



Rapport

353|89

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

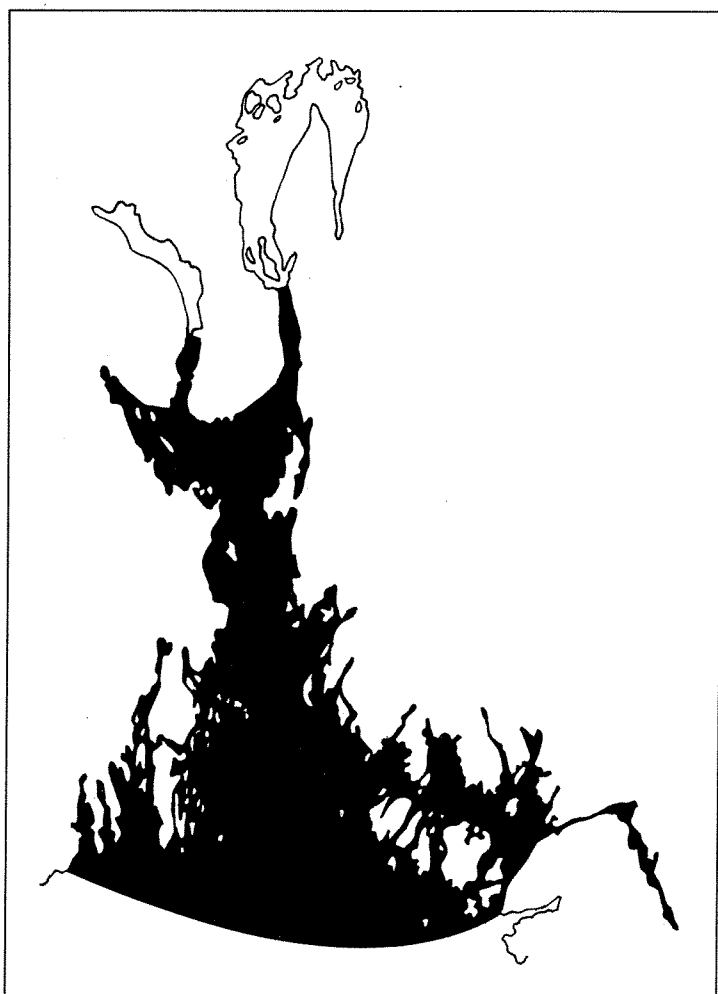
Deltakende institusjon

NIVA

**Eutrofi
situasjonen
i YTRE
OSLOFJORD**

DELPROSJEKT 3.15

MOSSESUNDET





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. 0032 Oslo 1.
tlf. 02 - 65 98 10.

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.:

8801115

Undernummer:

Løpenummer:

2228

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord.
Delprosjekt 3.15:
Mossesundet.
(Overvåkingsrapport nr. 353/89)

Dato:

15. mars 1989.

Rapportnr.

Forfatter (e):

Kjell Baalsrud
Tor Bokn
Rasmus Gulbrandsen
Brage Rygg

Faggruppe:

Marin eutrofi.

Geografisk område:

Oslofjorden

Antall sider (inkl. bilag):

38.

Oppdragsgiver: **Statens forurensningstilsyn (SFT)**

(Statlig program for forurensningsovervåking)

Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):

Ekstrakt:

Det er gjennomført en bred, men orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i Mossesundet. Mossesundet brukes til friluftsliv og fiske, samtidig som det er resipient for industrielt og kommunalt avløpsvann. Det er påvist markert forurensningseffekt på strandsonen, overflatevannet, dypvannets oksygeninnhold, bunndyr og i sedimentene. Forholdene er dårligst i den sydligste delen. Det er behov for omfattende reduksjon av forurensningstilførsler.

4 emneord, norske:

1. Oslofjorden
2. Mossesundet
3. Industriutslipp
4. Resipientvurdering
5. Fjordforurensning

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:

Kjell Baalsrud

For administrasjonen:

Tor Bokn

ISBN - 82-577-1523-9

Programleder, overvåking



Statlig program for forurensningsovervåking

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

EUTROFISITUASJONEN I YTRE OSLOFJORD

Delprosjekt 3.15
0-8801115

Mossesundet

Oslo, 15. mars 1989

Prosjektleder: Kjell Baalsrud
Forfattere : Kjell Baalsrud
Tor Bokn
Rasmus Gulbrandsen
Brage Rygg

FORORD

Dette er en delrapport i en større undersøkelse av Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord.

Prosjektet utføres for Statens forurensningstilsyn av Norsk Institutt for Vannforskning i samarbeid med Biologisk institutt, Universitetet i Oslo og VERITEC.

Resultatene av samtlige delundersøkelser vil til slutt bli sammenholdt og skal danne basis for en sammenfattende hovedrapport. De enkelte delundersøkelser blir behandlet og rapportert på sine premisser og vil bare i liten grad kunne trekke inn resultater fra de andre delundersøkelsene.

Målinger og prøver av vannet, bunnen og sedimentene ble tatt fra Universitetets forskningsbåt "Trygve Braarud".

Brukerinteressene er gjennomgått og beskrevet i kapittel 4 av forsker Rasmus Gulbrandsen.

Bunndyr og sedimenter er vurdert og beskrevet i kapittel 8 av forsker Brage Rygg.

Fastsittende alger og forholdene i strandsonen er vurdert og beskrevet i kapittel 6 av avdelingsleder Tor Bokn. Strandbefaring ble foretatt med Moss Brannvesens lettbåt, ført av brannkonstabel Bjørn Pedersen.

Vi takker alle for god assistanse under arbeidet.

Forsker Kjell Baalsrud har vært saksbehandler og utarbeidet rapporten forøvrig.

Kjell Baalsrud
prosjektleder.

INNHOLD

	Side
Forord	2
1. Sammendrag	3
2. Innledning	7
3. Feltarbeid og informasjonsinnsamling	9
4. En enkel brukerundersøkelse	10
5. Hygieniske og estetiske forhold	15
6. Strandsonens biologi	17
7. Vannmassene	22
8. Bunndyr og sedimenter	28
9. Diskusjon	34
10. Referanser	37

FIGURER

1. Mossesundet, stedsnavn
2. Stasjoner for strandbiologisk befarings
3. Artsrikdom i strandsonen
4. Kart over Mossesundet med stasjoner for vannprøver
5. Oksygenverdier i et snitt langs Mossesundet
6. Saltholdighet i et snitt langs Mossesundet
7. Stasjonenes plassering og utbredelse av sterkt og betydelig forurensningspåvirket bløtbunnfauna i Mossesundet
8. Forurensning av bunnen med organisk stoff i Mossesundet

TABELLER

1. Overflate og volum av Mossesund til Kippenes
2. Tarmbakterier i prøver fra Mossesundet 1987
3. Artsliste for strandorganismer
4. Beskrivelse av sediment og bløtbunnfauna på stasjonene i Mossesundet.
5. Organisk stoff i de øverste 2 cm av sediment på stasjonene i Mossesundet

1. SAMMENDRAG

Formål

Målsettingen med dette delprosjektet har vært å klarlegge virkningene av forurensningstilførslene for de viktigste brukerinteressene knyttet til Mossesundet, og å vurdere effekten av utslippsbegrensninger.

Gjennomførelse

Det har i Mossesundet vært utført flere sett målinger og spesialundersøkelser, men ingen samlet resipientvurdering. Denne undersøkelse er av orienterende art og kan sees som et forprosjekt til en bred basisundersøkelse.

Alle feltobservasjoner er tatt i oktober 1988. Det har vært gjennomført en strandbefaring, et tokt for undersøkelse av sedimenter og bunndyr, og et tokt for hydrografi- og oksygenmålinger. De to toktene ble utført med FF "Trygve Braarud".

Opplysninger om brukerinteressene er samlet inn og bearbeidet. Friluftsliv og fritidsfiske sammen med bruken av Mossesundet som bolig- og hytteområde og for båtfart, er de viktige brukerinteressene. Disse må holdes opp mot bruken av Mossesundet som resipient for industrielt og kommunalt avløpsvann.

Resultater

Mossesundets sydlige halvdel er tydelig forurenset fra overflaten til bunnen. Også i den nordlige delen kan påvirkningen merkes. Sedimentene, bunndyrene, overflatevannet og strendene viser en sterk belastning med organisk stoff og fiber. Den lokale treforedlingsbedriften må ansees som hovedansvarlig for den kvalitetsforringelse som har funnet sted. Utslipp via Mosseelva eller direkte utslipp av husholdningskloakk har betydning for den bakteriologiske situasjon, men en klar eutrofieffekt er ikke observert.

Et spesielt trekk ved forurensningssituasjonen er den markerte påvirkningen av selve overflatelaget ved skumdannelse, lukt og farge av vannet.

En kvalitetsforbedring vil finne sted ved reduksjon av forurensningstilførselene. Fullt tilfredsstillende forhold for friluftsliv, fisk og naturforhold kan oppnås ved:

1. Betydelig reduksjon av utslipp fra M. Peterson & Søn og innlagring på dypt vann av det resterende utslipp.
2. Fjerning av alle kommunale utslipp, eller rensing og innlagring på dypt vann.

2. INNLEDNING

Topografi

Mossesundet strekker seg fra Sonsbukta i nord, sydover mellom fastlandet og Jeløya ned til Moss. Sundet er nesten 10 kilometer langt og 0,5 til 1,5 km bredt. Sundet har et dyp på 50 meter ca. 1 km nord for kanalen. Ved Kjellandsviktangen er det en liten terskel på 50 meter og ved Kippenes en på 70 meter, forøvrig øker dybden nordover til over 100 meter. Topografien fremgår av fig. 4 og 5.

Tabell 1. Overflate og volum av Mossesundet til Kippenes.

Dyp	Areal	Dybdeintervall	Volum
0 meter	5,98 km ²	0 - 20 meter	97 mill. km ³
20 "	3,73 "	20 - 50 "	83 " "
50 "	1,8 "	50 - 100 "	45 " "
			Sum 225 mill. km ³

En 5 meter dyp kanal forbinder Mossesundet med Verlebukta syd for Moss. En viss transport av overflatevann skjer begge veier, stort sett i takt med tidevannet. Vannutvekslingen gjennom kanalen bidrar til fornyelse av overflatevannet i Mossesundet og vil føre til at den sydligste delen av sundet ofte har bedre vann enn det som er ut for Mosseelva og fabrikkområdet. Små og lave båter kan passere gjennom kanalen.

Mossesundet har et tilløp av betydning: Mosseelva. Det kommer fra Vannsjø og passerer en kraftstasjon før det munner ut i fjorden på området til M. Peterson & Søn. Middelvannføringen i Mosseelva er 10,7 m³/s, med 19,6 og 5,0 m³/s som oppgitt største og minste vannføringer (NVE 1958).

Mosseelva drenerer et området i Østfold/Akershus på 690 km², hvor det er betydelig jordbruk på leirholdig jord. Det er kraftig erosjon og mye leire i tilløpene, men en god del av dette avsettes i Vannsjø.

Tilførsler

Det er to forurensningstilførsler til Mossesundet som må tillegges vekt:

1. Utslipp fra treforedlingsbedriften M. Peterson & Søn. Det er en sulfatfabrikk med en årsproduksjon på 150.000 tonn papir og 165.000 tonn cellulose (1988). Produksjonen ventes å stige til 160.000 tonn papir og 200.000 tonn cellulose frem mot 1990. Utslipppet vil, til tross for produksjonsøkningen, forventes å avta. Utslipppet går rett ut i overflaten like ved utløpet av Mosseelva. SFT har angitt følgende maksimalt tillatte utslipp pr. år:

	1988	1989	1990
Utslipp, tonn KOF/år	12.000	10.250	8.500
Utslipp, tonn fiber/år	1.200	1.000	1.000

2. Utslipp av kommunalt avløpsvann (opplysninger fra Fylkesmannen i Østfold). Fra den sørlige del av Moss, Tonvik rensedistrikt, er det flere utslipp som tilsammen er anslått til 12.200 personekvivalenter. Disse kommunale utslipp underkastes kun slamavskilling. Det arbeides med planer om å samle alt avløpsvann i Moss til et renseanlegg som skal ligge ved Tonvik, på utsiden av Jeløya.

Fra nordre Moss og søndre Vestby er avløpsvann samlet til et renseanlegg med utslipp på 40 meters dyp ved Kambo. Det er oppgitt en rensegrad på 85% for fosfor og 60% for organisk stoff.

Det er avløpet fra treforedlingsbedriften som preger Mossesundet. Utslipppet fordeler seg raskt i Mossesundet og påvirker større eller mindre deler av overflaten til enhver tid. Avløpsvannet inneholder blant annet ligninstoffer, hemicelluloser og karpikser som gjør at vannet skummer i kjølvannet etter båter og har en brunlig farge. Alt etter vindretningen kan man enkelte steder merke en lukt av vannet.

Forurensningsvirkninger

Tidligere undersøkelser er referert i delrapport 3.2. fra Ytre Oslofjord-prosjektet (Magnusson og Rygg, 1988). Det foreligger rapporter både om fysiske og biologiske forhold, men det er til nå ikke gjennomført noen basisundersøkelse.

Undersøkelser av bunnen har vist at det er mer eller mindre råtne områder, preget av treflis. Det er ikke lett å gi noen presis beskrivelse av miljøpåvirkningen gjennom tidligere år. Mossesundet har vært sterkt preget av bedriftens nærvær og dens avløp gjennom mange tiår.

3. FELTARBEID OG INFORMASJONSINNSAMLING

3. oktober 1988 ble det foretatt en strandbefaring med båt langs begge sider av Mossesundet. Forholdene ble gransket på 9 steder på her side. Det var laber til frisk bris fra syd. Overflatevannet var preget av fabrikkutslippet i hele sundet nordover til Gjøva.

Algevegetasjon og andre forhold som preget stranden under vannlinjen ble observert visuelt. Det ble ikke tatt noen prøver.

21. oktober 1988 ble det foretatt bunnundersøkelser med "Trygve Braarud". Det ble tatt prøver fra 13 stasjoner. På hver stasjon ble det tatt sedimentkjerne og grabbprøver for bunndyrundersøkelse. Det var stille vær og sterk skumming etter båten i den søndre halvpart av sundet.

Bunndyrene ble samlet opp i sikter og vurdert visuelt etter bortspyling av massen. Bunndyrene ble konserveret for eventuell senere artsbestemmelse og opptelling.

Sedimentkjernen ble bedømt visuelt. Fra hver kjerne ble de to øverste centimetrene tatt som prøve og resten kastet. Prøvene er tørket og analysert på vanninnhold og organisk stoff. Prøvene er tatt vare på for eventuell senere analyse.

28. oktober 1988 ble det utført målinger og tatt vannprøver med "Trygve Braarud". Det ble tatt prøver fra 6 stasjoner. Det var stille vær og samme forurensningspreg som en uke tidligere.

Oksygen, temperatur og saltholdighet ble målt in situ. Det ble også bestemt oksygen ved titrering av en del prøver. Turbiditet ble målt ved spredning i 90 grader med blått lys ned til 50 meter.

Opplysninger om bakteriologiske forhold, utslipp og brukerinteresser er mottatt fra Næringsmiddelkontrollen i Mossedistriktet, Byingeniøren i Moss, Fylkesmannen i Østfold og fra Østfold fylkeskommune.

4. EN ENKEL BRUKERUNDERSØKELSE

Innledning

Brukerundersøkelsen er i hovedsak basert på rapporter i forbindelse med fylkesplanarbeidet for Østfold, rapporter i forbindelse med revisjon av avløpsplan for Moss kommune, uttalelse fra Oslofjordens Friluftsråd og en kort befarings i området.

Brukerundersøkelsen omfatter Mossesundet fra broen mellom Moss og Jeløya i sør, til en linje mellom nordspissen av Jeløya og Brevik i Vestby kommune. Stedsnavn er vist på Figur 1.

Generelt

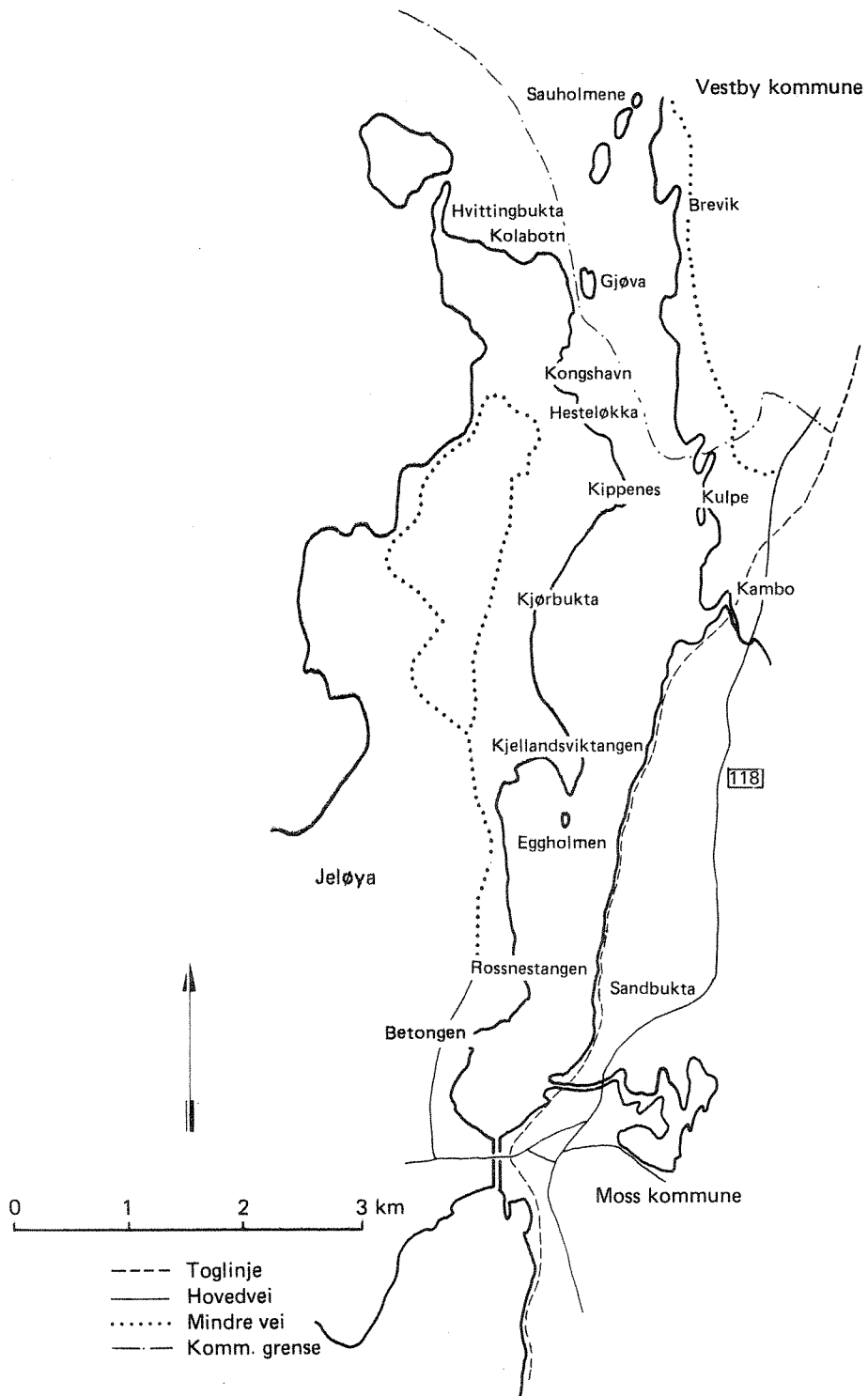
Strandsonen i den nordlige delen av østsiden (i Vestby kommune) er svært dominert av hyttebebyggelse. Det er også enkelte friområder, flere småbåthavner og noe boliger. Ved Kambo er noen deler av strandsonen opptatt av næringsvirksomhet (tankanlegg, mølle). Sør for Kambo og helt inn til Moss er det ingen utbygging bortsett fra jernbanelinjen som går tett ned til sjøen. Her finnes sandstrender og svaberg.

Innerste del av Mossesundet er for en stor del dominert av industri (M. Peterson & Søn A/S) og havneområder. På Jeløy-siden ligger en småbåthavn og lenger ut, anlegget til Moss roklubb. Nordover langs med Jeløya ligger det mye urørt natur. Flere områder brukes som friluft- og utfartsområder. Ved Kjørbukta ligger en campingplass. På den nordlige halvdel ligger flere store private ferie- og fritidsområder.

I Østfold fylkesplan for 1988-91 står det bl.a. om Mossesundet:

"Mossesundet utgjør et viktig friluftsområde med stor gjennomfart av fritidsbåter. Utstrakt sportsfiske. Vannets utseende må bedres vesentlig ved...."

Jernbanelinjen er under planlegging for utbygging til dobbeltspor og vurderes lagt i tunnel fra Kambo til Moss. Jernbanelinjen er i denne forbindelse foreslått omgjort til en tur/strandvei. Deler av den vestvendte skråningen kan tenkes bebygget med boliger.



Figur 1. Mossesundet, stedsnavn.

Hytter

I den delen av Mossesundet som ligger i Vestby kommune, er så godt som hele strandsonen opptatt av hytter. På Jeløy-siden er det anlagt flere store private ferie- og fritidsområder, bl.a. Kongshavn, Hestelokka og Kippenes. Nordover fra Kjørbukta er noe spredt hyttebebyggelse. Lenger inn i Mossesundet er det svært lite hyttebebyggelse (Tønnesson, 1988).

I Fylkesplanen for Østfold 1988-91 står det som et tiltak innen friluftslivet:

"Hindre videre hyttebygging i kystbeltet, og sanere hytter i konfliktområder."

Friluftsområder

Fylkesplanen for Østfold 1988-91, handlingsprogram for friluftsliv, gir en oversikt over områder som er sikret eller som ønskes sikret. Innen Moss kommune er flere områder sikret for friluftsliv, men ingen ved Mossesundet. Et område på 60 da, Kulpe ved Kambo på østsiden av sundet, skal planlegges, sikres og opparbeides for friluftsliv for kr. 50.000. Kulpe er å regne som badeområde og utfartsområde og har meget god tilgjengelighet. Mer generelt nevnes i fylkesplanen at midtre og nordre deler av Jeløya gjennom kommuneplanen bør holdes byggefrie og åpne for almenheten. Området er viktig som tettstedsnært turområde.

Viktige friluftsbadeområder (Fylkesplan for Østfold 1988-91 og Tønnesson, 1988):

- Sauholmen sør for Son, leiet friareal, reguleringsplan for Vestby kommune.
- Breviksbukta, leiet friareal, reguleringsplan for Vestby.
- Gjøva, en holme øst for N-Jeløya, utfartsområde, reguleringsplan for Vestby.
- Kulpestranda, Kambo, privateid men med oppsyn fra Moss kommune (jfr. ovenfor).
- Flere badeplasser mellom jernbanelinjen og sjøen.
- Sandbukta, ligger rett ved og eies av M. Peterson & søn A/S.
- Rosnestangen, privateid sandstrand på Jeløysiden rett nord for havneområdet, lite brukt.
- Kjellandsviktangen, privateid utmark, en del brukt.
- Sjøhaug i Kjørbukta, naturistbadeplass.
- Hvittingbukta, adkomst fra sjø, utfartsområde.

Badelivet langs Mossesundet foregår mer som solbading enn som bading i

sjøen (Tønnesson, 1988).

I fylkesplanen for Østfold 1988-91 om tiltak innen friluftslivet står det:

Opparbeide enkelte områder for intensiv bruk, mens andre får mer preg av uberørthet."

Småbåter

Småbåtferdselen er antagelig den mest iøynefallende friluftslivsaktivitet i Mossesundet (Tønnesson, 1988).

Det er flere store og en del mindre småbåtanlegg i Mossesundet. De største er:

- Moss motorbåtforening, Betongen ved Rosnesstranda innerst på Jeløya.
- Kambo Marina
- Kambo småbåthavn
- Brevik småbåthavn

Kjellandsvik er utpekt som et område for en mulig fremtidig småbåthavn.

Moss roklubb holder til rett nord for Rossnestangen.

Aktuelle båtutfartsområder er Kjellandsviktangen, Hvittingbukta og Gjøva. Kanalen mellom Jeløya og Moss er gjennomfarbart for småbåter (lav overbygging) (Tønnesson, 1988).

Turgåing

Opplevelsesverdien av å ferdes langs med Mossesundet er så stor at det foregår en del turgåing, særlig på begge sider av sundets midtre del. Verdien i denne sammenheng vil kunne øke betydelig om jernbanelinjen langs med sørlig del av østsiden legges i tunnel slik enkelte planer går ut på.

Fiske

Det foregår et utstrakt sportsfiske i Mossesundet. Både fiske etter sjørret og makrell er bra både fra land og fra båt (Tønnesson, 1988).

Om vinteren foregår en del isfiske.

Viktige fiskeplasser i Mossesundet (Johan Broen, Moss kommune, pers. meddelelse):

- Sør for Rossnestangen
- Nord og sør for Kjellandsviktangen
- Ved Kippenes
- Mellom Kippenes og Kulpe
- Nordøst for Kongshavn
- Gjøvasundet
- Kolabotn

Camping

I Kjorbukta ligger en campingplass for naturister. Ellers er det enkelte teltplasser på østsiden av sundet mellom jernbanelinjen og sjøen som har vært en del brukt (Tønnesson, 1988).

Naturvernområder

Eggeholmen ved Kjellandsviktangen er sjøfuglreservat (Miljøverndepartementet, 1985).

Utkast til verneplan for edellauvskog i Østfold fylke inneholder ingen områder som ligger ned mot Mossesundet eller i den umiddelbare nærhet.

Resipientinteresser

Mossesundet mottar store mengder forurensning vesentlig fra kommunalt utslipp, Mosseelva, Hølevassdraget og fra industri (M. Peterson & Søn). Se kapittel 2.

5. HYGIENISKE OG ESTETISKE FORHOLD

I 1987 ble det foretatt bakteriologiske undersøkelser på 4 steder i Mossesundet i tiden mai til oktober.

Næringsmiddelkontrollen i Mossedistriktet har foretatt undersøkelser av de hygieniske forhold i Mossesundet. De aktuelle resultatene er stilt sammen i Tabell 2.

Tabell 2. Tarmbakterier i prøver fra Mossesundet 1987.

Sted	Antall prøver	Term.stabile koliforme bakterier pr. 100 ml		
		Under 50	50 - 500	Over 500
Rossnes	28	8	16	4
Betongen	28	0	15	13
Kambo båthavn	14	5	6	3
Kulpe	14	8	4	2

Resultatene viser at bare noen av prøvene tilfredsstillende de strengeste krav til badevann.

Området fra Betongen båthavn rett overfor Mosseelvas utløp og nordover rundt Rossnes og Roklubbens hus har gjennomgående så høye tall at bading og annen direkte vannkontakt ikke kan anbefales.

Prøvene fra Kambo og Kulpe viser at de er påvirket av kloakkforurensninger, og at de til tider har bakterieinnhold godt over det som blir ansett tilfredsstillende for bading.

De estetiske forhold varierer sterkt. Den søndre del av Mossesundet er helt preget av fabrikklegg, kaier og båthavner. Videre utover er stranden preget av løse avsetninger på bunn og på alger. Først 2 km fra kanalen blir forholdene bedre. I den ytre halvdel av sundet virker strand og bunn rene, selv om selve vannet kan være noe påvirket.

Siktedypet varierte fra 2,1 til 4,5 meter. Vannet var brunt eller gulbrunt. Dette viser at fabrikkutslippets brune farge ble

gjenfunnet. På de to nordligste stasjonene M5 og M6 var det et svakt grønnskjær i gulfargen som viste at der gjorde planteplankton seg noe gjeldende.

Ved målingen av siktedypet fremgikk det at det aller øverste vannlaget var mest farget.

Turbiditeten ble registrert på de innerste 4 stasjonene. En målbar turbiditet gjorde seg gjeldende i hele vannsøylen, men turbiditetsverdiene var størst i de øverste og nederste 5 - 10 metrene. Til tross for at Mossesundet kunne være et attraktivt sted for båtliv, bading og annen rekreasjon, er det lite brukt. De estetiske og bakteriologiske forhold er direkte til hinder for bruk av den sydligste halvdel. På fastlandssiden er jernbanetraseen en hindring for bruk av stranden fra havneområdet og nordover til Kambo.

6. STRANDSONENS BIOLOGI

Innledning

Formålet med befaringen i Mossesundet var å få et inntrykk av hvordan strandsamfunnene har reagert på de tiltagende belastninger gjennom de siste tiår.

De biologiske observasjonene i stransonen har vært rettet mot mulige symptomer på effekter av overgjødning (fra kommunalt avløpsvann, jordbruks- og industriutslipp) og organisk belastning (hovedsakelig fra treforedling). Stasjonsnettets fremgår av fig. 2. Hovedvekten ble lagt på registrering av flora og fauna i strandkanten, begrenset ned til sagtangbeltet (ca. 1/2 meters dyp). Befaringen ble gjennomført 3. oktober 1988. Det ble gjort observasjoner av de makroskopiske artene, og arts/slekts-bestemmelser av de fleste individer ble foretatt på stedet.

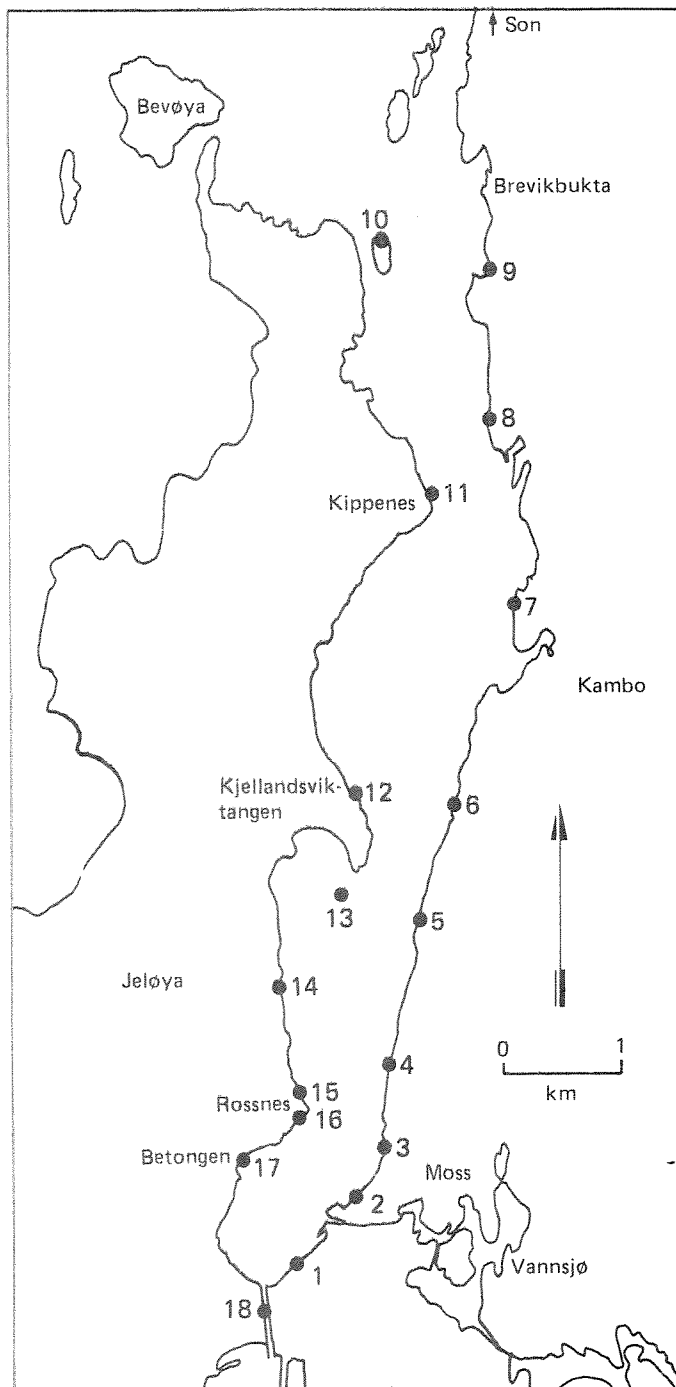
Resultater og diskusjon

Alle organismer registrert under befaringen er satt opp i tabell 3. Totalt er det observert 20 ulike taxa, hovedsaklig som art/slekt, fordelt på 18 utvalgte stasjoner. Den største gruppen var fastsittende alger, hvorav det ble funnet 13 arter/taxa i undersøkelsesområdet. Dette er et lavt artsantall, som ikke må sammenlignes med algeregistreringer, hvor det er brukt andre observasjonsteknikker. Data fra denne befaringen bør bare sammenlignes med data fra tilsvarende befaringer, eller deler av undersøkelser som er sammenlignbare.

Det skal presiseres at:

- 1) Undersøkelsen er en enkel befaring.
- 2) Befaringen er gjennomført en gang. Representativiteten kjennes ikke.
- 3) Artstallene som brukes i vurderingen er små. Tre påfølgende års undersøkelser ville kunne minske usikkerhetene i utsagnene.

I fig. 3 er Mossesundet forsøkt inndelt etter mengden av makroalger og fauna pr. stasjon. Her fremgår at stasjoner med høyest artsantall ligger i nordenden, hvilket ikke var spesielt overraskende.



Figur 2. Stasjon for strandbiologisk befarung.

Imidlertid var det gjennomgående høyere artsantall på vestsiden av sundet enn på østsiden. Dette kan vitne om at en enkel biologisk befarings kan antyde noe om vannkvaliteten i et marint område. I dette tilfellet har forskjellen i artsantallet indikert en påvirkning av den sydøstlige delen av Mossesundet, hvilket er i tråd med virkeligheten. Elveutløp og bl.a. utslipp fra treforedlingsindustri finnes i denne delen av sundet.

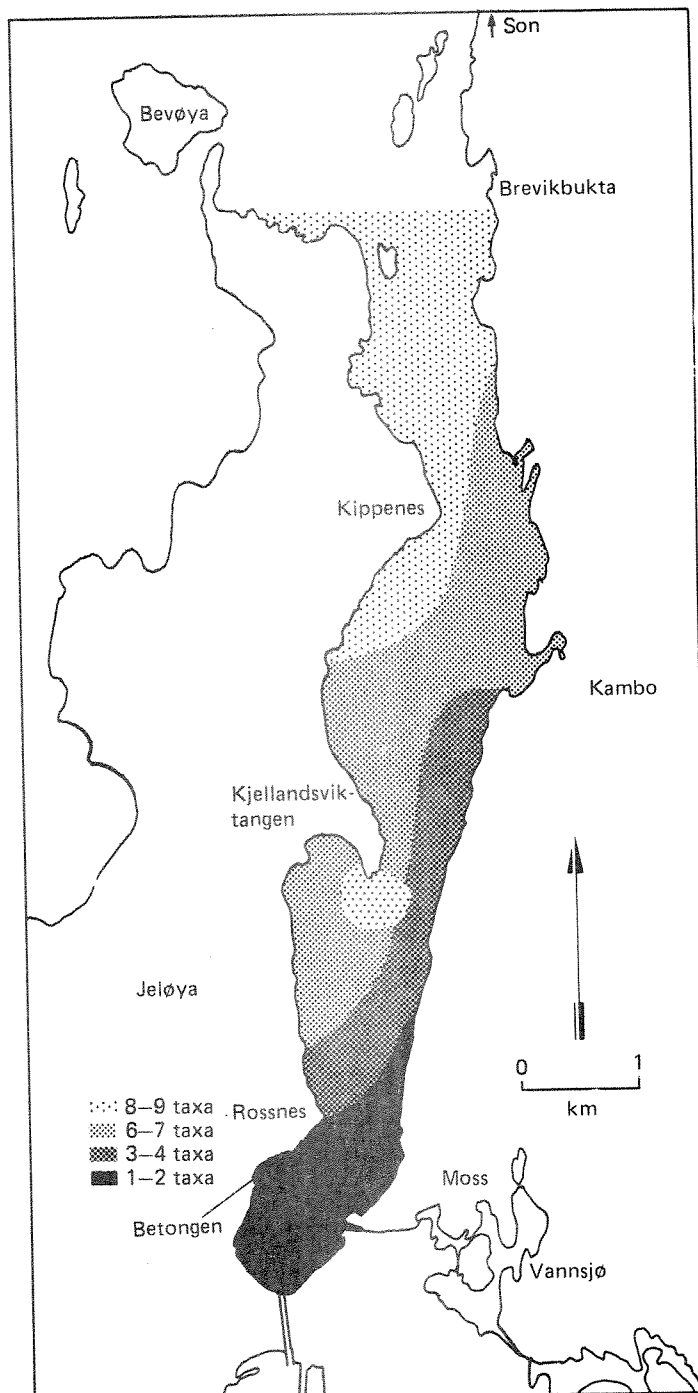
Noen vurdering av likheten mellom stasjonene m.h.p. organismesamfunnene er ikke foretatt på grunn av det lave artsantallet i undersøkelsesområdet. Av samme grunn har det vært vanskelig å uttale seg om overgjødning, basert på forholdstallet mellom rød-, brun- og grønalg (Bokn, 1979).

I strandfaunaen ble det kun funnet fire arter, se tabell 3. Vanlig strandsnegl er registrert på alle stasjonene i de tre nordligste underområder av Mossesundet, se fig. 3. På de syv stasjonene i den sydligste delen av sundet er arten ikke observert. Skipsrur er en art som tåler stor belastning av ulik opprinnelse. Således var det denne organismen som ble funnet lengst opp i Glomma av de marine/brakkvannstolerante arter under basisundersøkelsene i Hvaler-Singlefjord-området i 1980-82 (Bokn, 1984). I Mossesundet ble det ikke registrert skipsrur på stasjonene 1-5 og 17. Blåskjell er med ett unntak (st. 9 lengst nord i sundet) bare funnet på vestsiden av undersøkelsesområdet. Vanlig korstroll ble bare registrert en gang (st. 12). Denne utbredelsen av disse svært vanlige dyr i strandsonen indikerer at den sydlige delen og i stor grad den østlige delen av Mossesundet er dårlig egnet som miljø for vår vanligste strandfauna.

Konklusjoner

- 29 taxa (hovedsaklig arter) er registrert, hvorav 13 var fastsittende, makroskopiske alger og 4 strandfauna.
- Høyeste artsantall ble funnet på stasjoner i nordenden av Mossesundet.
- Det ble registrert høyere artsantall på vestsiden enn på tilsvarende østside.
- Forskjeller i artantall av makroalger og strandfauna på de ulike stasjoner indikerer at den syd-østlige delen av Mossesundet er påvirket av forurensning.
- Utbredelsesmønsteret for fire av våre vanligste

strandfaunaarter indikerer at den sydlige delen, men også i stor grad den østlige delen av Mossesundet er dårlig egnet som miljø for vår vanligste strandfauna.



Figur 3. Artsrikdom i strandsonen.

TABELL 3. Registrerte arter/slekter eller høyere taxa av fastsittende alger, blågrønnalger, kiselalger (diatomeer), blomsterplanter og strandfauna i Mossesundet 3. oktober 1988. (1=sjelden, 2=vanlig, 3=dominerende, x=registrert, men ikke kvantifisert).

Biostasjoner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Artsnavn latin/norsk																			
RØDALGER																			
Ceramium cf. strictum														x					
- rekeklo																			
Hildenbrandia rubra										2	2	2		2					
- fjæreblood																			
Polysiphonia violacea																			
- vanlig tangdokke							X	2	2	2	2	2	2						
BRUNALGER																			
Ascophyllum nodosum																			
- grisetang											1								
Ectocarpus spp.																			
- brunslid											x	2							
Fucus serratus																			
- sagtang							3	2											
Fucus spiralis																			
- spiraltang										2									
Fucus vesiculosus																			
- blæretang					2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3			3
GRØNNALGER																			
cf. Blidingia minima	x	x												2					
Chaetomorpha linum																			
f. linum					1				x										
Cladophora spp.																			
- grønndusk								1			2		2						
Enteromorpha compressa																			
Enteromorpha spp.																			
- tarmgrønnske	x	x	x	1	X	X	2	2	2	1				2	2	3	3	3	
Totalt antall makroalger pr. stasjon	2	1	1	3	2	4	5	5	5	7	3	6	3	2	2	1	2		
=====																			
DYR KNYTTET TIL BUNN																			
Asterias rubens																			
- vanlig korstroll												1							
Balanus improvisus																			
- skipsrur						3	1	3	3	3	3	3	2	2	2	2			2
Littorina littorea																			
- vanlig strandsnegl					2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	2				
Mytilus edulis																			
- blåskjell								3	3			3		2					
Totalt artsantall pr. stasjon (makroalger, fauna)	2	1	1	3	3	7	7	8	8	9	7	8	6	4	3	1	3		
=====																			
ANNEN MARIN VEGETASJON																			
Blågrønnalger	x								2										
Fastsittende kiselalger	x		x											x	x		3	2	
Zostera marina																			
- vanlig ålegress				x	3	2						3		3					

7. VANNMASSENE

Figur 4 viser de 6 stasjonene hvor det ble foretatt målinger. Mossesundet er såvidt smalt og regelmessig at det ikke ble ansett nødvendig å ta stasjoner på tvers av sundet for å beskrive situasjonen i vannmassene. Det forhindrer ikke at det kan være viktige lokale variasjoner, særlig i det øvre lag av vannet. Alle data står i rapporten for delprosjekt 3.9 (Baalsrud, 1989).

Saltholdigheten

Fig. 5 viser saltholdighet under toktet 28. oktober 1988. Mosseelva påvirker det aller øverste laget svakt. Ferskvannet vil ta opp sjøvann under transporten ut av sundet og vil forårsake en motsatt rettet kompensasjonsstrøm like under. Forøvrig vil vannutvekslingen være mest bestemt av de hydrografiske forandringer i Breidangen og Oslofjorden.

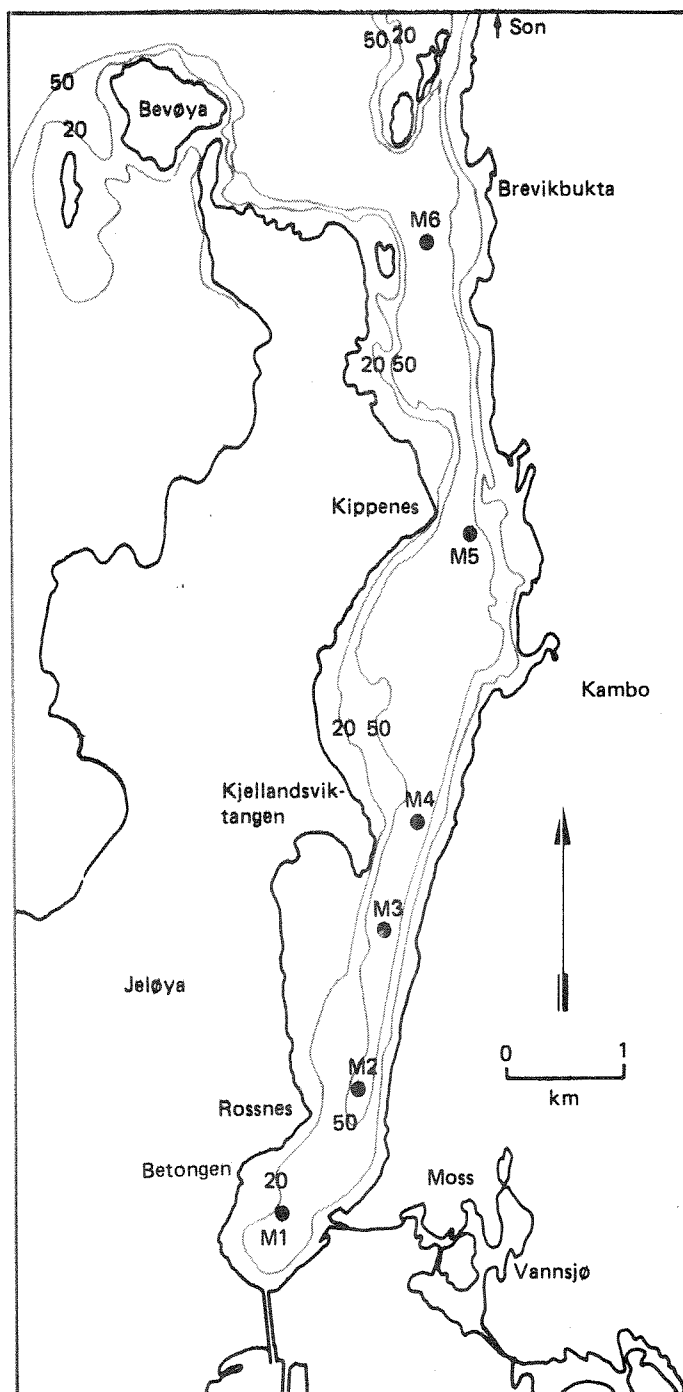
Oksygen

Figur 5 viser oksygeninnholdet uttrykt som ml/l og som % metning. Fra overflaten og ned til vel 20 meter er metningen omkring 80% i den indre del av sundet. Lenger ned avtar oksygeninnholdet med laveste verdi 1,83 ml/l (eller 29% metning) i 40 meters dyp. Dette er så lavt at det har negativ virkning på mange marine organismer.

Oksygenforholdene er dårligst rett ut for fabrikkene. På 40 meters dyp er oksygeninnholdet relativt lavt hele veien nordover gjennom sundet ut forbi stasjon M6.

Det er rimelig å tro at industriutslippet fra M. Peterson & Søn har hovedansvaret for den observerte oksygensituasjon. Noe av utslippet, antagelig det meste, fordeler seg i det aller øverste vannlaget og forårsaker farget vann, skumdannelse og lavt oksygeninnhold. En annen del av utslippet synker til bunns. Det kan være fibre eller organisk stoff som ved fysiske eller biologiske prosesser løper sammen til fnokker og sedimenterer.

Partikler som synker til bunns, vil forårsake noe oksygenforbruk på veien ned og vil bli ytterligere nedbrutt av organismelivet på bunnen. Det er påvist dyreliv på bunnen på alle prøvetagningssteder (se kap. 8). Bunndyrene og en rekke mikroorganismer lever av avsetninger av organisk stoff. Den biologiske aktiviteten skjer under forbruk av oksygen som tas fra vannet i nærheten. Vi kan anta at betydelig avsetninger skjer på bunnområder som ligger mellom 30 og 50 meter



Figur 4. Kart over Mossesundet med stasjoner for vannprøver.

dypt, og det er nettopp i dette dyp det største oksygenvinn er registrert. Hvor riktig denne konklusjon er, kan bli belyst ved mer omfattende undersøkelser.

Det er nedenfor gjort noen overslag om forholdet mellom industriutslipp av oksygenforbruk i dypvannet. Mossesundet ut til Kippenes er vurdert (se Tab. 1).

Oksygenforholdene i Dypvannet er avhengigt av tre faktorer:

Dypvannsfornyelsen

Andel av primærproduksjon som sedimenterer under 20 meter

Andel av organisk stoff fra industri og kommune som når dypvannet

Bedriftens utslipp av organisk stoff i 1988 er oppgitt til 12.000 tonn KOF/år. Det svarer til 33 tonn KOF pr. dag. Noe av dette omsettes og nedbrytes i overflatelaget, noe i dypvannet under 20 meter og noe fraktes uomsatt ut av Mossesundet.

Hvis vi antar at det biologiske oksygenforbruken (BOF_7) er 1/3 av KOF (SNV Rapport 3348) vil det umiddelbare oksygenforbruket være 11 tonn oksygen pr. dag. Hvis 50% av det omsettes under 20 meter, vil oksygeninnholdet der avta med 1 ml/l i løpet av 33 dager.

Hvis bare 20% omsettes under 20 meter, vil det ta 83 dager.

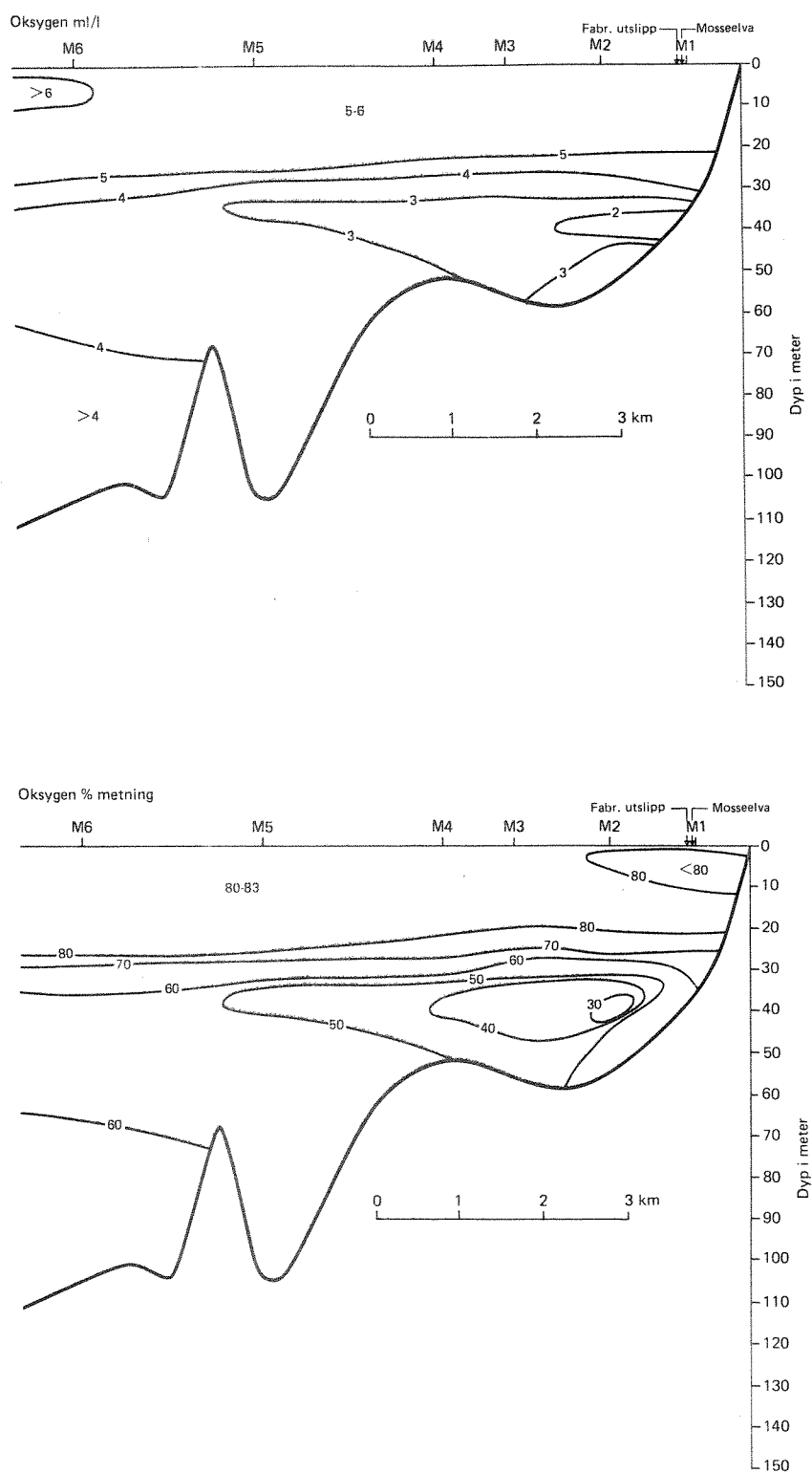
Hvis alt BOF_7 omsettes under 20 meter (ved en eventuell dypinnlagring), vil samme reduksjon ta 17 dager, og det ville bli dannet hydrogensulfid (råttent vann) etter 70 til 100 dager.

Ved disse overslagene er det antatt at omsetningene skjer i samme grad i hele vannmassen under 20 meter ut til Kippenes. Hvis vi antar at det vesentlige av omsetningen skjer mer lokalt innenfor Kjellandsviktangen, eller endog innenfor Rossnes og heller ikke like fort i alle dyp, ville oksygenforbruket på lokale steder kunne skje betydelig hurtigere enn disse regnestykkene indikerer.

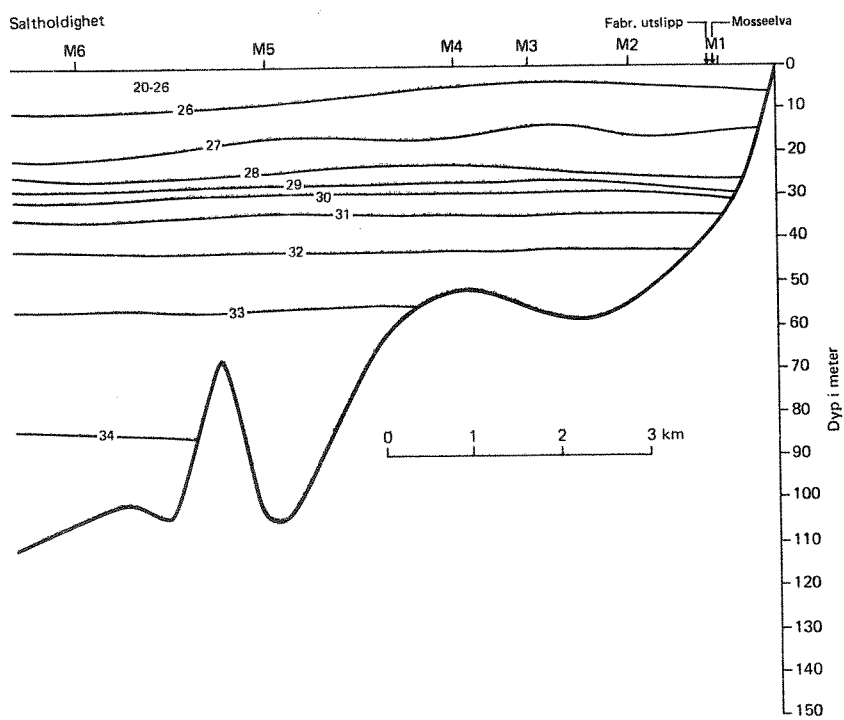
Det er også usikkerhet knyttet til hvor stor del av KOF som virkelig omsettes i resipienten og hvor meget som omsettes under 20 meter.

Selv om det er store usikkerheter i regnestykkene, viser vurderingene hvor liten resipientkapasitet sundet har i forhold til utslippet fra fabrikkene. De viser videre at et utslipp på dypere vann fort ville

føre til oksygenmangel og dermed få katastrofale følger for dyrelivet. Med det nåværende belastningsnivå er det kun utslipp i overflatelaget som hindre regelmessig dannelse av råttent dypvann. Selv idag kan det tenkes at råttent vann kan opptre under ugunstige forhold.



Figur 5. Oksygenverdier i et snitt langs Mossesundet.



Figur 6. Saltholdighet i et snitt langs Mossesundet.

8. BUNNDYR OG SEDIMENTER

Problemstilling og mål

Sedimenterende partikulært organisk materiale kan medføre høyt oksygenforbruk på bunnen med råtne sedimenter og ødelagt bunnfauna som følge. Ett av målene med undersøkelsen var å fastslå om slike tilstander har oppstått, utbredelsen av påvirket bunnområde, og gradienter i påvirkningsgraden i området.

Stasjonsvalg, feltarbeid og analyser

Feltarbeidet ble gjennomført 21. oktober 1988. Det ble tatt prøver fra 13 stasjoner (Fig. 7). På hver stasjon ble det tatt én prøve med en 0,1 m² grabb. Etter spyling gjennom 1,0 mm sikt ble det foretatt en visuell bedømmelse av bløtbunnfaunaen før prøven ble konservert og lagret. En senere nøyaktig analyse av faunaen kan gjøres. På hver stasjon ble det også tatt én kjerneprøve. Sedimentets utseende og beskaffenhet ble beskrevet. De øverste 2 cm ble tatt som prøve for bestemmelse av organisk stoff. Resten ble kastet.

Resultater

I Tab. 4 gis en summarisk beskrivelse av sedimenter og dyreliv på de 13 stasjonene.

I Fig. 7-8 er influensområde for sterk og betydelig forureningspåvirkning tegnet inn på kart.

De enkelte analyseresultater for sedimentets innhold av organisk stoff er gitt i Tab. 5.

Tabell 4. Beskrivelse av sediment og bløtbunnfauna på stasjonene i Mossesundet.

STASJON	DYP(M)	SEDIMENTTYPE	DYRELIV
1	15	Mørkegrått sediment. Sandholdig. Mye treflis. Lukt av hydrogensulfid 4 cm nede i bunnen.	En del børstemark.
2	48	Mørkt og løst. organisk sediment. Lukt av hydrogensulfid, men oksydert topplag.	Forurensningstolerante børstemark.
4	20	Mørkebrunt topplag over mørkegrå leire. Mye treflis.	Nokså alminnelig dyreliv med bl.a. sjøpiggsvin og slangestjerner.
5	54	Mørkt, grønnlig, løst sediment. Mye treflis.	Nokså alminnelig dyreliv med bl.a. slangestjerner.
6	60	Som stasjon 5, men mindre treflis.	Som stasjon 5.
8	48	Mørkebrunt topplag over mørkegrå, løs leire. Mye treflis.	Som stasjon 4.
9	67	Som stasjon 8, men lite treflis.	Som stasjon 5.

forts.

tabell 4, - forts.

10	27	Fin leire. Noe treflis.	Som stasjon 5.
12	100	Mye treflis mellom 10 og 20 cm nede i sedimentet.	Børstemark og muslinger.
13	46	Mye treflis.	Børstemark og sjøpiggsvin.
15	96	Grovkornet mørkebrunt topplag over løs, grå leire.	Nokså alminnelig dyreliv, med bl.a. slangestjerner.
17	140	Som stasjon 15.	Mye muslinger, ellers fattigslig dyreliv.
18	36	Svart organisk sediment. Lukt av hydrogensulfid, men ikke i de øverste cm	Levende børstemark på toppen av sedimentet.

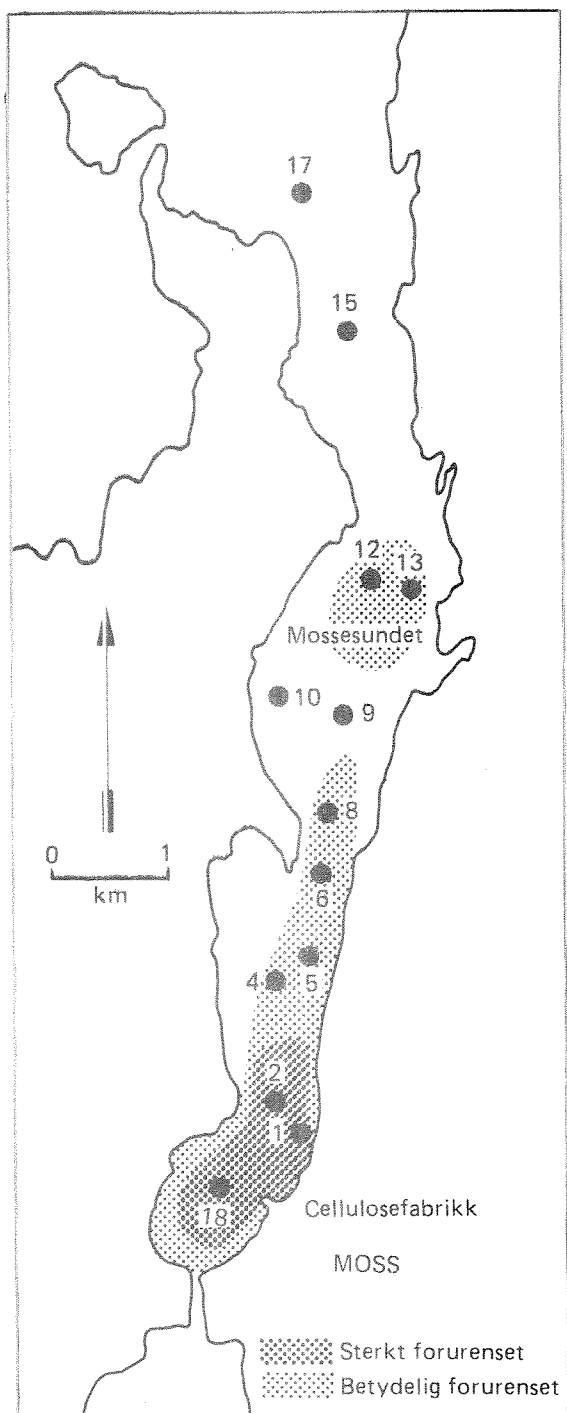
På stasjon 18 og 2, nærmest utslippet fra Peterson & Søn A/S, var bunnen sterkt forurenset av organisk materiale og luktet av hydrogensulfid. Det øverste sedimentlaget var oksygenert og inneholdt levende børstemark. Også stasjon 1, 4, 5, 6, 8, 12 og 13 var betydelig preget av forurensning (Fig. 7).

Som helhet var bløtbunnfaunaen i Mossesundet, utenom de mest forurenkede lokalitetene, forholdsvis individrik, men ga inntrykk av å være noe artsfattig og dominert av forurensningstolerante børstemark. En nøyaktigere beskrivelse kan gis hvis materialet artsbestemmes.

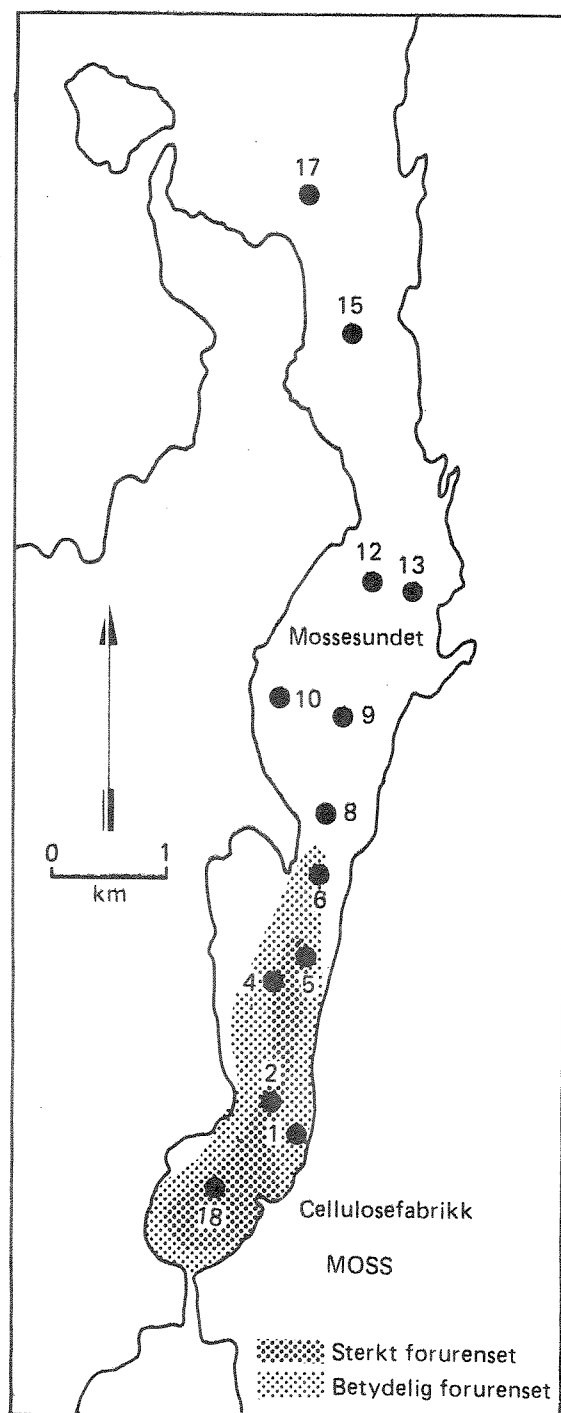
Innholdet av organisk stoff i sedimentet, bortsett fra stasjon 10 og 13, var høyere enn det som er normalt å finne i fjordsedimenter. Spesielt høyt var det på stasjon 2, 5 og 18 (Fig. 8).

Tabell 5. Organisk stoff i de øverste 2 cm av sedimentet (mg/g glødetap tørrvekt) på stasjonene i Mossesundet.

Stasjon	1	2	4	5	6	8	9	10	12	13
Org.stoff	137	216	137	191	172	106	128	67	110	49
Stasjon	15	17	18							
Org.stoff	95	98	242							



Figur 7. Stasjonenes plassering og utbredelse av sterkt og betydelig forurensningspåvirket bløtbunnfauna i Mossesundet.



Figur 8. Forurensning av bunnen med organisk stoff (trefiber) i Mossesundet.

9. DISKUSJON

Det er utført en enkel og orienterende undersøkelse i Mossesundet høsten 1988.

Blant brukerinteresser som setter krav til vannets kvalitet, er friluftsliv og fiske de viktigste. Forøvrig er bruken av Mossesundet til skipshavn, småbåthavn og utslipp av avløpsvann, sterke brukerinteresser. Fiske er relativt godt, men friluftslivet har bare noenlunde tilfredsstillende forhold i den nordligste del av sundet.

Mossesundet har gjennom mange tiår vært preget av utslipp fra treforedlingsbedriften M. Peterson & Søn. Både fabrikkens produksjon og utslippets mengde og karakter har imidlertid endret seg noe gjennom årene. Forholdene i sedimentene kan ikke settes i direkte forbindelse med dagens utslipp. Derimot er dyrelivet på bunnen hovedsakelig bestemt av de nåværende utslippsforhold.

Sundets overflatevann er tydelig preget av industriutslippet fra sydenden og nordover forbi Kjellandsviktangen, tildels forbi Kippenes. Organismesamfunnet i strandsonen er forurensningspåvirket, samtidig som selve vannet er farget, lukter og skummer.

Denne tydelige overflateeffekten henger sammen med at industriutslippet foregår helt i overflaten. Utslipet er like ved utløpet av Mosseelva og vil blande seg med elvevannet og bli transportert ut av sundet i det øvre brakkvannslaget.

Vannprøver i forskjellige dyp ut gjennom sundet viser imidlertid at også dypvannet og bunnen er tydelig påvirket av industriutslippet. Det skyldes at en del av forurensningene finner veien til dypvannet. Det dreier seg om flis, fiber og andre partikler som langsomt vil synke til bunns. En del av det oppløste organiske stoffet vil ved fysiske og biologiske prosesser gå sammen til partikler som vil synke.

Hvor stor andel av industriutslippet som finner veien til dypvannet og bunnen, vet vi ikke. Det observerte oksygenminimum i ca. 40 meters dyp, tyder på at bunnområder på dette dyp får en stor del av belastningen. Bunnen utenfor fabrikkens støt sett på 30 - 50 meters dyp.

Det er åpen og terskelfri forbindelse mellom Mossesundet og nordre del av Breidangen. Forholdene i Breidangen og utskifting av vannmassene der, vil bestemme situasjonen i sundet. I tillegg vil Mosseelva påvirke det aller øverste laget og forårsake en viss utskifting ved

estuareffekt.

Den grunne og trange kanalen som forbinder sundet med Oslofjorden syd for Moss vil øke vannutskiftningen i det øverste laget. Men kanalen vil ha meget liten virkning på de dypere vannmasser i Mossesundet.

Det er tidligere utført undersøkelser av vannutskiftningen i Mossesundet (Bjørkman og Gøransson, 1974). Det ble påvist hurtig utskiftning av overflatelaget. For dypvannets vedkommende var det nær sammenheng mellom saltholdighetsvariasjonene i sundet og i Breidangen utenfor. Under spesielle forhold ble det påvist total utskiftning av hele vannmassen på få dager.

Det er hittil ikke gjort noen forsøk på å beregne midlere og ekstreme oppholdstider for vannet i de forskjellige dyp.

Forurensningene som tilføres Mossesundet, vil påvirke vannet i Breidangen på to måter:

- A. Ved utskiftning vil det oksygenfattige dypvannet fra sundet komme ut i hovedfjorden. Her kan det spre seg både nordover inn i Drøbaksundet og sydover gjennom Breidangen.
- B. De uomsatte forurensningene i overflatevannet og dypere nede vil bli ytterligere nedbrutt ute i hovedfjorden og føre til reduksjon i oksygeninnholdet.

En nærmere vurdering av dette synes påkrevet, og må bygge på bedre kjennskap til vannutveksling mellom Mossesundet og Oslofjorden forøvrig. Det trengs også en bedre forståelse av de nedbrytningsprosessene som indusgtriavløpsvannet undergår etter utslipp og fortynning i sjøvannet.

Sedimentundersøkelsen viser at det tidligere ble sluppet ut store mengder grov treflis. Denne sedimentpåvirkningen er det lite realistisk å gjøre noe med.

Hvis kommunens og industriens utslipp til Mossesundet blir redusert vesentlig, vil strendene, bunnen og vannmassene langt på vei kunne få tilbake sin tidligere kvalitet. Det kan ikke gis noen sikre utsagn om hvor lang tid det vil ta å restaurere sundet som helhet. Det er imidlertid grunn til å tro at bedringen allerede etter ett til to år vil være godt merkbar. Overflatevannet vil bli betydelig bedre allerede etter få dager, slik man har erfaringer for fra perioder med produksjonsstans.

Saltkällefjorden på vestkysten av Sverige ble avlastet for delvis tilsvarende utslipp i 1966. Allerede 2 år etter utslippstoppen var det skjedd en betydelig rekolonisering i strandsamfunnene (Rosenberg, 1971).

Mosseelva har nær samme vannkvalitet som den vestlige delen av Vannsjø. På grunn av Vannsjø's store flate vil vannføringen endre seg relativt langsomt. Forskjellen mellom lav og høy vannføring er betydelig mindre enn for de fleste lavlandsvassdrag. Mosseelva drenerer et stort jordbruksområde som er rikt på leirholdig jord. Vannet vil, etter å ha passert Vannsjø, fremdeles ha et visst innhold av leire og andre partikler.

Denne undersøkelsen har ikke bragt noe nytt om Mosseelvas betydning for vannkvaliteten i Mossesundet. Det er liten grunn til å tro at Mosseelva alene vil kunne skape de konflikter med andre brukerinteresser som industriutslippet har gjort.

Reduksjon av utslipp med sikte på å redusere eller fjerne konflikter med andre brukerinteresser bør skje på to felter:

1. Dagens kommunale utslipp må bort. De tiltak som er foreslått, går ut på ved pumpestasjoner å samle avløpsvannet og sende det til et felles rensesanlegg ved Tonvik vest for Moss. Eventuelle små gjenværende utslipp må bli tatt hånd om på forsvarlig måte ved rensing og utslipp på dypt vann.
2. De industrielle utslippene må reduseres vesentlig. Med dagens store utslipp, vil dypvannsinlagring ikke være akseptabelt. Hvorvidt utslipp på dypt vann kan være en del av en ny utslippsordning vil avhenge av hvor langt ned i faktiske utslipp bedriften mener den kan komme. Uten dypvannsinlagring vil en del av Mossesundet alltid bli preget av industriavløpsvann.

Ved tiltak på disse to felter vil Mossesundets kvalitet kunne bedres betydelig. Badeliv, båtliv, turer langs stranda og fiske vil kunne få langt bedre forhold enn idag, og det vil bli mulig å utnytte arealer langs sundet, som idag ligger nærmest ubrukt.

10. REFERANSER

- Bjørkman, F. og C.G. Gøransson, 1974. Resipientundersøkelse i Mossesundet. Samfunnsteknikk VBB A/S, 14 s. og 19 bilag.
- Bokn, T., 1979. Use of benthic algae classes as indicators of eutrophication in estuarine and marine waters. Pp. 138-141. In: The use of ecological variables in environmental monitoring (ed. H. Hytteborn). Naturvårdsverket, report 1151.
- Bokn, T., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer 1980 - 1982. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp. nr. 135/84. NIVA l.nr. 1615, 49 s.
- Børset, A., 1980. Forslag til plan for landskapsvernområde på Søndre Jeløy i Moss.
- Baalsrud, K., 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delundersøkelse 3.9. Oksygenforholdene i oktober 1988. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Manus. NIVA-rapport 0-8801108.
- Fylkesmannen i Østfold, 1979. Utkast til verneplan for edellauskog i Østfold fylke.
- Fylkesmannen i Østfold, 1980. Forslag til handlingsprogram for friluftslivet i Østfold.
- Ibrekk, H.O. og G. Holtan, 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delundersøkelse 3.1. Forurensningstilførsler. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp. nr. 325/88. NIVA-rapport 0-8801102.
- Magnusson, J. og B. Rygg, 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delundersøkelse 3.2. Tidligere undersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp. nr. 338/88. NIVA-rapport 0-8801103.
- Miljøverndepartementet, 1985. Oversikt over naturområder og forekomster i Norge og polarområdene som er fredet eller vernet pr. 1. januar 1985.

- Moss kommune, 1987. Revisjon av avløpsplan. Delrapport nr. 1. Lokalisering av behandlingsanlegg - Alternativkalkyle.
- NOU 1984:28. Helsestasjonstjenesten.
- NVE 1958. Hydrologiske undersøkelser i Norge. Oslo, Aschehoug & Co.
- NVS Rapport 3348. Water Pollution problems of pulp and paper industries in Finland and Sweden. Committee for the Gulf of Botnia. Report of the Special Working Group, May 1987.
- Rosenberg, R., 1971. Recovery of the littoral fauna in the Saltkällafjord subsequent to the discontinued operations of a sulphite mill. Thalass, Jugoslav. 7:341-351.
- Tønnesson, Ø., 1988. Betrachtinger om forholdene for allmennhetens friluftsliv i Mossesundet. Oslofjordens Friluftsråd. Notat.
- Østfold fylkeskommune. Plan- og utbyggingsavdelingen. Kart over områder med særskilte naturvern- og friluftsinnteresser. Fylkesplan for Østfold 1979-83.
- Østfold fylkeskommune. Fylkesplan for Østfold 1988-91.
- Østfold fylkeskommune. Fylkesplan for Østfold 1988-91. Bilag 2. Handlingsprogram for friluftslivet.