen, rapport 3-1990, 89 sider, ISSN 0802-3077.
- JOHANNESSEN, P.J., I.RISHEIM & Ø.TVEDTEN 1991
Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport 2.
Instututt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen, rapport 13-1991, 58 sider, ISSN 0803-1924.
- JOHANSEN, Ø. 1991
Utslipp av vann og Tot-P i flammesikringsprosessen. Massebalanse.
Østlandskonsult as, ikke nummerert rapport, 10 sider + bilag.
- JOHNSEN, G.H. 1994.
Grunnlag for utarbeidelse av Hovedplan for avløp i Meland kommune
Rådgivende Biologer, rapport 148, 65 sider. ISBN 82-7658-047-5
- JOHNSEN, G.H. 1998.
Grunnlag for revidering av lokal forskrift for separate avløpsanlegg i Fjell kommune
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 344, 20 sider, ISBN 82-7658-205-2.
- JOHNSEN, G.H. 1999
Forslag til lokal forskrift for separate avløpsanlegg i Radøy kommune
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 379, 26 sider, ISBN 82-7658-239-7.
- JOHNSEN, G.H. & A. KAMBESTAD 1994
Grunnlag for utarbeidelse av Hovedplan for avløp i Voss kommune: Resipientvurdering
Rådgivende Biologer, rapport 114, 93 sider. ISBN 82-7658-023-8

- REDFIELD, A.C., B.H. KETCHUM, & F.A. RICHARDS 1963.
The influence of organisms on the composition of sea-water.
In: "The Sea", M.N.HILL (red.) Interscience Publishers, John Wiley & Sons, sidene 26-77.
- SFT 1993.
Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon.
SFT-veiledning nr. 93:02, 20 sider.
- SFT 1997.
Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.
SFT-veiledning nr. 97:03, 36 sider. ISBN 82-7655-357-2
- STIGEBRANDT, A. 1992.
Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.
Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø.
ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.
- TRYLAND, Ø. 1991
Helsefaremerking av produkter som inneholder tensider; norske krav sett i forhold til EFs krav.
Helsefarevurdering av utvalgte komponenter i vaske- og rengjøringsmidler.
SFT-rapport nr 91:06B, 70 sider, ISBN 82-90031-93-0
- TVEDTEN, Ø.F., P.J.JOHANNESSEN, I.RISHEIM, STAFFAN HJOLHMAN & H.B.BOTNEB 1994
Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport 3.
Instututt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen, rapport 10-1994, 94 sider ISSN
0803-1924.