

Utvalg for ytre miljø og treforedlingsindustrien

1. DELRAPPORT:

Bransjens utslipp i Norge i 1988
Myndighetenes krav i Norge
Utslippskrav i andre land

UTVALGETS SAMMENSETNING.

Svein Hille, Fellesforbundet (utvalgets leder)

Bjørn Erikson, LO

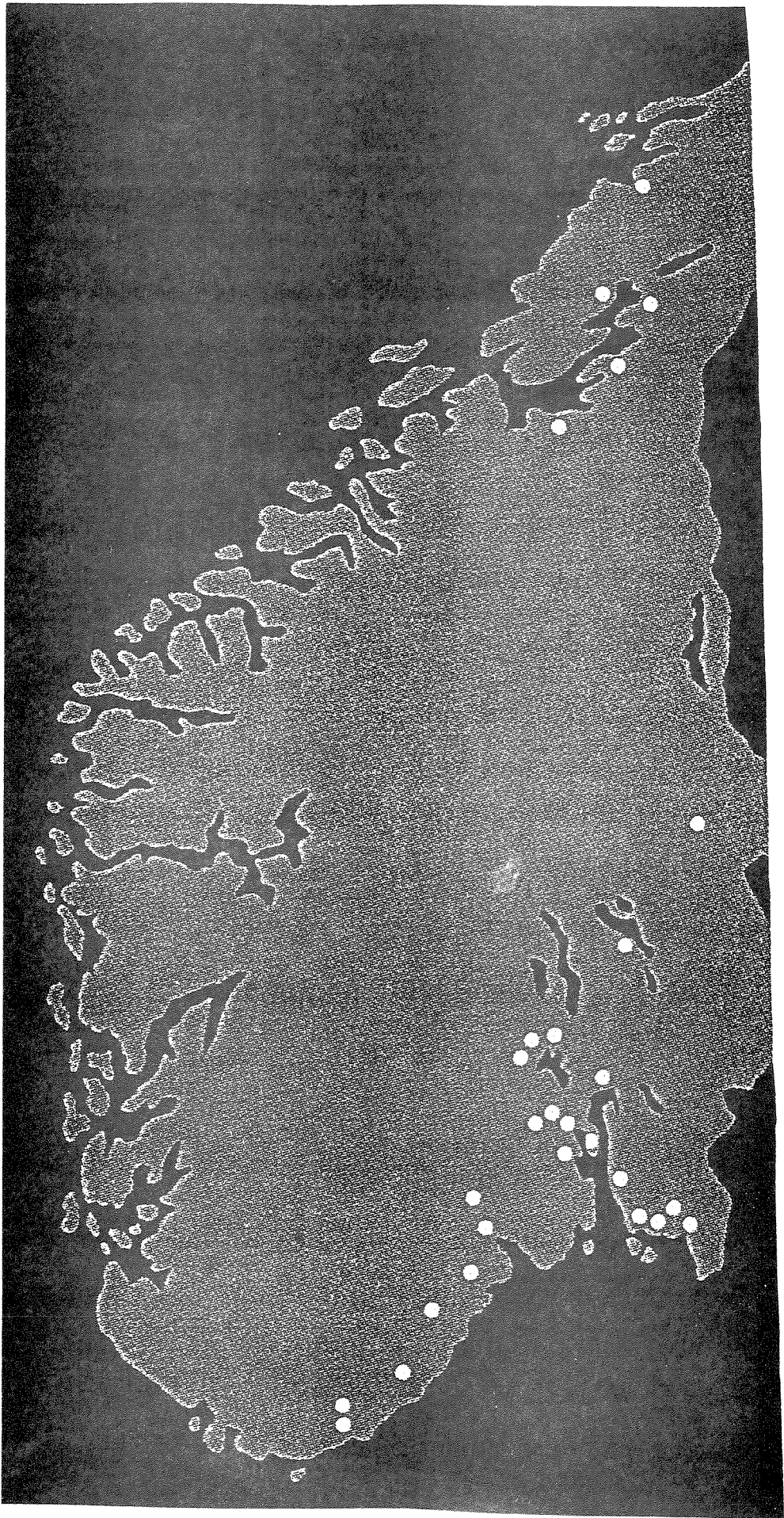
Helge Fredriksen, NHO

Omund Revhaug, TFL

Sverre Storebråten, PFI

Per Åge Beck, SFT (observatør)

Finn Willoch, PFI (sekretær)



FORORD

I august 1988 arrangerte Norsk Papirindustriarbeiderforbund et miljøseminar, hvor temaet var "*Felles handlingsplan for å løse forurensningsproblemene innen treforedlingsindustrien*". På seminaret deltok myndighetene ved blant andre statsminister Gro Harlem Brundtland og miljøvernminister Sissel Rønbeck, arbeidstakerne, og bedriftene. Det ble enighet om å starte et samarbeidsprosjekt mellom bransjen, fagbevegelsen og myndighetene om miljøvernarbeidet i treforedlingsindustrien. Utvalg for Ytre Miljø og Treforedlingsindustrien ble etablert, med representasjon fra ved Fellesforbundet, Landsorganisasjonen i Norge (LO), Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO), bransjen ved Treforedlingsindustriens Landsforening (TFL), og Papirindustriens Forskningsinstitutt (PFI). Statens Forurensningstilsyn (SFT) har en observatør i utvalget.

Utvalget har laget en detaljert plan for arbeidet, som består av følgende hovedpunkter:

1. Dagens situasjon m.h.t. utslipp og resipientforhold.
2. Fremtidige miljøutfordringer for treforedlingsindustrien.
3. Handlingsplan for fremtidige miljøtiltak.

Målet for arbeidet er å utarbeide konkrete forslag til fremtidige miljøtiltak i bransjen, samt en plan for tempo og gjennomføring av disse. Gjennom arbeidet skal utvalget også bidra til økt egenaktivitet i bransjen, for å fremme et godt ytre miljø.

Formålet med 1. delrapport har vært å kartlegge dagens utslippsforhold i inn- og utland, for å etablere grunnlaget for utvalgets videre arbeid mot fremtidige utslippskrav og miljøverniltak. Rapporten omhandler bransjens utslipp i 1988 og norske myndigheters krav. For å vurdere bransjens rammebetingelser i et bredere perspektiv, er det også et kapittel om kontrollsystemer og utslippskrav i andre land.

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har utarbeidet en rapport for utvalget, som også inngår i 1. delrapport. Her tar NIVA for seg resipientene ved norske treforedlingsbedrifter, og vurderer bedriftenes innvirkning på disse.

Utvalgets arbeid er basert på økonomiske bidrag fra Fellesforbundet, TFL, og Miljøverndepartementet.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.1	KONKLUSJON	1
1.2	PRODUKSJONSPROSESSER OG UTSLIPPSTYPER	2
1.2.1	Masse- og papirproduksjon	2
1.2.2	Utslipp til vann	3
1.2.3	Utslipp til luft	4
1.3	UTSLIPPSSITUASJONEN I NORGE	5
	Produksjon og utslipp i 1988	
1.4	MYNDIGHETENES KRAV I NORGE	9
1.4.1	Status ved 2. konsesjonsrunde pr. desember 1989	9
1.4.2	Utslippsgrensene i 2. konsesjonsrunde	10
1.5	KONTROLLSYSTEMER OG UTSLIPPSKRAV I ANDRE LAND	15
1.5.1	Lovgivning og kontroll	15
1.5.2	Utslippskrav	17
1.5.3	Norske utslippskrav kontra utenlandske	21

VEDLEGG

Vedlegg 1: Forkortelser og uttrykk

Vedlegg 2: Omregning av utslippsgrenser til kg/tonn

1.1 KONKLUSJON

Bransjens utslipp til luft forårsaker lokale luftforurensningsproblemer med lukt og SO₂ rundt en del bedrifter, men utslippene har liten betydning for de totale utslipp i Norge. Utslipppet av prosess-SO₂ fra treforedlingsindustrien var 2700 tonn i 1988, eller i underkant av 3% av Norges totale SO₂-utslipp. Utslippene av SO₂ fra forbrenning av fossile brensler var 2400 tonn.

Det er først og fremst utslipp til vann som representerer miljøproblemer i treforedlingsindustrien. Spesielt gjelder dette organisk materiale og klororganiske forbindelser, men sure utslipp kan også ha negativ effekt på resipientene. De fleste bedriftene NIVA har vurdert, har en markert virkning på nærområdene, og noen har også en tydelig effekt på større vassdrags- eller sjøområder. Næringssalter slippes ut i små mengder, og har marginal betydning for totalbelastningen i resipientene.

Norske myndigheter fremhever at Norge skal være i tetgruppen når det gjelder miljøvernkrav og utslippsreducerende tiltak, uten å være det direkte ledende land.

Sammenligning av utslippskrav i Finland, Sverige, Vest-Tyskland, USA, og Canada, viser at Sverige gjennomgående har strenge krav på dette området. Norge har strenge utslippsgrenser for SO₂ og suspendert stoff, men mindre strenge for oppløst organisk materiale. Utslippsgrensene for klororganiske forbindelser i Norge er i dag omtrent det dobbelte av grensene i Sverige og Vest-Tyskland, samt grenser som også er under gjennomføring i Finland. Det finnes ikke utslippsgrenser for dette i USA eller Canada.

Utslippskravene blir nå skjerpet også i Norge ved 50% reduksjon av suspendert stoff og oppløst organisk materiale. For klororganiske forbindelser blir utslippsgrensene 1 kg AOX/tonn for sulfitt og 2 kg AOX/tonn for sulfat. Tiltakene skal være gjennomført innen 1994. Fortsatt vil utslippsgrensene for oppløst organisk materiale ligge noe høyt i forhold til Sverige. Utslippene av klororganiske forbindelser blir omtrent som dagens nivå i Sverige, Vest-Tyskland og Finland.

1.2 PRODUKSJONSPROSESSER OG UTSLIPPSTYPER

1.2.1 Masse- og papirproduksjon

Masseproduksjon går ut på å frilegge fibrene i vedmaterialet. Produksjon av masse foregår i hovedsak etter to prinsipielt forskjellige måter, mekanisk og kjemisk fremstilling.

Mekanisk masse produseres ved at trevirket slipes eller raffineres slik at fibrene frigjøres (slipmasse, raffinørmasse), eventuelt etter mykgjøring med damp (TMP). Dette gir høyt utbytte, 95-97% av trevirket.

Kjemisk masse produseres ved kjemisk nedbryting og fjerning av bindemidlet mellom vedfibrene, ligninet, i en kokeprosess (sulfat- og sulfittprosess). Utbyttet blir ca. 50% av trevirket. Papir fremstilt fra kjemisk masse har bedre styrkeegenskaper.

Mellom disse hovedtypene finnes prosesser med en viss bruk av kjemikalier, og med tilsvarende mindre behov for mekanisk energi for fiberfrileggingen (CTMP og halvkjemisk). Utbyttet ligger da i området mellom mekanisk og kjemisk masse.

For mange formål er det nødvendig med blekte masser. Valg av utgangsmasse, blekeprosess og kjemikalier er avhengig av de krav som stilles til lyshet, lyshetsstabilitet, renhet osv.

Ved bleking av kjemisk masse skjer det reaksjoner som først og fremst fjerner restligninet i massen. I tillegg fjernes noe ekstraktivstoffer. Klorholdige kjemikalier, evt. ren klorgass, inngår i dag ved helbleking av kjemisk masse. Blekingen foregår i flere trinn. Ved innføring av oksygenbleking kommer oksygenbehandlingen inn forut for den konvensjonelle blekingen.

Mekanisk masse blekes med hydrogenperoksid eller natriumditionitt. Disse kjemikaliene fjerner ikke ligninet fra massen.

Papir fremstilles ved at masse formes til et fibernetttverk ved hjelp av store mengder vann på en papirmaskin. Fiberkonsentrasjonen i innløpet er 0.2-1%. Vannet fjernes ved filtrering, pressing, og avdamping til papiret har ca. 93% tørrstoff. De store vannmengdene resirkuleres hovedsakelig innen prosessen.

1.2.2 Utslipp til vann

Forut for all massefremstilling ligger fjerningen av bark fra tømmerstokkene. Ved nyere renserier benyttes tørrbarking, mens eldre renserier har våtbarking. Barken utnyttes hovedsakelig til energiproduksjon.

Utslippene fra barking er oppløst organisk materiale, og barkpartikler som suspendert stoff. Dessuten frigjøres en del fosfor og nitrogen fra virket ved barking. Våtbarking gir vesentlig større utslipp enn tørrbarking.

Ved mekanisk masseproduksjon benyttes ikke kjemikalier under fremstillingen. Utslippene fra slike anlegg består av fiber, oppløst organisk materiale, samt fosfor og nitrogen. Fibertapet måles som suspendert organisk stoff i avløpet.

Ved kjemisk masseproduksjon blir mesteparten av det oppløste vedmaterialet inndampet og forbrent, eventuelt foredlet til bi-produkter. Selve kokekjemikaliene gir utslipp i form av salter, som ikke skader resipientene. Kalsium-baserte kokekjemikalier er ikke gjenvinnbare, og gir utslipp av kalsiumsalter, mens natrium- og magnesium-baserte kokekjemikalier gjenvinnes.

Fra cellulosekokingen og fra inndampingen av den brukte kokevæskan får man kondensert vanndamp som inneholder flyktige og sure forbindelser. Sulfatfabrikkens kondensat fullrenses før de slippes ut, men utslipp av rensed sulfittkondensat inneholder sure forbindelser (eddiksyre). Kondensatet renses ikke på de fleste sulfittfabrikkene.

Sulfatfabrikkene har også høyere gjenvinning av kokekjemikalier og oppløst organisk materiale (oppløst vedsubstans) enn sulfittfabrikkene.

Fra blekeriene inneholder avløpsvannet oppløst organisk materiale. Når klor eller klorholdige blekekjemikalier benyttes, inneholder utslippene dessuten klororganiske forbindelser. Avløpsvann fra slik bleking kan ikke gå inn i fabrikkens vanlige gjenvinningssystem, hovedsakelig på grunn av korrosivitet.

Utslippene fra papirproduksjon er suspendert stoff i form av fiber og fyllstoffer, samt oppløst organisk materiale.

1.2.3 Utslipp til luft

Svoveldioksid, SO_2 , hydrogensulfid, H_2S , og støv er de konsesjonsbelagte utslippskomponentene treforedlingsindustrien slipper ut i atmosfæren.

Karbondioksid, CO_2 , slippes også ut fra forbrenningsovner, men det er ikke knyttet krav til målinger eller mengder av dette for noen bransjer.

SO_2 -utslippene har to opprinnelser. Den ene er oljeforbrenning som energikilde i fabrikkene. Den andre, prosess- SO_2 , er gjenvinning og produksjon av kokevæske ved kjemiske massefabrikker.

H_2S kan dannes ved ufullstendig forbrenning av svovelholdige stoffer. Ved sulfatfabrikkene kan dessuten H_2S avdrives ved gjenvinning av prosesskjemikalier.

Støv slippes ut fra gjenvinningskjeler, samt olje- og barkfyrte kjeler.

CO_2 -utslippene skrives seg fra oljeforbrenning. Brenning av bark og oppløst vedsubstans medfører egentlig ikke ekstra CO_2 -dannelse. Den CO_2 -mengden som kommer fra brenning av slikt "biobrensel" er eksakt den samme som ellers ville dannes ved forråtnelse i skogen, og der inngår i naturens kretsløp hvor plante- og ved-materiale bygges opp av CO_2 og sollys i fotosyntesen (kullsyre assimilasjonen).

Forbrenning av fossilt brennstoff (gass, olje, kull) tilfører derimot atmosfæren ekstra CO_2 , fordi CO_2 som dannes slik utnytter karbon som ellers ville forbli i lukkede reservoarer.

1.3 UTSLIPPSSITUASJONEN I NORGE

Treforedlingsindustriens samlede utslipp til luft og vann har gjennomgått en drastisk reduksjon siden første halvdel av 70-tallet. Bransjen fikk da utslippene konsesjonsbelagt. Industrien hadde den gang betydelige utslipp av suspendert materiale og oppløst organisk materiale til vann, og svoveldioksid til luft. Spesielt sulfitt-cellulosefabrikkene, som tidligere anvendte ikke-gjenvinnbare kokekjemikalier, slapp ut oppløst vedsubstans i svært store mengder.

Myndighetene innførte krav om at 90% eller mer av oppløst vedsubstans fra sulfittprosessen skulle ivaretas, hvilket førte til vidtgående strukturendringer i bransjen: En del sulfittfabrikker skiftet over til gjenvinnbare kjemikalier. En stor sulfatfabrikk ble bygget på Tofte, mens produksjonen ved den gamle sulfittfabrikken der ble stanset. Samtidig ble tre mindre, eldre sulfatfabrikker nedlagt. Også andre cellulosefabrikker er blitt borte. Langs Drammenselven er det i dag ingen celluloseindustri, mens det i 1959 lå 7 sulfittfabrikker der. Resultatet av strukturendringene er at man i dag har få, men moderne og større fabrikker.

I tillegg til de resultatene som direkte var en følge av strukturendringene innen bransjen, har utslippsreduksjoner ved den enkelte fabrikk blitt oppnådd delvis ved interne prosessforandringer, innføring av gjenvinningsprosesser, og delvis ved ekstern rensing.

I følge beregninger utført av PFI i 1987-88 ble det samlede utslipp til vann av bark og fiber, såvel som av oppløst organisk materiale, redusert med ca. 80% fra midten av 1970-årene til midten av 1980-årene. Det samme gjaldt utslipp av svoveldioksid til luft. Produksjonsvolumet har i samme tidsrom holdt seg tilnærmet konstant. Bransjen regner i dag at 3 milliarder 1989-kroner er investert i anlegg og systemer siden 1975 for å oppnå dette.

Bestemmelse av mengde oppløst organisk materiale i avløp er beheftet med problemer og en betydelig usikkerhet. Beregning av sulfittcellulosefabrikkenes prosentvise ivaretagelse av oppløst vedsubstans er meget omstendelig. I dag anvendes det organiske materialets "kjemiske oksygenbehov" (COD_{Cr} eller KOF) som mål for "oppløst organisk stoff". En generell omregning er ikke mulig, da det er helt avhengig av hvilke stoffer som forefinnes. Man kan derfor ikke regne seg tilbake og uttale seg generelt om utviklingen av organisk stoff regnet som KOF.

Kartleggingen av klororganiske stoffer er også av nyere dato, og hvordan utviklingen har vært fra disse utslippene lar seg derfor heller ikke bestemme eksakt. Tidligere baserte men seg på overslag ut fra mengde satset klor, kombinert med omstendelige, og derfor fåtallige kjemiske analyser av såkalt "totalt organisk klor". I dag anvendes en enkel rutinemetode for bestemmelse av de oppløste organiske klorforbindelser, uttrykt som "adsorberbart organisk klor", AOX. Ren klorgass og hypokloritt har delvis blitt erstattet med klordioksid. Samtidig har økningen vært moderat når det gjelder hvor mye kjemisk masse som blekes. En betydelig reduksjon vil oppnås når fabrikkenes planlagte tiltak er gjennomført.

Spesielt gjelder dette ombyggingen på Tofte. Der vil først dagens to blekerier bli erstattet av ett nytt, basert på minimalt klorforbruk, ved at rent klor delvis erstattes med klordioksid (1991). Behovet for klorbleking reduseres ytterligere ved at 40% av ligninet i den ublekte massen fjernes med oksygen i et anlegg som skal stå ferdig i 1992.

Sulfittmasse kan kokes ned til et lavere lignininnhold enn sulfatmasse, og krever derfor mindre blekekjemikalier. Sulfittmasse er i utgangspunktet lysere enn sulfatmasse, og lettere å bleke, slik at bruk av ublekt masse samt masse blekt ved innføring av klorfrie kjemikalier representerer redusert bruk av klor.

De samlede utslipp fra bransjen i 1988 er satt opp i tabell 1.1, 1.2, 1.3, og 1.4 på etterfølgende sider. Forkortelser og uttrykk er forklart i vedlegg 1.

SAMLET PRODUKSJON OG UTSLIPP I 1988

	Produksjon 1000 t/år	Suspendert stoff t/år	Oppløst organisk, uttrykt som KOF t/år	SO ₂ t/år	Fosfor t/år
Mekanisk masse	140	1800	3500 ¹	28 ¹	4 ¹
Papir og kartong	190	2900	5900 ¹	60 ¹	-
Kjemisk masse, CTMP og NSSC	610	4700	144000	2900	28 ¹
Integrert papir og kjemisk masse	270	2400	29000	900	6 ¹
Integrert papir og mekanisk masse	990	8200	37000	400	19 ¹
Integrert papir og mekanisk/kjemisk	310	8600	49000	670	12
Wallboard	100	600	7900	140	4 ¹
	2600	29000	280000	5100	73 ¹

1: Estimert verdi.

Tabell 1.1 Samlet produksjon, utslipp av suspendert og oppløst organisk materiale, SO₂, samt fosfor i 1988.

OPPLØST ORGANISK MATERIALE OG SUSPENDERT STOFF

	Produksjon 1000t/år	KOF 1000t/år	KOF kg/t	Suspendert stoff t/år	kg/t
Sulfitt, CTMP og NSSC inkl. integrerte fabr.	710	180	250	13600	19
Sulfat inkl. integrerte fabr.	480	46	97	2100	4.3
Mekanisk masse inkl. integrerte fabr.	1130	41 ¹	36 ¹	9900	8.8
Papir og kartong	190	6 ¹	30 ¹	2900	15
Wallboard	100	8	78	600	5.9

1: Estimert verdi.

Tabell 1.2 Utslipp av oppløst organisk materiale uttrykt som KOF, og suspendert stoff i 1988.

KLOORGANISKE FORBINDELSER
UTTRYKT SOM ADSORBERBART ORGANISK KLOR

	Bleket masse 1000 t/år	AOX t/år	AOX kg/tonn bleket masse
Sulfitt	270	970	3.5
Sulfat	320	2020	6.4
Totalt	590	2990	5.0

Utslipp fra de enkelte blekerier: 2.9-6.6 kg AOX/tonn bleket masse.

Tabell 1.3 Utslipp av klororganiske forbindelser uttrykt som AOX fra blekerier i 1988.

SVOVELDIOKSID, PROSESS-SO₂

	Produsert masse 1000 t/år	Utslipp av svoveldioksid, prosess-SO ₂ t/år	kg/tonn masse
Sulfitt og NSSC	420	1500	3.6
Sulfat	450	1200	2.8
Totalt	870	2700	3.1

Utslipp fra de enkelte massefabrikker: 0.0-13 kg SO₂/tonn masse.

Tabell 1.4 Utslipp av SO₂ fra gjenvinning og produksjon av kokevæske i 1988.

1.4 MYNDIGHETENES KRAV I NORGE

Treforedling var blant de første bransjer som ble konsesjonsbehandlet, stort sett i første halvdel av 70-tallet. De opprinnelige utslippstillatelsene omhandlet først og fremst grenser for utslipp av fiber (suspendert stoff). Disse ble gitt i forhold til produksjonen.

De fleste fabrikker er nå inne i 2. runde, idet alle større fabrikker enten har fått nye konsesjoner, eller har søkt/skal søke om dette.

1.4.1 Status ved 2. konsesjonsrunde pr. desember 1989

Konsesjonsbetingelsene er stort sett like for samme type av produksjon. Det blir imidlertid tatt hensyn til om det er spesielle forhold der forurensningene slippes ut. Det vil for utslipp til vann være spørsmål om utslippet skjer til en elv, innsjø, fjord eller kyststrøk. For fabrikker som har utslipp til elver med liten vannføring har det vært stilt strengere krav enn til andre fabrikker. For utslipp til luft kan det være topografiske og klimatiske forhold som gjør at kravene skjerpes utover det som er vanlig. Hvis fabrikkene ligger i et tettbebygget strøk, kan også dette innvirke på konsesjonsbetingelsene.

Nye krav går fortsatt på rensegrad og utslippsgrenser med trinnvise tidsfrister, og ikke på krav til utstyr. Men utredningene i søknadene skal omhandle fabrikkens planer om utstyr, renseprosess osv. SFT tar sikte på å følge den tekniske utvikling i bransjen, uten å være direkte teknologiførende.

For fiber/suspendert stoff synes det å gå mot en maksimal grense på 0.6-0.8%. Kravene til analysemetode er til vurdering.

Krav til utslipp av oppløst organisk materiale for massefabrikker tar utgangspunkt i lutgjenvinningsgrad, f.eks. en økning fra 96 til 98/99%. Blekeriene trekkes også inn som en vesentlig utslippskilde. Kravene til samlet utslipp er knyttet til direkte analyser av utslippene i form av kjemisk oksygenforbruk (KOF).

SO₂-utslipp fra sulfatfabrikkenes kalkovner (mesaovner) inkluderes nå i utslippstallene fra sodahuset (lutgjenvinningen), som nå er 5 kg/tonn masse. Disse tall fulgte tendensen for svenske massefabrikker, som imidlertid nå har fått strengere krav (sulfat maks. 3 kg/tonn). Utslippsgrensene fra sulfittfabrikkene er for tiden mellom 5 og 10 kg/tonn.

Det er utarbeidet langtidsplaner for reduksjoner av utslippsnivået i Norge både av bransjen og av myndighetene. Valg av basisår og tidspunkt for målsetningene er noe ulike, men i hovedtrekk er målene de samme.

Bransjens plan er 50% reduksjon av suspendert stoff og oppløst organisk stoff (KOF), og 70% reduksjon av klororganiske forbindelser (AOX) innen 1995, med basisår 1988. Konkret betyr dette at utslippene av suspendert stoff skal reduseres med 15000 tonn, oppløst organisk materiale med 140000 tonn KOF, og klororganiske forbindelser med 2000 tonn AOX.

Myndighetene har valgt 1987 som basisår, og 1994 som mål. Utslippene av suspendert og oppløst organisk stoff skal reduseres med 50%, og klororganiske forbindelser med 60%. Dette gir samme utslippsreduksjoner som bransjens langtidsplan medfører. I tillegg har myndighetene satt mål om ytterligere utslippsreduksjon av klororganiske forbindelser til 1 kg/t for sulfitt og 2 kg/t for sulfatmasse innen 1995. Utslippene av SO₂ skal reduseres med 50% innen 1993 med basis i 1980. Bransjen som helhet tilfredsstiller dette.

1.4.2 Utslippsgrensene i 2. konsesjonsrunde

Det foreligger pr. desember 1989 bare 7 offentlig tilgjengelige konsesjoner i 2. konsesjonsrunde. Oppstillingen i tabell 1.5 til 1.9 viser utslippstillatelsene som de er gitt, omregnet til kg/tonn produkt og som tonn utslipp/år.

Suspendert stoff.

	Para- meter	Utslipps- grense	kg/tonn	tonn/år	Frist
Borregaard	Susp.organisk	5 t/d	10.9	1800	26/8-88
Follum	Susp.organisk	6 t/d	8.1	2555	13/9-88
		3 "	4.6	1460	31/8-90*
Greaker	Susp.organisk	450 t/år	10.0	450	16/9-88
		300 "	6.7	300	30/6-89
Norske Skog	Susp.organisk	9.0 t/d	6.0	3285	6/12-89*
		4.5 "	3.0	1640	31/3-92
Peterson	Fiber	1000 t/år	5.0	1000	1989
Saugbrugs Renseri	Susp.organisk	0.5 t/d		175	25/3-88
Cellulose	Susp.organisk	2.0 t/d	10.0	700	25/3-88
		1.5 "	7.5	525	1/5-90
Papirfabr.	Susp.materiale	6.0 t/d	8.8	2100	25/3-88
		4.5 "	6.6	1575	31/12-88
Tofte	Susp.materiale	4.0 t/d	4.7	1420	24/11-87
		" "	4.1	1420	/5-89

*: Klage

Tabell 1.5 Utslippsgrensene for suspendert stoff til vann i 2. konsesjonsrunde.

Tabellen er ikke fullstendig. Kun 7 konsesjoner er ferdigbehandlet.

Oppløst organisk materiale, KOF.

	Utslipps- grense	kg/tonn	tonn/år	Frist
Borregaard				
Cellulose, avlutforedl.	71 t/d	155	25560	26/8-88
	60 "	131	21600	30/3-89
	40 "	87	14400	31/12-89
	32 "	70	11520	31/12-91*
Blekeri	84 t/d	183	30240	26/8-88
	38 "	83	13680	31/12-93*
Avlutforedling	28 t/d	61	10080	26/8-88
	6 "	13	2160	31/12-91*
Follum	55 t/d	64	20075	13/9-88
	30 "	35	10950	31/8-90*
Greaker	3000 t/år	67	3000	16/9-88
Norske Skog	96 t/d	64	35040	6/12-89*
	42 "	28	15330	31/3-92
Peterson	10250 t/år	51	10250	1989
	8500 "	43	8500	1990
Saugbrugs				
Tømmerrenseri	1.0 t/d		350	25/3-88
Cellulosefabrikk	130 t/d	650	45500	25/3-88
	99 t/d	495	34650	1/5-90
Papirfabrikk	7 t/d	10	2450	25/3-88
Tofte	95 t/d	112	33725	24/11-87
	70 "	71	24850	31/12-92
	57 "	58	20235	1/1-95

*: Klage

Tabell 1.6 **Utslippsgrensene for oppløst organisk materiale til vann, målt som KOF, i 2. konsesjonsrunde.**

Tabellen er ikke fullstendig. Kun 7 konsesjoner er ferdigbehandlet.

Klororganiske forbindelser, AOX.

	Utslippsgrense	tonn/år	Frist
Borregaard	3.1 kg/tonn bleket masse	512	26/8-88
	2.0 " " "	330	31/12-89*
Greaker	5.0 kg/tonn bleket masse	225	16/9-88
	2.5 " " "	113	31/12-91
Saugbrugs	4.5 kg/tonn bleket masse	315	25/3-88
	2.0 " " "	140	1/5-90
Tofte	7.5 kg/tonn bleket masse	2250	24/11-87
	6.0 " " "	1800	31/12-88
	4.0 " " "	1400	31/12-91
	2.5 " " "	875	31/12-92
	2.0 " " "	700	1/1-95

*: Klage

Tabell 1.7 Utslippsgrensene for klororganiske forbindelser til vann, målt som AOX, i 2. konsesjonsrunde.

<u>SO₂</u>				
	Utslippsgrense	kg/tonn	tonn/år	Frist
Borregaard	36 kg/h	2	311	26/8-88
Follum	50 kg/h		438	13/9-88
Greaker	4 t olje/h, 1% svovel	14	643	16/9-88
Norske Skog	7.36 t olje/h, 1% svovel	2	1289	6/12-89
Peterson	5 kg/tonn cellulose	5	850	17/4-86
	" " "	"	1000	1990
Saugbrugs	10 kg/tonn cellulose	10	700	25/3-88
	7 " "	7	490	31/12-90
Tofte	5 kg/tonn cellulose	5	1500	24/11-87

Tabell 1.8 Utslippsgrensene for SO₂ til luft i 2. konsesjonsrunde.

Tabellene er ikke fullstendige. Kun 7 konsesjoner er ferdigbehandlet.

Støv

	Utslippsgrense	tonn/år	Frist
Borregaard			
Lignin	200 mg/Nm ³ t.g., 7 kg/h	60	26/8-88
Spray- tørke	100 " " , 16 "	38	26/8-88
Follum	100 mg/Nm ³ t.g., 10 kg/h	88	13/9-88
Greaker	1.5 kg/t olje, 4 t olje/h	48	16/9-88
Norske Skog	250 mg/Nm ³ , 30 kg/h	263	6/12-89
Peterson			
Sodahus	1.5 kg/tonn cellulose	255	1989
	" " "	300	1990
Kalkovn	0.15 kg/tonn cellulose	26	1989
	" " "	30	1990
Saugbrugs	250 mg/Nm ³ t.g., 15 kg/h	126	30/6-89
	100 " " 6 "	50	31/12-90
Tofte			
Sodahus	0.75 kg/tonn cellulose	263	/5-89
Kalkovn	0.15 kg/tonn cellulose	53	/5-89
Barkfyr	8 kg/h	68	24/11-87

Tabell 1.9 Utslippsgrensene for støv til luft i 2. konsesjonsrunde.

Tabellen er ikke fullstendig. Kun 7 konsesjoner er ferdigbehandlet.

1.5 KONTROLLSYSTEMER OG UTSLIPPSKRAV I ANDRE LAND

1.5.1 Lovgivning og kontroll

I Sverige fører alle større forurensende bedrifter forhandling-er/sak om retten til utslipp, og avgjørelsen tas av "Till-standsmyndigheten, Koncessionsnämnden för miljöskydd". Avgjørelsen kan overklages til regjeringen av bedriften eller av motparten, Statens naturvårdsverk, SNV. Kontrollen ligger under länsstyrelsen, som også gir konsesjonene ved mindre forurensende virksomhet. I august 1986 besluttet regjeringen å sette ned en aksjonsgruppe mot havsforurensninger med miljøvernministeren som ordfører. Dette resulterte i en "Aktionsplan mot havsförorenin-gar" (SNV-informasjon) i 1987 hvor treforedling får bred dek-ning, og en ny aksjonsplan er annonsert til 1990. Videre står et samarbeid med Finland angående utslippene til Bottenviken sentralt.

Finland har ikke hatt noen samlende, omfattende miljøvernlov, i motsetning til de fleste andre nordiske land. Miljøvernlov-givningen er bygget opp av et antall enkeltlover, reguleringer og instruksjer, som hver bare tar hensyn til den enkelte sektor. Denne uensartethet gjenspeiles i håndteringsapparatet, overvåk-nings- og kontrollsystemene, regler for straffetiltak osv.

Av spesiell viktighet for treforedlingsindustrien er "vann-loven" som ble vedtatt i begynnelsen av 1960, og luftforurens-ningsloven som ble laget i 80-årene. Det oppdelte lovverk har medført at den som ville starte en aktivitet, ikke har kunnet få endelig tillatelse før man har fått registrert og godkjent hver enkelt av det antall tillatelser som kreves.

Finland har undertegnet flernasjonale avtaler som 50% re-duksjon av SO₂-utslipp, samarbeidet mellom Østersjøstatene (Hel-singforskonvensjonen) etc.

Det finske miljøverndepartementet har utgitt omfattende rapporter som gir helhetsbildet av miljøpolitikk og realiserin-gen av den, der det tas opp en rekke ting rundt politikk, lov-

givning og forvaltning. Departementet har også utgitt et målprogram for "vann-vern" frem til år 1995, basert på prinsippbeslutninger i statsråd.

Canada har en deling mellom de føderale myndigheter og regionale myndigheter (provinsene). I 1988 kom en ny lov angående fiske-riene, som særlig berører forurensende industri på Vestkysten. En lov om luftkvalitet og "public health" ble også vedtatt i 1988, men den berører ikke treforedling direkte (forbud mot KFK-gasser etc.). Canada har sitt føderale "Environmental Protection Service, EPS", som tilsvarer det amerikanske EPA. Pro- vinsmyndighetene kan skjerpe kravene i forhold til de føderale myndigheters rammer, men de kan ikke gi dispensasjon fra dem. De kan også utarbeide retningslinjer hvis slike ikke finnes.

Fabrikkene er pålagt egenkontroll av utslippene og innrap- portering til myndighetene.

I USA er det "Environmental Protection Agency, EPA" som gir ut- slippstillatelser til miljøskadelig virksomhet, eller som dele- gerer en slik myndighet til de enkelte delstater. Fire av fem stater har idag fått slike rettigheter. Også tilsynet med be- driftene hviler på delstatadministrasjonen, mens årlige inspek- sjoner utføres av personell fra det regionale EPA-kontor. Fa- brikkene utfører selv prøvetaking og analyser.

EPA utfører meget grundige studier innen den enkelte bransje før de kommer med sine retningslinjer eller "standarder". Disse utarbeides på forskjellige nivåer utfra tilgjengelig rensetek- nikk og type forurensning. "Utslipp til vann" inndeles i tre klasser:

- Konvensjonelle forurensninger (BOF_5 , susp. stoff osv.)
- Toksiske forurensninger
- Ikke-konvensjonelle forurensninger

Også i Vest-Tyskland er det en ansvarsfordeling mellom føderale og regionale myndigheter (delstater). Rammelover fra de føde- rale myndigheter kan fortolkes og tilpasses skjønnsmessig av delstatsmyndighetene når det gjelder utslipp til vann, men ikke

når det gjelder utslipp til luft. Delstatene vedtar egne direktiver og lover for kontroll. Man har "Umweltbundesamt" som sakkyndig og rådgivende organ overfor miljøverndepartementet og Staten. UBA har imidlertid en langt mindre myndighet enn EPA (USA).

1.5.2 Utslippskrav

Det har ofte vært ytret ønske om å sammenligne utslippsforhold, miljøvernkrav, tiltak osv. i ens eget land, med tilsvarende forhold i andre land som "det er naturlig å sammenligne seg med". Det lar seg imidlertid ikke gjøre å sette opp en generell, relativt enkel oversikt, bl.a. av følgende grunner:

1. Valg av utslippsparametre som legges til grunn for konsekvenser osv., kan være forskjellig for de enkelte land, og også innen det enkelte land (f.eks. avhengig av type produkt/prosess, resipientforhold osv.).
2. Utslippsparametrene registreres på forskjellig måte fra land til land (biokjemisk oksygenforbruk over 5 eller 7 dager, dvs. BOF_5 eller BOF_7 ; sedimenterbart eller suspendert stoff som volum eller vekt pr. volumenhet, osv.)
3. Utslippsgrensene kan knyttes til produksjonsvolumet (kg/tonn), til en tidsperiode (kg/uke), til konsentrasjoner i utslipp (g/l, ppm), eller til forholdene i resipienten (f.eks. "ikke gi påvisbare effekter"), eller evt. hva de vil kunne føre til i en resipient (fiskeforsøk, toksisitetsstudier). Absolutte grenseverdier eller middelveidier kan legges til grunn.
4. Utslippsgrenser innen et land kan variere med fabrikkens beliggenhet (Stat/provins/region, resipientforhold osv.), tekniske muligheter og kostnadene ved de ulike alternative tiltak. Det foretas dessuten stadig nye konsesjonsbehandlinger, og utarbeidelser av nye, strengere krav.

Forsøk på å vurdere utslippskravene ved fabrikker i Norge i forhold til land som det er naturlig å sammenligne med, har vært gjort før. "Gruppen for Ressursstudier", GRS (tilknyttet NTNf), gjennomførte i tiden mars 1987 - mai 1988 et prosjekt med tittel "Miljøreguleringer i industrien - USA, Vest-Tyskland, Sverige og Norge" innen NTNf's program "Naturressurser og samfunn" (Rapport GRS 720, 25. mai 1988). Man fokuserte da nettopp på spørsmålet:

"Hvor streng er norsk forurensningspolitikk og norske miljøreguleringer i forhold til tilsvarende i andre sammenlignbare industriland?"

For at oppgaven skulle bli overkommelig, fant man det imidlertid nødvendig å begrense sammenligningen til tre industribransjer, deriblant treforedling. Derav valgte man igjen ut en type produksjonsprosess, nemlig TMP/papir, og lot denne bli representert ved en bedrift i Norge og en i Sverige blant de med strengest utslippskrav, og sammenlignet med "Best Practicable Technology" USA-standard fra 1977, og med tyske standarder. Med andre ord en betydelig innsnevring i forhold til prosjektets opprinnelige mål. Konklusjonen ble blant annet: "Totalt sett er det den svenske bedriften som har de strengeste kravene for utslipp til vann."

Blant hovedkonklusjonene het det: "Samlet synes norsk forurensningspolitikk og miljøreguleringer å ha vært mindre streng enn i USA og Vest-Tyskland. Basert på bedriftseksemplene kan det virke som om den også har vært mindre streng enn den svenske, særlig på utformingen av utslippskrav, men strengere i kontroll og håndhevelse. Eksemplene er imidlertid for få til å kunne generalisere." Dessuten konkluderte de senere at "Det sier imidlertid ikke automatisk noe om at forskjellig strenghet på denne måten er det samme som at miljøet i de 'strengest' orienterte landene er bedre enn i de øvrige."

Vi presiserer at også våre oversikter og vurderinger over utslippskrav i andre land tildels bare er basert på eksempler fra landene, og altså heller ikke må oppfattes som allmenngyldige.

Grenser for utslipp til vann

Land/type	Suspendert stoff utslipps- grense	Oppløst organisk utslipps- grense	Oppløst organisk utslipps- grense	omregnet til kg/t	omregnet til kg/t	Klororganiske utslipps- grense	forbindelser omregnet til kg AOX/t
Finland							
Sulfat	8 t/d	8.0	12 t BOF ₇ /d	8.5		1.4 kg AOX/t ²	1.4 ²
Mek.masse	3.5 t/d	2.5	5 " " "	3.6		-	
Sverige							
Sulfat	4.5 t/d	2.7	85 t KOF/d	52		1.2 kg TOCl/t	1.5 **
Sulfitt	0.3 %	3.0	10 t BOF ₇ /d	15		1.0 kg TOCl/t	1.25**
TMP	530 t/år	1.3	1050 t BOF ₇ /år	2.6		-	
V.-Tyskland ¹							
Sulfitt	10 kg/t	10	70 kg KOF/t	70		1.0 kg AOX/t	1.0
Mek.masse	0.5 ml/l		5 " " "	5		-	
Canada, B.C.							
Sulfat	10 kg/t	10	7.5 kg BOF ₅ /t	9*		Ingen krav	
Sulfitt	10 kg/t	10	50 " " 5 "	60*			
Mek.masse	10 kg/t	10	7.5 " " "	9*		-	
USA, EPA 1982 ¹							
Sulfat	16 kg/t	16	8 kg BOF ₅ /t	9.6*		Ingen krav	
Sulfitt	21 kg/t	21	15 " " 5 "	18*			
Mek.masse	6.9 kg/t	6.9	3.9 " " "	4.7*		-	

1: Basert på retningslinjer fra myndighetene.

2: Ingen krav pr. i dag. Miljøministeriet har besluttet at 1.4 kg/t innarbeides i nye utslippstillatelser fra Vattendomstolerna.

*: Estimert BOF₇-verdi med omregning BOF₇ = 1.2*BOF₅. Faktoren 1.2 er oppgitt fra SFT.

** : Estimert AOX-verdi med omregning AOX = 1.25*TOCl. Faktoren 1.25 er oppgitt fra SFT.

Tabell 1.10 Eksempler på gjeldende og foreslåtte utslippsgrenser for utslipp til vann fra treforedlingsbedrifter i andre land. Omregningene til kg/t er vist i vedlegg 2.

Grenser for utslipp til luft

Land/type	Svoveldioksid, SO ₂ utslipps- grense	H ₂ S, TRS utslippsgrense
Finland ¹ Sulfat	6.0 kg/t ⁴	Inngår i SO ₂
Sverige Sulfat	3.0 kg/t	10 mg/Nm ³ t.g. ⁵
Sulfitt	6.0 kg/t	
V.-Tyskland Sulfitt	0.5 g/m ³ (> 5 kg/h)	5 mg/m ³ (> 50 g/h)
Canada ¹ Sulfat, Quebec	6 kg/t	10-20 ppm som S
Sulfitt, B.C.	10 kg/t	
USA Sulfat	100-300 ppm	
Sulfitt	10 kg/t	

1: Basert på retningslinjer fra myndighetene.

4: Nye fabrikker får grense på 4.0 kg/t.

5: Gjelder sodakjel. Mesaovn har utslippsgrense 100 mg/Nm³ t.g.

Tabell 1.11 Eksempler på gjeldende og foreslåtte utslippsgrenser for utslipp av SO₂ og H₂S eller TRS til luft fra treforedlingsbedrifter i andre land.

1.5.3 Norske utslippskrav kontra utenlandske

Sverige ansees som et foregangsland når det gjelder miljøvernkrav og utslippsreducerende tiltak, spesielt med hensyn til vannforurensning. Norske forurensningsmyndigheter fremhever at Norge skal være i tetgruppen på dette området, selv om vi ikke skal være det direkte ledende land. Finland og Sverige har et nært samarbeide basert på det felles sjøområdet, Østersjøen og Den botnisk viken. Et ledd i det videre arbeidet frem mot et felles syn på miljøet og miljøverntiltak innen Norden har man fått ved det pågående samarbeidet om en felles handlingsplan mot havforurensning.

Når det gjelder suspendert stoff eller fiber, synes kravene i de nordiske land Finland, Sverige og Norge, å være strengere enn i Vest-Tyskland, USA og Canada. Med de ytterligere reduksjoner som er bebudet av såvel SFT som industrien selv, kan man anta at Norge kommer til å legge seg på et lavt utslippsnivå på dette området.

Sammenligningen av oppløst organisk stoff vanskeliggjøres av at parameteren ikke bestemmes direkte, men karakteriseres ved sitt oksygenbehov, som igjen kan knyttes til enten en omfattende våtkjemisk totaloksydasjon (kjemisk oksygenforbruk), eller det biokjemiske oksygenforbruk. Sistnevnte, som i et urenset treforedlingsavløp kan svare for $1/3 - 1/2$ av KOF-verdien, vil selvsagt få den største prosentvise nedgangen ved innføring av biologisk avløpsvannbehandling. Biologisk rensing forskyver derfor forholdet BOF/KOF betydelig. Slike renseanlegg finnes ikke ved noen norske treforedlingsfabrikker, men metoden er etterhvert ganske utbredt i de land vi her sammenligner oss med.

Av tabell 1.10 fremgår det at det kun opereres med KOF i Vest-Tyskland og delvis i Sverige, hvilket umuliggjør en generell sammenligning. Imidlertid kan det konstateres fra tabell 1.2 og 1.6 at norske sulfittfabrikker ligger på et svært høyt utslippsnivå av organisk materiale som oksygenforbrukende stoffer, samt at deres utslippsgrenser ligger på et høyt nivå i for-

hold til Vest-Tyskland og eksemplet fra Sverige. I følge SFTs langtidsplan skal utslippene av oppløst organisk stoff i Norge, målt som KOF, reduseres med 50% innen 1994.

For klororganiske stoffer er norske myndigheters målsetning 1 kg/t for sulfitt, og 2 kg/t for sulfatmasse innen 1995, som tilsvarer omtrent dagens utslippsgrenser i Sverige og Vest-Tyskland. Dagens utslippsgrenser i Norge ligger omtrent på det dobbelte av dette.

Blekeriavløp er trolig et av de felt der nordiske myndigheter spesielt vil søke å koordinere kravene.

For utslipp til luft begrenser sammenligningen seg til SO_2 . Også her peker Sverige seg ut som foregangsland, mens Norge ligger på et noe lavere nivå enn de øvrige landene. Det lar seg imidlertid ikke gjøre å sammenligne med Vest-Tyskland direkte, ettersom de oppgir kravet som g/m^3 i stedet for kg/t.

FORKORTELSER OG UTTRYKK

AOX	Adsorberbart Organisk Klor (eg. Adsorberbart Organisk Halogen). Mål for mengde klor bundet til organiske forbindelser. Denne målemetoden ligger vanligvis 20-30% høyere enn TOCl.
BOF	Biokjemisk Oksygen Forbruk. Mål for mengde oksygen som går med til biologisk nedbrytning av organisk materiale.
COD	Chemical Oxygen Demand. Samme som KOF.
CTMP	Chemi ThermoMechanical Pulp. Mekanisk masse der flisen er kjemisk forbehandlet.
KOF	Kjemisk Oksygen Forbruk. Mål for mengde oksygen som går med til kjemisk nedbrytning av organisk materiale.
NSSC	Neutral Sulfite Semi Chemical. Halvkjemisk masse.
TMP	ThermoMechanical Pulp, termomekanisk masse. Mekanisk masse forbehandlet med damp.
TOCl	Totalt Organisk Klor. Denne målemetoden ligger vanligvis 20-30% lavere enn AOX.
TRS	Totalt Redusert Svovel. Samlebetegnelse på svovelgasser med lavere oksidasjonsgrad enn SO ₂ . Mest vanlig er H ₂ S og metyl-merkaptan.

Omregning av utslippsgrenser til kg/tonn

Borregaard

Produksjonsgrense 165000 tonn/år ved 360 driftsdøgn/år
gir 458 tonn/døgn.

Follum

Produksjonsgrense 315000 tonn/år ved 365 driftsdøgn/år
gir 863 tonn/døgn.

Greaker

Produksjonsgrense 45000 tonn/år ved 335 driftsdøgn/år.

Norske Skog

Produksjonsgrense 550000 tonn/år ved 365 driftsdøgn/år
gir 1507 tonn/døgn.

Peterson

Produksjonsgrense 200000 tonn/år ved 350 driftsdøgn/år.

Saugbrugsforeningen

Produksjonsgrense 240000 tonn papir/år, 70000 tonn
bleket cellulose/år ved 350 driftsdøgn/år gir 686 tonn
papir/døgn, og 200 tonn bleket cellulose/døgn.

Tofte

Produksjonsgrense 300000 tonn/år ved 355 driftsdøgn/år
til mai 1989 gir 845 tonn/døgn.
Produksjonsgrense 350000 tonn/år ved 355 driftsdøgn/år
fra mai 1989 gir 986 tonn/døgn.

Omregning av utslippsgrenser til kg/t forts.

FINLAND

Utslippsgrensene og verdiene gitt som kg/tonn er oppgitt av The Finnish Pulp and Paper Research Institute.

SVERIGE

Sulfat: Produksjonsgrense: 600 000 tonn/år ved 365 driftsdøgn/år gir 1644 tonn/døgn.
Suspendert stoff: 4.5 t/d = 2.7 kg/t
Oppløst organisk: 85 t KOF/d = 52 kg KOF/t

Sulfitt: Produksjonsgrense: 240 000 tonn/år ved 365 driftsdøgn/år gir 658 tonn/døgn.
Oppløst organisk: 10 t BOF₇/d = 15 kg BOF₇/t

TMP: Produksjonsgrense: 405 000 tonn/år.
Suspendert stoff: 530 t/år = 1.3 kg/t
Oppløst organisk: 1050 t BOF₇/år = 2.6 kg BOF₇/t



O-89163

Treforedlingsindustriens ytre miljø

Resipientens tilstand

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.:

89163

Undernummer:

Løpenummer:

2397

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:	Dato:
Treforedlingsindustriens ytre miljø. Resipientens tilstand.	31/10-1989
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
Bente M. Wathne Kjell Baalsrud	89163
	Faggruppe:
	Miljøteknisk
	Geografisk område:
	Sør- og Midt-Norge.
	Antall sider (inkl. bilag):
	57

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
Utvalg for ytre miljø og treforedlingsindustrien	22733/FW

Ekstrakt:
Treforedlingsindustrien påvirker sine resipienter på flere måter. De fleste bedriftene det er funnet opplysninger om, har en markert virkning på nærområdene, og noen har også tydelige effekter på større vassdrags- eller sjøområder. Rapporten beskriver utslippet til og virkningen i hver enkelt resipient. Bransjens samlede utslipp for 1988 var på 2.992 tonn adsorberbart organisk halogen, 29.094 tonn suspendert stoff og 277.298 tonn oppløst organisk stoff. Fosforutslippet ble estimert til 73 tonn.

4 emneord, norske:

1. Treforedlingsindustri
2. Utslipp
3. Ytre miljø
4. Resipient

4 emneord, engelske:

1. Pulp and paper industry
2. Wastwater
3. Surroundings
4. Recipient

Prosjektleder:

Bente M. Wathne

Bente M. Wathne

For administrasjonen:

Bjørn Olav Rosseland

Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-1702-9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0 - 89163

TREFOREDLINGSINDUSTRIENS YTRE MILJØ.

RESIPIENTENS TILSTAND.

Oslo, 24. januar 1990

Bente M. Wathne og Kjell Baalsrud

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
1. INNLEDNING	5
2. RESIPIENTOVERSIKT	8
2.1 Øvre Glomma	9
2.2 Nedre Glomma / Singlefjorden	11
2.3 Iddefjorden / Tista	15
2.4 Ytre Oslofjord	16
2.5 Drammelselva	18
2.6 Farriselva / Larviksfjorden	22
2.7 Skienselva / Frierfjorden	24
2.8 Fossingfjorden	28
2.9 Kammerfosselva / Kilsfjorden	29
2.10 Nidelva	29
2.11 Sønedeledfjorden	31
2.12 Otra	33
2.13 Tyrifjorden / Begna / Randselva	36
2.14 Mjøsa / Hunnelva	39
2.15 Trondheimsfjorden	42
2.16 Beitstadfjorden	45
3. OPPSUMMERING OG DISKUSJON	46
4. LITTERATUR	48

FORORD

Utvalg for Ytre Miljø og Treforedlingsindustrien har arbeidet med en plan som skulle gi oversikt over situasjonen i det ytre miljø rundt treforedlingsindustrien i dag. Et av hovedpunktene i oversikten ble kalt resipientens tilstand, og utvalget ga Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) i oppdrag å utføre denne delen av arbeidet.

Basert på en liste over norske treforedlingsbedrifter som Papirindustriens Forskningsinstitutt (PFI) har satt opp, er det laget en oversikt over bedriftene med tilhørende resipienter. For hver resipient er tilstand og belastning er beskrevet. Grunnlagsmaterialet har vært tilgjengelige rapporter utarbeidet ved NIVA og andre institusjoner.

Vi takker for godt samarbeid og verdifulle kommentarer fra Finn Willoch, PFI og utvalgets medlemmer.

Oslo, januar 1990

Bente M. Wathne

1. INNLEDNING

Treforedlingsindustrien har alltid hatt et stort vannforbruk og vært en viktig kilde til vannforurensning både lokalt og over større områder i vassdrag og fjorder. Forurensningsproblemer på grunn av utslipp til vann er registrert både i Norge og i andre land. I løpet av 70- og 80-årene er flere bedrifter lagt ned og utslippskravene er blitt strengere. Strengere krav har medført at gjenvinnings- eller renseanlegg er tatt i bruk, som f.eks. ved inndamping og forbrenning av avlut. Det har gitt bedre forhold i en del resipienter, men forurensningsproblemene på grunn av utslipp fra treforedlingsindustri er fremdeles store.

Treforedlingsindustrien omfatter tremasseprodusenter, sulfitt- og sulfatcellulosefabrikker, papirfabrikker og wallboardfabrikker. Avløpsvannets mengde og sammensetning vil variere fra bedrift til bedrift avhengig av produksjon og prosesser, og det er spesielt bedrifter som produserer og bleker cellulose som har størst utslippsmessig betydning. Her vil en betydelig del av utslippet være vannløselige stoffer.

For produsenter av mekanisk masse, tresliperier, trefiberplater, magasin- og avispapirfabrikker vil utslippet hovedsakelig bestå av organisk materiale. Dette materiale inneholder et stort antall kjemiske forbindelser som dels er vannløselige og dels foreligger som kolloidale eller partikulære forbindelser. En viktig del av dette er partikkel og fiberutslipp.

Utslippet påvirker bunnområdene dels ved tildekking med fiber, og dels ved økt tilførsel av organisk stoff som er næring for bakterier og dyr. Tilslamming med sedimentert materiale gjør det vanskelig eller umulig for organismer å etablere seg, og økt næringstilførsel vil gi økt biologisk aktivitet og endre vekstforholdene og likevekten mellom de forskjellige organismene. I hardt belastede områder kan det oppstå problemer med uønsket vekst av sopp og bakterier (saprobiering). I de fri vannmasser vil det organiske stoffet bli omsatt og kan føre til oksygensvikt eller råttent vann. I overflatevannet vil utslipp i tillegg skape misfarging, skumdannelse og lukt.

Organisk materiale angis ved:

- Kjemisk oksygenforbruk KOF
- Biokjemisk oksygenforbruk BOF_5 eller BOF_7

I enkelte tilfeller bestemmes også totalt organisk karbon (TOC). KOF gir et tilnærmet uttrykk for det teoretiske oksygenbehovet ved fullstendig oksydasjon av organisk stoff, mens BOF_5 eller BOF_7 angir den mengden organisk stoff som nedbrytes av mikroorganismer i løpet av 5 (BOF_5) døgn eller 7 (BOF_7) døgn. Forholdet mellom KOF og BOF vil variere med utslippstypene, men BOF-verdiene vil alltid være lavere enn KOF-verdiene. Tryland (1982) har satt opp en oversikt over sammenhengen mellom KOF og BOF i forskjellige utslipp fra treforedlingsindustrien. Tabell 1 viser at BOF_5 vil variere mellom 12% og 50% av KOF-verdiene.

Tabell 1. Sammenligning av KOF og BOF_5 for noen typer avløpsvann fra treforedlingsindustri (Data fra NCASI-rapport, 1972).

Prøvetype	KOF (mg/l)	BOF_5 (mg/l)	BOF (% av KOF)
Kartong, sileri	576	233	40
Kartong, biologisk rensert	144	32	22
Ubleket sulfat sedimentert	802	400	50
Ubleket sulfat biol. rensert	327	67	20
Bleket sulfat sedimentert	684	260	38
Bleket sulfat biol. rensert	290	36	12

Vannuløselige fiber og partikler angis som:

- Partikulært stoff bestemmes ved GF/A-filtrering ($> 10 \mu\text{m}$)
- Fiber ($> 70 \mu\text{m}$)

Porestørrelsen på filteret for bestemmelse av partikulært stoff er her større enn det som ellers er vanlig ved slik klassifisering ($>0.4 \mu\text{m}$).

Treforedlingsindustrien har også utslipp av næringssaltene fosfor og nitrogen. Sammen med utslippet av lett nedbrytbare organiske forbindelser bidrar dette til økt biologisk aktivitet i området rundt utslippspunktet. Utslippene av næringssalter fra treforedlingsindustrien er som regel forholdsvis små i forhold til andre utslipp fra industri og kommunal kloakk. Helt lokalt kan de likevel ha betydning for eutrofieringen hvis resipientforholdene er dårlige.

Sure utslipp fra produsenter av kjemisk masse kan også medføre forurensningsproblemer, spesielt ved utslipp til ferskvann med dårlig bufferkapasitet. Store pH-svingninger eller generelt lav pH vil ødelegge livsgrunlaget for fisk og dens næringsdyr.

Fra klorblekeriene ved sulfat- og sulfittcellulosefabrikkene slippes det ut klor og klorerte forbindelser i tillegg til organisk materiale. Ca. 10-12% av tilsatt mengde klor finnes igjen i vannutslippet som organisk bundet klor, resten som uorganisk klorid. Klorerte organiske forbindelser har flere uheldige miljømessige aspekter. Persistens som medfører at stoffene nedbrytes langsomt i naturen, bioakkumulering som medfører anrikning i levende organismer som fisk, skjell m. m., og mutagenitet som medfører endring i arvestoffet, eller kreftfremkallende effekter.

Klorerte dioksiner og dibenzofuraner er den gruppe av klorerte organiske forbindelser som har vært mest omtalt i de senere årene. Enkelte av disse tilhører de mest giftige forbindelsene vi kjenner, og de har betydning for utvikling av kreft. Den giftigste forbindelsen er 2,3,7,8-tetraklor-dibenzo-p-dioksin (2,3,7,8-TCDD). Når mengdene av de andre dioksin- og furanforbindelsene i en prøve er bestemt, regnes disse om etter hver enkeltforbindelses giftighet til 2,3,7,8-TCDD ekvivalenter. Utslippet fra treforedlingsindustriens klorblekerier er anslått til 2-5 g 2,3,7,8-TCDD ekvivalenter pr. år, med Tofte Industrier som den største enkeltkilden (Knutzen m. fl., 1988, Koch Christensen, 1989).

For vurdering av klorutslipp fra blekerier benyttes:

- Totalt organisk bundet klor TOC1
- Adsorberbar organisk halogen AOX
- Ekstraherbart organisk klor EOC1

Når effekten av klorerte forbindelser i resipienten skal vurderes, benyttes også spesialanalyser av de spesifikke klororganiske forbindelsene.

Før 1970 benyttet treforedlingsindustrien kvikksølv for å hindre uønsket mikrobiell vekst på trevirket. Kvikksølv fra denne perioden ligger fremdeles lagret i resipientenes sedimenter, og herfra kan det lekke ut kvikksølv som vil forurense og gi forhøyede verdier i vann og biologisk materiale. Selv om utslippet er av gammel dato vil man fremdeles måtte ta hensyn til dette kvikksøvet som en mulig forurensningskilde i dagens situasjon.

2. RESIPIENTOVERSIKT

Treforedling i vid forstand har forårsaket kraftig vannforurensning helt siden oppgagsagen ble tatt i bruk omkring 1600-tallet. Den moderne treforedling med sliperier og cellulosefabrikker tok til omkring 1900-tallet og førte mange steder til store vannforurensningsproblemer. Antall fabrikker kulminerte i løpet av de første 10-20 årene etter siste verdenskrig. Det er nå gjennomført en betydelig strukturendring, rasjonalisering og modernisering. I denne korte beskrivelsen er det lagt vekt på å beskrive dagens tilstand, og det er derfor ikke gjort forsøk på å beskrive forurensningsutviklingen de enkelte steder.

Fra Finn Willoch i Utvalg for ytre miljø og treforedlingsindustrien er oversendt en liste over norske treforedlings- og wallboardbedrifter med tilhørende resipienter. Ut fra denne listen er bedriftene gruppert etter resipienttilhørighet, og i dette kapitlet er hver resipient med tilhørende bedrifter behandlet for seg.

For mange av bedriftene er det ikke gjort spesielle undersøkelser med tanke på å kartlegge virkningene av den enkelte bedrift på resipienten. Det er da funnet frem til rapporter eller bakgrunnsstoff som omhandler resipienten og forurensningen av denne mer generelt.

På grunnlag av rapport 2B:8 fra Nordmiljø 80 har Finn Willoch også gjort et anslag over bedriftenes utslipp av fosfor der dette ikke er oppgitt fra bedriften selv eller SFT. Disse tallene inneholder store usikkerheter, og er derfor merket med (e) for estimert. Enkelte verdier for oppløst organisk stoff er også estimert, og disse er på tilsvarende måte merket med (e). Nordmiljørapporten har også tall for nitrogenutslipp, men disse er enda mer usikre enn fosfortallene. De angis også med et større variasjonsområde (se vedlegg 1).

2.1 Øvre Glomma

Rena Kartonfabrik A/S

Produksjon 1988:

Kartong (av mekanisk masse) : 35.000 tonn/år

Utslipp 1988:

Fosfor	:	1 tonn/år (e)
Suspendert materiale	:	580 tonn/år (fiber - aske)
Oppløst organisk stoff, KOF	:	600 tonn/år

Resipienten:

Glomma drenerer et område på 41.767 km². Av dette utgjør området før samløp med Vormå 20.670 km². Jordbunnen ved Rena og i den nordlige delen av vassdraget består av glasifluviale avsetninger, mens marine avleiringer dominerer fra Elverumområdet og sørover. Et kart over Glommavassdraget er vist i figur 1. Vannføringen i Glomma måles flere steder deriblant ved Rena. Vinterverdiene ligger på ca. 100 m³/s og sommer- og høstverdiene på 200-300 m³/s. Under vårflommen kan vannføringen være i overkant av 2000 m³/s.

I Glomma er det betydelige fiske- og friluftsjnteresser. Glomma er videre råvannkilde for drikkevann til mange områder, bl. a. for Nedre Romerike, Sarpsborg og Fredrikstad.

Forurensningstilførsler til Glomma kommer fra befolkning, jordbruk og industri. I NIVA-rapporten Glåma i Hedmark (Lingsten og Holtan, 1981) er bidraget fra de forskjellige kildene beregnet. Beregningene inneholder usikkerheter men gir likevel et bilde av forholdene som gjør det mulig å vurdere bidraget fra Rena Kartonfabrik A/S til forurensningen av Glomma ved Rena. Dette er gjort i MiljøForskarGruppens rapport fra 1987 (Lindestrøm og Landner, 1987).

Nedstrøms Rena er transporten av BOD₇ beregnet til 2600 tonn/år. Fordelingen på hovedkildene er antatt å være nesten 50% fra jordbruksvirksomhet, ca. 20% fra befolkning og 27% fra industri. Utslippet fra Rena Kartonfabrik A/S anslås til 640 tonn/år (1.75 tonn/døgn) som utgjør 25 av de 27 prosentene. Beregnes BOD₇-tilførslene fra Renaområdet blir kartongfabrikkens andel av denne tilførselen 85%. Beregnes fosfortilførslene på samme måte, vil bidraget fra kartongfabrikken utgjøre mindre enn 0.5% av

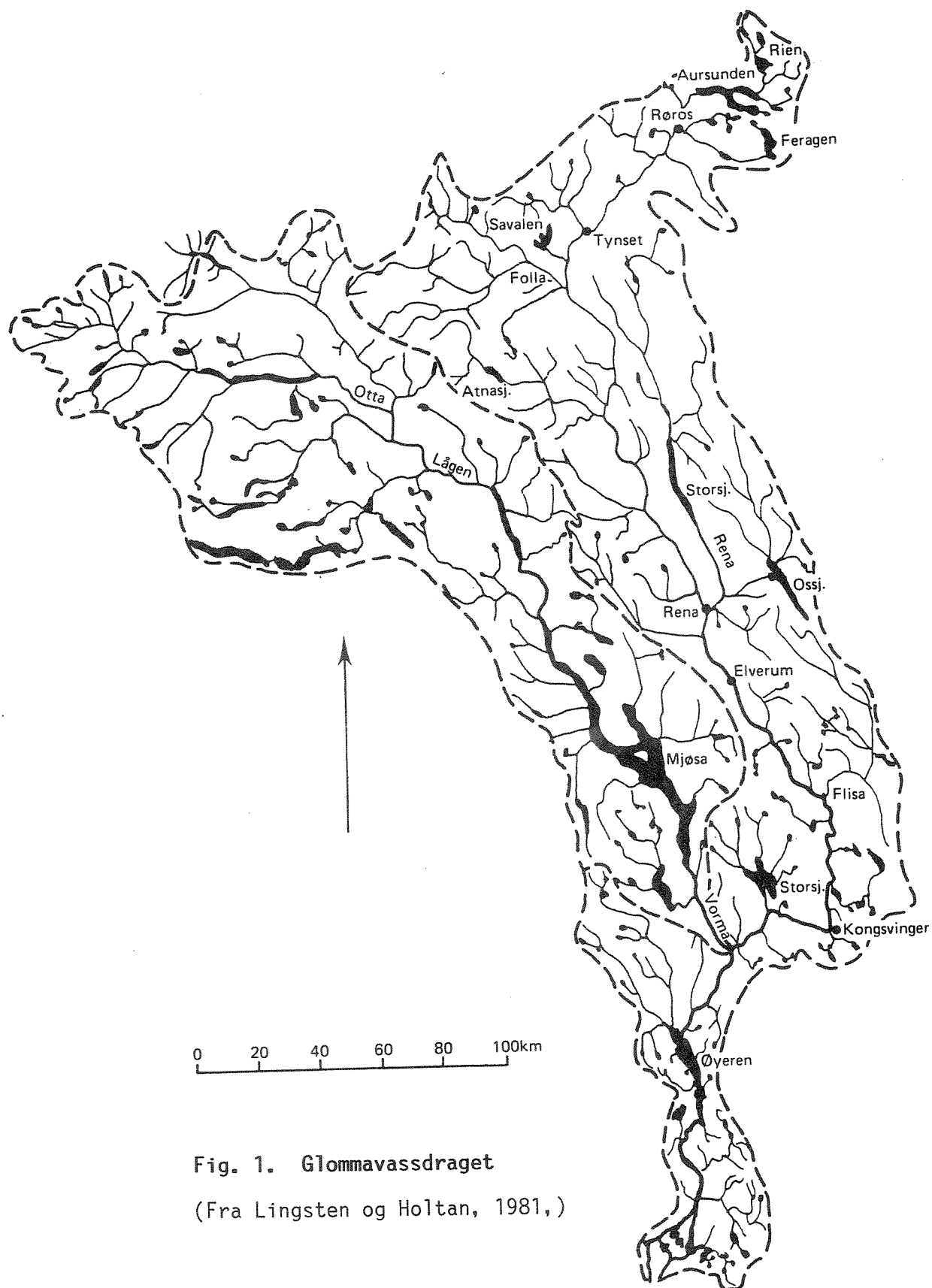


Fig. 1. Glommavassdraget
(Fra Lingsten og Holtan, 1981,)

fosfortransporten nedstrøms Rena, mens utslippet fra fabrikk vil utgjøre ca. 5% av de totale fosfortilførslene fra Renaområdet.

Rena Kartongfabrikks påvirkning på Glommavannet er moderat og lokalt begrenset. Vannkvaliteten i Glomma ved Rena betegnes som god.

2.2 Nedre Glomma / Singlefjorden

Borregaard Industries Limited
Glomma Papp A/S
A/S Greaker Industrier
Sarpsborg Papirfabrikk

Produksjon 1988 (tonn/år):

	Borregaard	Glomma Papp	Greaker	Sarpsb. Papir
Bleket sulfatmasse	:		(29.100) ¹	
Bleket sulfittmasse	:	148.000		
Papp	:	16.545		
Papir	:		23.554	32.825

¹ Greaker kjøper inn oksygenbehandlet sulfatmasse. Massen blekes ved bedriften, og størstedelen går til egen papirproduksjonen.

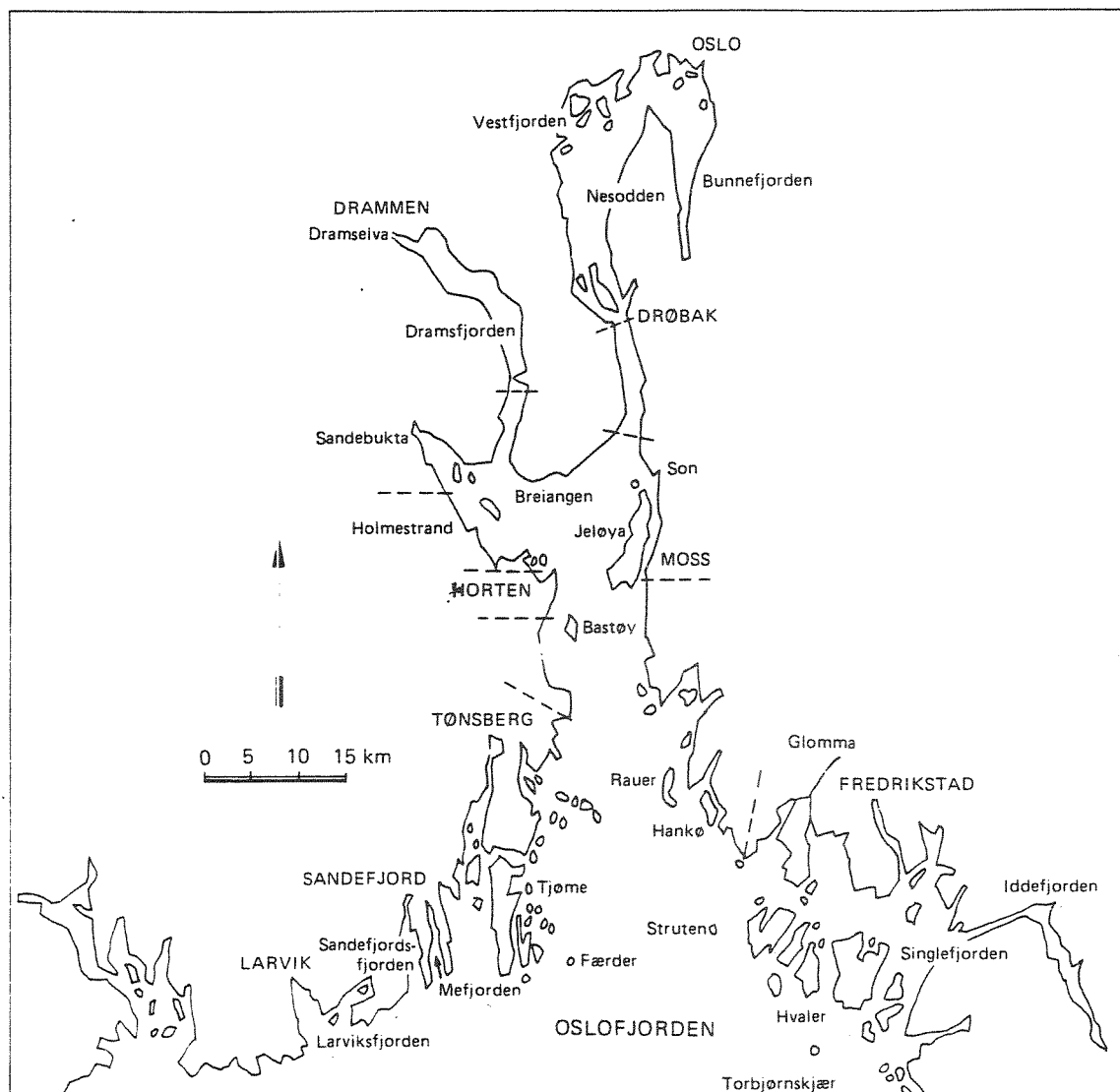
Utslipp 1988 (tonn/år):

	Borregaard	Glomma Papp	Greaker	Sarpsb. Papir	Tot.	
Fosfor	:	5			5	
Adsorb. organisk halogen, AOX:(e)	436		120		(e) 556	
Suspendert stoff	:	1.509	163	292	272	2.236
Oppløst organisk stoff, KOF	:	53.000	516	2.700	(e)660	56.876

Resipienten:

Som en del av Statlig program for forurensningsovervåking har NIVA utført en basisundersøkelse i Glomma og Hvaler/Singlefjordområdet (Skei,1984). Undersøkelser i Glomma har også pågått i flere år (Lingsten,1983,1984).

Kart over området er vist i figur 2. Glommavannet renner ut i



Figur 2. Oslofjordområdet.
(Fra Magnusson og Rygg, 1988.)

Singlefjorden-Hvalerområdet som er et gruntvannsområde på 240 km². Vannføringen i nedre del av Glomma varierer fra 300-500 m³/s i vinterperioden og opp til 3000 m³/s under vårsmeltingen. Glommas løp nedenfor Sarpsfossen har i mange år vært preget av industri- og boligforurensning. Området innenfor Hvaler er et viktig område for fiske og friluftsliv. Forurensningene i dette området må også sees i sammenheng med forurensningssituasjonen i hele ytre Oslofjord (Baalsrud og Magnusson 1989).

Vannkvaliteten oppstrøms Borregaard angis å ha "normalt" innhold av fosfor og nitrogen, relativt lavt innhold av organisk materiale (sammenlignet med middelverdier for svenske elver), men høye turbiditetsverdier, spesielt ved høy vannføring. (Landner og Lindestrøm 1987). Med et KOF-utslipp på 53.000 tonn pr. år og en middelvannføring i Glomma på 700 m³/s utgjør utslippet fra Borregaard en KOF-økning på ca. 2.5 mg/l i ellevannet. Ved lavere vannføring vil økningen bli forholdsmessig større.

Ferskvannet fra Glomma blandes med underliggende sjøvann i selve elveutløpet innenfor og utenfor Hvalerøyene og Singlefjorden. En del utfelt materiale føres trolig tilbake med inngående og underliggende sjøvannsstrømmer, slik at forurensninger og partikler til dels holdes tilbake i området og transporten ut til Skagerrak reduseres (Magnusson og Skei, 1984). Vannkvaliteten i Singlefjorden-Hvalerområdet bestemmes i stor utstrekning av vannføringen og vannkvaliteten i Glomma.

Vannkvaliteten i nedre del av Glomma påvirkes av jordbruksaktivitet, industriutslipp og urensset kloakk. Overflatevannet i Hvalerområdet karakteriseres av høy turbiditet og derved også lite siktedyp. Det dårlige siktedypet skyldes hovedsakelig erosjon fra jordbruksarealer og bakkeplanering. Planktonproduksjonen er liten innenfor de mest Glommapåvirkede delene av Hvalerområdet. Bløtbunnsfaunaen er kraftig redusert, og i enkelte tilfeller helt borte. Under en dykkerundersøkelse i Hvalerområdet forsommeren 1987 (Landner og Lindestrøm, 1987) ble det observert en utarming av brunalgefloraen, og mangel på revirhevdende småfisk, fiskerogn og frittlevende kreps. Viktig grunner til dette er dels overflatevannets lave siktedyp som gir en begrenset planktonproduksjon dels utfellinger av jernhydroksid som dekker bunnen i store områder. Disse utfellingene har en annen kilde enn treforedlings- industri. Men vi kan ikke helt se bort fra at treforedlingsindustrien med utslipp av harpikssyrer o.l. kan være en medvirkende årsak.

Den viktigste grunnen til den fattige dypvannsfaunaen er den lave konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet, mens akkumulering av jern kan være medvirkende årsak. På sensommeren er det registrert forekomster

av hydrogensulfid. Til tross for at reduserte industriutslipp har gitt bedre forhold er det til tider anstrengte oksygenforhold i bunnvannet. Utslippene fra Borregaard utgjør en viktig del av det oksygenforbrukende materialet, og bidrar vesentlig til de dårlige oksygenforholdene. Den prosentvise betydningen av utslippene fra Borregaard ble anslått for 1986 (Landner og Lindestrøm 1987) :

- Lett nedbrytbart organisk materiale, BOD₇ : ca. 30%
- Total mengde løst organisk materiale, KOF : ca. 20%
- Suspendert organisk materiale : ca. 10%
- Total nitrogen : ca. 1.5%
- Total fosfor : ca. 3.5%

Ved lav vannføring i Glomma øker Borregaards andel av lett nedbrytbart organisk materiale til nærmere 60%.

For å få en klar forbedring av tilstanden i resipienten ble det anbefalt at utslippene (1986) av organisk materiale målt som BOD₇ og KOF skulle halveres (Landner og Lindestrøm, 1987). Det samme gjaldt klorutslippene målt som TOCl.

En undersøkelse av skrubbe fanget i Hvaler- og Singlefjordområdet høsten 1988 (Monfelt m. fl. 1989) konkluderer likevel med at belastningen av klororganiske forbindelser, harpikssyrer og dioksin kan karakteriseres som lav i forhold til hva som er funnet i fisk utenfor andre nordiske treforedlingsbedrifter. De målte nivåene angis å være på samme nivå eller i enkelte tilfeller måtelig forhøyet i forhold til hva som finnes i "upåvirkede" områder.

Forurensningsproblemene i denne resipienten er betydelige, og skyldes landbruk, treforedling og annen kjemisk industri. Treforedlingsindustriens utslipp av organisk materiale er av vesentlig betydning for de dårlige oksygenforhold som råder i de dypere vannlag. Som vist i utslippsoversikten er det utslippene fra Borregaard som dominerer det samlede utslipp fra treforedlingsindustrien til denne resipienten.

2.3 Iddefjorden / Tista

Saugbrugsforeningen

Produksjon 1988:

Bleket sulfittmasse	: 71.400 tonn/år
Papir av mekanisk masse	: 215.345 tonn/år

Utslipp 1988:

Fosfor	: 11 tonn/år (e)
Adsorberbart organisk halogen, AOX	: 286 tonn/år
Suspendert stoff	: 2.845 tonn/år
Oppløst organisk materiale, KOF	: 45.320 tonn/år

Resipienten:

Kart over området er vist i fig 2. Iddefjorden er ca. 25 km lang og største målte dyp er 48 m. De dypere vannlagene er avskåret fra vannmassene utenfor fjorden av to terskler ved Svinesund på ca. 8-10 m dyp. Iddefjorden er i hele sin lengde grensefjord mellom Norge og Sverige. Såvel industri som befolkning er overveiende på norsk side og Norge må bære det fulle ansvar for den forurensning som har preget fjorden nesten hele dette hundreåret. Fiske og friluftsliv har vært sterkt skadelidende.

På grunn av stor forurensningsbelastning er Iddefjorden jevnlig undersøkt, og i Statlig program for forurensningsovervåking er Iddefjorden behandlet i flere rapporter (Magnusson m. fl. 1982, Efraimsen 1982).

Det er tre hovedkilder til forurensningene i Iddefjorden, utslippene fra Saugbrugsforeningen, kommunalt avløpsvann fra Halden og tilførsler fra Tista. Tilførslene fra kommunalt avløpsvann er små fordi ca. 80% av befolkningen er tilknyttet det kommunale renseanlegget. Ferskvannstilførslene til Iddefjorden kommer hovedsaklig fra Tista (60%) og Berbyelva (30%).

Midlere siktedyp i Iddefjorden er omkring 1.5 m, unntatt i Halden-Ringdalsfjordområdet hvor det er omkring 1 m (Landner, 1986). I enkelte perioder er det godt grunnlag for vekst av planteplankton i Iddefjorden, men lavt siktedyp og giftvirkningene fra

Saugbrugsforeningens avløpsvann motvirker en økning av biomassen. Det er registrert en bedring av vannkvaliteten i deler av Iddefjorden ved påvisning av nyetableringer av f.eks blæretang og tarmgrønne (Efraimsen m. fl. 1984). De veksthemmende egenskapene ved Saugbrugsforeningens avløpsvann er likevel så viktige at nyetableringen er ujevn og langsom.

På grunn av stor belastning med organisk stoff vil det under 10-20 m dyp periodevis være lave oksygenkonsentrasjoner eller oksygenfritt vann, og det er påvist mer enn 10 ganger så høye konsentrasjoner av organisk stoff i overflaten som i dypvannet (Fogelquist og Josefson, 1981). Saugbrugsforeningens andel av organisk belastning og suspendert stoff er svært høy.

Det er også påvist klare gradienter av klororganiske forbindelser både vertikalt og horisontalt i sedimentene (Carlberg m. fl., 1981). Biologiske tester indikerer at utslippet fra Saugbrugsforeningen kan gi toksiske effekter helt ut mot munningen av Iddefjorden ved normal vannføring i Tista.

Iddefjorden er meget forurenset, og det er høy belastning med organisk stoff og klorerte forbindelser som utgjør hovedproblemet. Utslippene fra Saugbrugsforeningen er den dominerende årsaken til forholdene.

2.4 Ytre Oslofjord

M. Peterson og Søn (Mossesundet)
Hurum Fabrikker
Sande Paper Mill A/S (Sandebukta)
Tofte Industrier

Produksjon 1988(tonn/år):

	M. Peterson	Hurum	Sande	Tofte
Sulfatmasse	: 160.000			
Papir	: 139.400 ¹	33.162		
Fluting (av halvkj. masse)	:		78.000	
Bleket sulfatmasse	:			288.066

¹ Fra egen sulfatmasseproduksjon. Resten av sulfatmassen selges til A/S Greker Industrier.

Utslipp 1988(tonn/år):

	M. Peterson	Hurum	Sande	Tofte	Totalt	
Fosfor	:	2.6		3.5 (e)5	(e)11.1	
Adsoberb. org. halogen,AOX	:			1.900	1.900	
Suspendert stoff	:	721 ²	346	1.365	1.056	3.488
Oppløst organisk stoff,KOF	:	11.737	(e)660	14.664	31.800	58.861

² Målt med 70 u filter (i stedet for 10 u).

Resipienten:

Oslofjorden er et stort og mangfoldig fjordområde som strekker seg 100 km inn fra Skagerrak. Rundt fjorden bor det 1.1 million mennesker. Fjorden er et av Nordeuropas viktigste rekreasjonsområder. Det foregår et betydelig kommersielt fiske i hele fjorden, samtidig som den er landets viktigste sjøvei.

Områdene syd for tersklene ved Drøbak og Svelvik kalles for Ytre Oslofjord. Det er i den nordligste del av dette området, Breidangen, Sandebukta og Mossesundet at treforedlingsbedriftene har sine utslipp. Fra dette området og ut mot Skagerrak er det flere dypbassenger atskilt av relativt dype terskler. Ned til omlag 100 m dyp er det "fri" utveksling med havet utenfor.

I Sandebukta har det vært utført en rekke undersøkelser (Magnusson, 1988). Den siste avsluttede undersøkelsen ble utført for SFT i 1989 og er under rapportering. Utslippsforholdene har endret seg lite i de senere år, det samme gjelder virkningene i resipienten. På bunnen er det stedvis betydelige avsetninger av organisk partikulært materiale, som tildels stammer fra nedlagt eldre virksomhet. Utslippet fra bedriften fordeles i det øvre vannlag, og forårsaker et ekstra oksygenforbruk i hele buktas vannmasser. Når utslippet p.g.a. uhell har foregått på dypt vann, har det i løpet av kort tid oppstått oksygenfritt dypvann. Resipientkapasiteten kan neppe økes ved å endre på utslippsordningen. Forbedringer av vannkvaliteten kan derfor bare skje ved å redusere utslippenes størrelse. Under flom vil Sandeelva gjøre Sandebukta grumset og bakterieholdig, men forøvrig har utslipp fra bebyggelse og landbruk i dag relativt liten lokal betydning for resipienttilstanden (Baalsrud og Magnusson, 1989).

I Mossesundet har det likeledes vært utført flere undersøkelser. Den sist avsluttede ble utført for SFT i 1988 (Baalsrud m.fl. 1989).

Utslipet skjer direkte til overflaten og forårsaker misfarging, skumming og lukt. På bunnen er det nær utslippet betydelig organisk stoff og trefiber i sedimentene. Det skyldes til dels eldre utslipp. Organismesamfunnene på bløtbunn og på strendene er sterkt påvirket i den søndre delen av sundet. Hele vannmassen i den sydlige delen av sundet har redusert oksygeninnhold, men stort sett ikke lavere enn det fisk og andre organismer kan leve under. Beregninger viser at dagens utslippsmengde tilført bunnvannet ville forårsake oksygenfritt vann i løpet av kort tid. Forbedringer i resipienttilstanden kan bare skje ved å redusere tilførslene. Andre utslipp har i dag relativ liten betydning for forholdene.

Utslipet fra Tofte skjer i dag på dypt vann utenfor bedriften og innlagres på 10-25 m dyp. I dette området er det til enhver tid kraftige vannstrømmer som fører det innlagrede avløpsvannet enten innover i Drøbaksundet eller utover i Breidangen. Det har vært påvist lokale effekter på veksten av alger i strandsonen og på sedimenter (Lindestrøm m.fl. 1989). Det ble ikke påvist harpikssyrer i blåskjell langs strendene. Det har hittil ikke vært utført direkte undersøkelser om spredning og virkning av utslippene i de fri vannmassene i Breidangen. Utslippene fra Tofte er omtrent lik summen av utslippene fra de andre tre bedriftene. Vi må derfor anta at det har en betydelig virkning på oksygenforholdene i intermediært vann, selv om utslippet er spredt over et så stort område at det kan være vanskelig å påvise med sikkerhet en sammenheng mellom utslipp og virkning.

2.5 Drammenselva

A/S Holmen-Hellefoss
A/S Sunland-Eker Papirfabrikker
Union Geithus

Produksjon 1988(tonn/år):

	Holmen-H.	Sunland-E.	Union G.
Papir	: 34.599	19.105 ¹	15.000

¹ Ca. 14.000 tonn av dette er produsert med avfallspapir som eneste råstoff.

Utslipp 1988(tonn/år):

	Holmen-H.	Sunland-E.	Union G.	Totalt
Fosfor	: (e) 1			(e) 1
Suspendert stoff	: 478	1.155 ²	133 ³	1.766
Oppløst organisk stoff, KOF	: (e) 1.400	(e)380	(e)300	(e)2.080

² Fyllstoff + fiber. Sunland-Eker startet i 1988 et trommelfilter som sluttrensaneanlegg på hele vannutslippet. På grunn av dette ventes utslippet av suspendert stoff redusert til ca. 220 tonn i 1989.

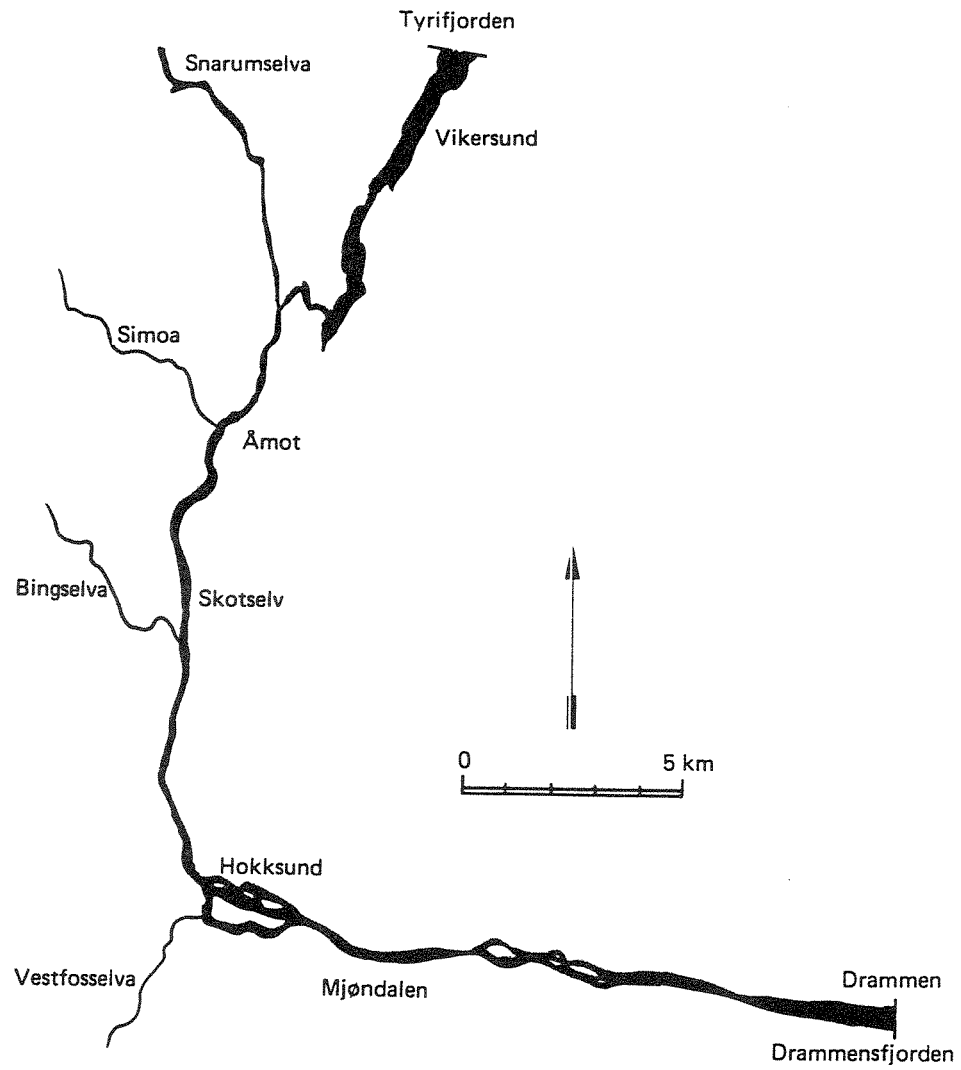
³ Fiber

Resipienten:

Drammenselva fra Tyrifjorden til Drammensfjorden er ca. 46 km lang og har et fall på 63 m. Det vesentligste fallet utgjøres av 6 fosser i den øverste delen av elva (Vikfoss, Geithusfoss, Gravfoss/Katfoss, Embretfoss, Døvikfoss og Hellefoss). Hellefoss ligger ca. 19 km fra utløpet, og herfra til fjorden er det bare et jevnt og svakt fall. De geologiske forholdene i nedbørfeltene ovenfor Tyrifjorden og oppstrøms samløpet mellom Snarumselva og Drammenselva er slik at det naturlige avrenningevannet får lavt innhold av oppløste salter. Løsavsetningene i den nederste delen av vassdraget består i det alt vesentlige av marine leirsedimenter, som bidrar til et høyt partikkelinnhold i elvevannet i perioder. Det lokale nedbørfeltet på vel 2000 km² er ellers for lite til å påvirke den naturlige vannkvaliteten vesentlig. Drammenselva har et betydelig laksefiske og annet fiske. Friluftssinteressene er også store.

På grunn av kraftproduksjon og flere større magasin høyere opp i vassdraget, er vannføringen over året blitt utjevnet. Vintervannføringen er øket, og vårflommen er dempet. Midlere vannføring ved utløpet av Drammenselva er nå 315 m³/s.

Som en del av Statlig program for forurensningsovervåking ble Drammenselva undersøkt i perioden 1982 til 1984 (Lingsten, 1985). Resultatene viste at vannkvaliteten ved Snarumselva og Vikersund øverst i vassdraget var klart den beste. Bare her var den bakteriologiske kvaliteten slik at den tilferdsstillet kravene til vann for friluftsbad. Vannets innhold av lettredbrytbart organisk stoff var relativt høyt, og næringsforholdene var moderate. I denne delen av elva har det ikke vært noen forandring i vannkvaliteten siden 1977, da Buskerud fylke satte i gang overvåkingsundersøkelser i Drammenselva.



Figur 3. Drammenselva.

(Fra Lingsten, 1985.)

Nedleggelse av treforedlingsindustri har gitt positive endringer i vannkvaliteten lenger ned i elva. Umiddelbart etter samløpet mellom Drammenselva og Snarumselva har det frem til 1981 vært registrert store mengder heterotrof vekst (sopp og bakterier). I 1981 var denne veksten forsvunnet, og denne bedringen skyldtes nedleggelsen av Katfoss fabrikker. I hele elva ned til Bybrua i Drammen har det vært en markert minskning i organisk stoff siden 1980, og denne forbedringen må antas hovedsaklig å skyldes nedleggelsen av en rekke treforedlingsbedrifter i perioden.

Nedre del av elva var betydelig til sterkt forurenset med tarmbakterier. Årsaken er sterk belastning med husholdningskloakk.

Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen beregnet i 1986 forurensningstilførsler til Drammenselva fra befolkning, industri, jordbruk og arealavrenning. Tilførslene av organisk stoff (BOF_7) ble beregnet til vel 2400 tonn. Befolkningen bidro med i underkant av 1100 tonn, mens industrien i området tilførte vel 1000 tonn, eller 42%.

Treforedlingsindustriens utslipp utgjorde ca. 70% av bidraget fra industrien. Beregningene var basert på produksjonstall fra 1983 samt gjeldende konsesjonskrav. Forholdene i 1989 er endret fordi 5 av de 8 treforedlingsbedriftene som inngikk i beregningene i 1986 nå er nedlagt. Disse bedriftenes utslipp utgjorde omtrent halvparten av det totale utslippet av organisk materiale fra treforedlingsindustrien til Drammenselva. Under forutsetning av at andre utslippstall ikke er vesentlig endret, vil dette redusere industriens utslipp fra 1000 til 650 tonn (BOF_7), og treforedlingens andel av indstriutslippet til i overkant av 50%.

For tilførslene av fosfor hadde industrien mindre betydning. Bidraget fra befolkningen var det største, og ble beregnet til ca. 50%, mens bidraget fra industri ble beregnet til 5-10% (Fylkesmannen, 1986, Lingsten, 1985).

Drammenselva er klart påvirket av forurensning. Treforedlingsindustriens utslipp av organisk materiale er fortsatt en viktig forurensningskilde i dette området. Bransjens betydning i forhold til andre utslippsskilder er likevel redusert i takt med nedleggelsene.

2.6 Farriselva / Larviksfjorden

Treschow-Fritzøe

Produksjon 1988:

Halvkjemisk masse	: 35.908 tonn/år
Mekanisk masse	: 21.299 tonn/år
Wallboard	: 15.953 tonn/år

Utslipp 1988:

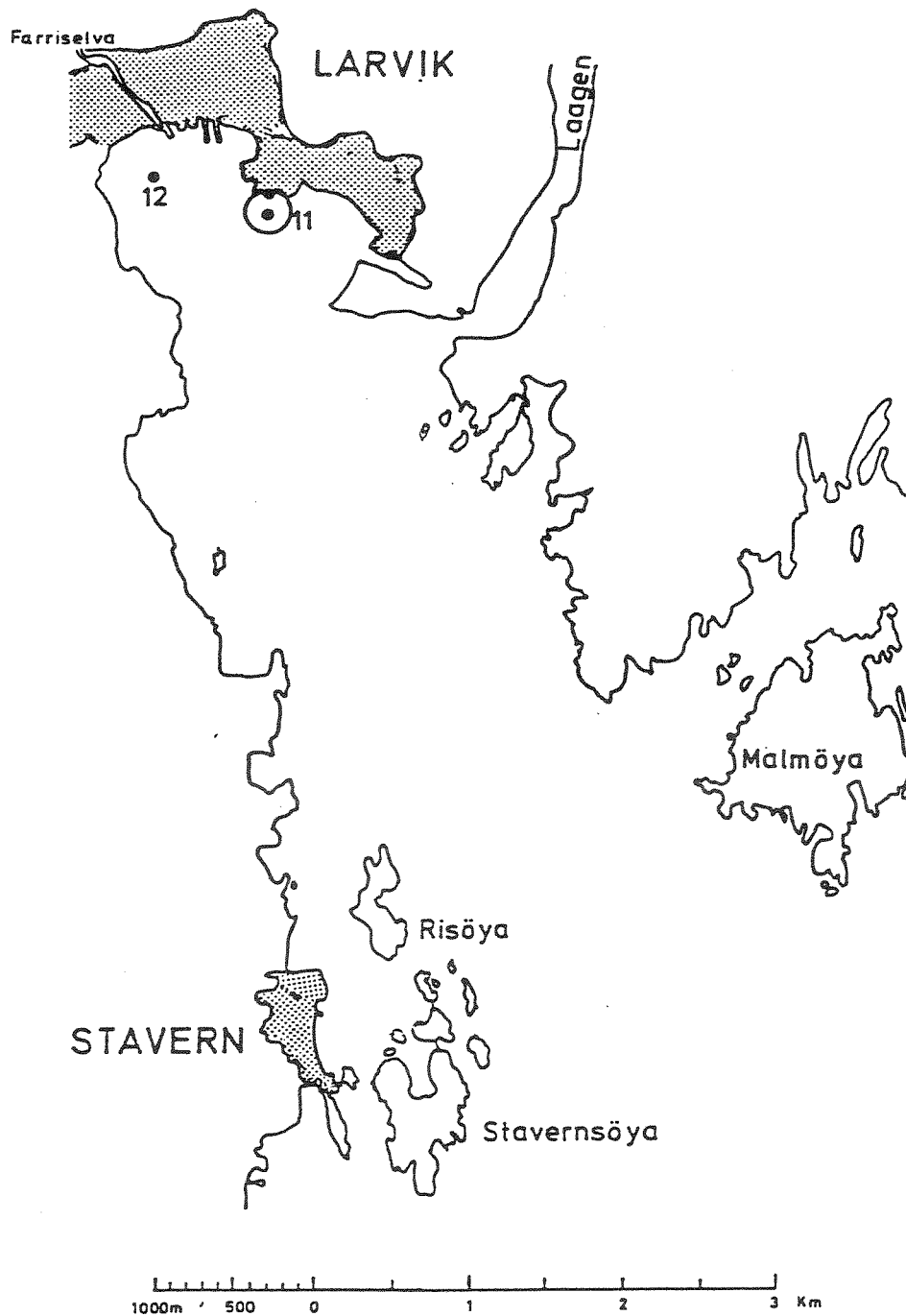
Fosfor	: 1.6 tonn/år (e)
Suspendert stoff	: 880 tonn/år
Oppløst organisk stoff, KOF	: 15.820 tonn/år

Resipienten:

De to elvene Numedalslågen og Farriselva munner ut i Larviksfjorden. Den midlere vannføringen for månedene mai-august i 1985 var 173 m³/s for Numedalslågen og 12.4 m³/s for Farriselva. I 1978/1979 ble elvenes tilførsler av organisk stoff, fosfor og nitrogen beregnet til over 50% av den totale tilførselen til Larviksfjorden.

Den første omfattende resipientundersøkelsen i Larviksfjorden ble foretatt i 1976 (Rosenberg, 1976). Det er senere foretatt årlige undersøkelser fra 1978, og sommeren 1985 ble det foretatt en mer omfattende undersøkelse av Larviksfjorden (Hydrokonsult 1980, 1986). Undersøkelsen omfattet bunnfaunaen, klorofyll og næringsalter i de øvre vannlag, siktedyp, TOC fra 0 til 50 m dyp, temperatur og tetthet fra 0 til 50 m dyp og bunnsedimentundersøkelse. Rapporten konkluderte med at bunnfaunaundersøkelsen viste klart at den organiske belastningen i fjorden hadde økt i løpet av en 10-årsperiode. Spesielt innerst i fjorden var bunnfaunaen kraftig påvirket av organisk belastning (treflis, trefiber m.m.) og det var sterkt forurensningstilpassede arter som dominerte. Ved Larvik havn var organismene tilpasset oksygenfattige forhold. Alle undersøkelsene utover i fjorden forbi Malmøya og Stavernsøya viste at det hadde vært en negativ utvikling for bunnfaunaen i perioden 1978 - 1985.

Sedimentprøver ble analysert på tørrstoff, glødetap, nitrogen, fosfor, svovel, kvikksølv, bly, kadmium, krom og sink. Det var bare kadmiuminnholdet som var av samme størrelsesorden som det en finner i upåvirkede prøver, men påvirkningen var beskjedent, bortsett fra i



Figur 4. Larviksfjorden.
(Fra Hydroconsult, 1986.)

havnebassenget i Larvik og Stavern. Innerst i fjorden ble det funnet omtrent 30 ganger så høye kvikksølvkonsentrasjoner som det en finner i mer påvirkede områder.

Konklusjonene i denne rapporten er siden imøtegått av MiljøForskarGruppen (Landner og Lindestrøm, 1988) som fikk alt tidligere materiale til ny vurdering. De konkluderte med at det eksisterende datagrunnlaget var for spinkelt til at de konklusjoner som var trukket i Hydroconsultrapporten angående organisk belastning og effekter på bunnfauna kunne ansees for gyldige. En ny omfattende undersøkelse gjennomføres av Miljøplan A/S i 1989, og rapport ventes i februar/mars 1990.

For fjorden som helhet har oksygenforholdene vært stabile og tilfredsstillende, bortsett fra indre havnebasseng. Her var oksygenforholdene i dypvannet ikke tilfredsstillende. Nitrogen- og fosforverdiene i Larviksfjorden var gjennomgående lave. Bakteriologiske undersøkelser viste at vannet var dårligst i havnebassenget i Stavern og Larvik, men ca. 70% av prøvene tatt i hele fjordområdet tilfredsstilte kravene til badevann.

Generelt kan Larviksfjorden betegnes som en god resipient, med gode oksygenforhold. Det skyldes hovedsaklig den åpne forbindelsen og de gode utskiftningsforholdene man har til havområdet utenfor. Bortsett fra i indre del påvirkes ikke fjorden i nevneverdig grad av tilførselene av organisk stoff.

2.7 Skienselva / Frierfjorden

Union Bruk

Produksjon 1988:

Mekanisk masse	: 179.688 tonn/år (til papir)
Halvkjemisk sulfittmasse	: 31.682 tonn/år (hvorav 27.564 til papir)

Utslipp 1988:

Fosfor	: 7.2 tonn/år
Suspendert stoff	: 6.810 tonn/år
Oppløst organisk stoff, KOF	: 23.700 tonn/år

Resipienten:

Forurensningssituasjonen i Skienselva/Frierfjorden har gjennom mange år hindret andre brukerinteresser som fiske og friluftliv. Det er under utarbeidelse en tiltakspakke som skal vurdere rehabilitering for å bedre forholdene for de forskjellige brukergruppene.

Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva er en del av Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingen startet i 1977 etter en tre-års basisundersøkelse. Resultatene fra overvåkingsprogrammet presenteres i årlige rapporter (Rygg m. fl. 1984, 1988, Skei 1981).

Skienselva fra Skien til Frierfjorden er ca. 10 km lang. Nedbørfeltet består i det alt vesentlige av jordbruksland og urbaniserte områder. Vannføringen varierer normalt mellom 45 m³/s og 800 m³/s, med en beregnet middelvannføring på 270 m³/s. Elva er sterkt regulert.

Skienselva munner ut i Frierfjorden som via Brevikstrømmen står i forbindelse med Langesundsfjorden og hele fjordsystemet utenfor (se fig.5). Indre Frierfjord består av et basseng med største dyp på ca. 100 m. Ved Brevik er det en terskel som i vesentlig grad hindrer utskiftning av dypvannet i Frierfjorden. Terskelen har et største dyp på 23 m. Ferskvannstilførselen til Frierfjorden domineres av Skienselva som skaper et permanent brakkvannslag i fjordsystemet. Sjøvann fra Frierfjorden trenger opp i Skienselva helt opp til Skien. På grunn av denne sjiktningen i Skienselva, vil oksygeninnholdet i vannet i de dypeste delene av elva ofte være meget lavt. Vårflommen skyller vanligvis ut og fornyer de dypeste lagene, og da øker oksygeninnholdet også her. Oksygenforholdene i bunnvannet er derfor avhengig av vannføringen i elva. Ved undersøkelser av oksygenforholdene i de øvre vannlagene i 1980 årene, har disse vist seg å vært bra.

Vannkvaliteten ved utløpet fra Norsjø betegnes som god og sammenlignes med vannkvaliteten i Glomma oppstrøms Rena (Lindestrøm, 1987). Norsjø er vannkilde for kommunene og industrien i området. Målinger sommeren 1987 viste at utslipp langs elven ga en 3-5 gangers økning i innholdet av oksygenforbrukende stoffer, turbiditet og totalt fosfor (Vannlaboratoriet i Telemark, Arne Kjellsen i Lindestrøm, 1987).

Målinger av suspendert partikulært materiale i Skienselva har gitt noe varierende resultater. Generelt er turbiditeten høyest under vårflommen, da jorderosjonen er størst. Ved høy vannføring er det også størst sannsynlighet for at tidligere sedimentert materiale rives løs

og gir bidrag til turbiditeten. Nedenfor Union er det registrert opprevne flak av fiber når vannføringen er høy. Det gir luktproblemer og rent estetisk problemer. Ved lav vannføring og dermed liten fortykning vil bedriftens utslipp også kunne gi perioder med høy turbiditet i nærområdet. Sannsynligheten for at turbiditeten skal bli så høy at den har skadelig effekt for ferskvannsfisk ansees for liten (Lindestrøm, 1987).

Frierfjorden er en viktig resipient for både industrielt og kommunalt avløpsvann, og er regnet som en av landets mest belastede fjorder. En viktig belastningen på fjorden har vært miljøgifter fra andre bedrifter enn Union. For belastningen med organisk materiale har imidlertid trefordelingsindustrien stor betydning, og når det gjelder totalutslippene av suspendert materiale til Skienselva og Frierfjorden var det i 1987 Union Bruk som sto for den alt overveiende delen.

Utslipp av organisk og suspendert materiale forårsaker høyt oksygenforbruk og grumset vann. Siktedypet i Frierfjorden bestemmes i hovedsak av vannkvaliteten ved utløpet av Skienselva. Undersøkelser har vist at siktedypet i Frierfjorden er redusert i perioden 1980 til 1986. Hovedårsaken til dette må være økte tilførsler med Skienselva av partikulært materiale og oppløst stoff som gir farge. Sedimentundersøkelser i Frierfjorden i 1980 viste at det organiske innholdet på dypbunnen i nordre del av fjorden og nedenfor Skienselvas munning var meget høyt (40-50%), og inneholdt mye fiber. I den sørlig del av fjorden lå det organiske innholdet på 30-40%, og utenfor Brevik var det 12-15% (Skei, 1981). I upåvirkede sedimenter er innholdet 4-5%.

Lindestrøm (1987) har beregnet Unions del av den totale tilførselen av organisk materiale og næringssalter til Frierfjorden. Beregningene inneholder usikkerheter men gir likevel et godt inntrykk av fordelingen mellom Union og andre kilder:

- KOF	35%
- BOD ₇	55%
- Fosfor	2.5%
- Nitrogen	0.4%

Hovedkildene for tilførsler av fosfor og nitrogen er kunstgjødsel-fabrikkene på Herøya og befolkningen. Tilførslene av næringssalter er så store at det registreres eutrofieringssymptomer også utenfor Brevik.

Oksygeninnholdet i overflatelagene i Frierfjorden er tilfredsstillende.

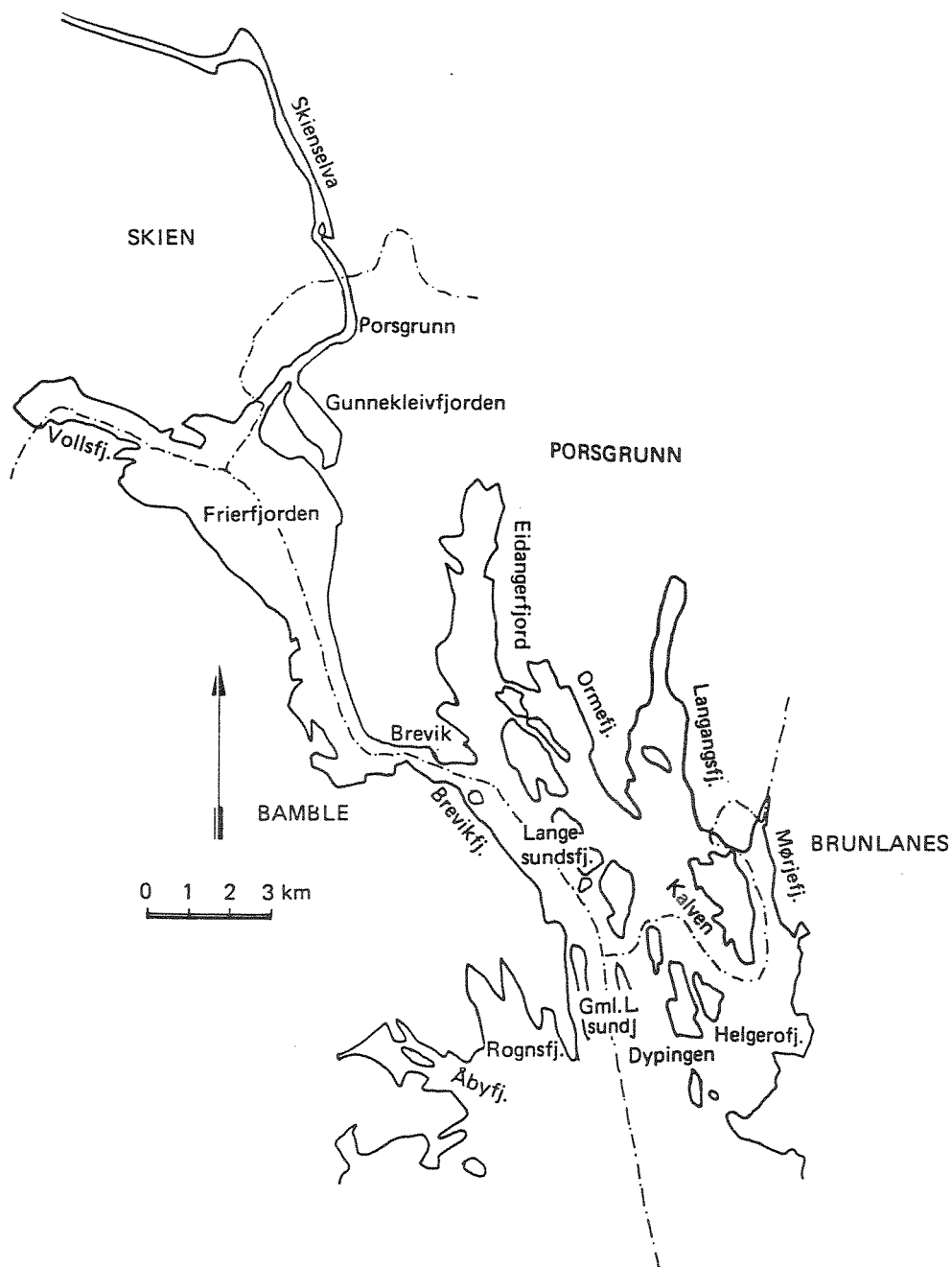


Fig. 5. Oversiktskart over Grenlandsfjordene.
(Fra Ibrek og Gulbrandsen, 1989.)

I det intermediære laget er det periodevis anstrengte oksygenforhold og i sjeldne tilfeller også hydrogensulfid. De dårligste forholdene registreres i forbindelse med større utskiftninger av dypvannet i fjorden. Dypvannet i Frierfjorden har dårlige oksygenforhold og inneholder hydrogensulfid i kortere eller lengre perioder.

Frierfjorden er betydelig forurenset på grunn av industriutslipp. For miljøgifter og næringssalter har utslippet fra Union liten betydning, men for belastningen med organisk materiale har utslippet avgjørende betydning.

2.8 Fossingfjorden

Fossing Tresliperi

Produksjon 1988:

Mekanisk slipmasse : 3000 tonn/år

Utslipp 1988:

Fosfor : 0.1 tonn/år (e)
 Suspendert stoff : 35 tonn/år (ekskl. bark)
 Oppløst organisk stoff, KOF : 60 tonn/år (e)

Resipienten:

Fossingfjorden er ca. 90 m dyp, og har en terskel på 20-30 m dyp mot den åpne kysten. I forbindelse med en egnethetsundersøkelse for fiskeoppdrett på Skagerrakkysten (Dahl og Danielssen, 1987) er det bestemt saltholdighet og oksygen og målt temperatur i vannet. Resultatene viste at det var stagnerende forhold fra ca. 30 m dyp. Det ble også påvist klart oksygenvinn i 20 og 30 m dyp. Mot bunnen var det dannelse av H₂S. Rapporten omfattet ikke noen oversikt over forurensende utslipp til fjorden, så det er ikke mulig å angi hvor stor betydning utslippene fra Fossing Tresliperi har for de dårlige oksygenforholdene som ble målt i 20 og 30 m dyp. Men det er klart at fra naturens side er dette en dårlig resipient på grunn av dårlige utskiftningsforhold.

Ansatte ved Miljøavdelingen hos Fylkesmannen i Telemark har sommeren 1989 tatt prøver i Fossingfjorden. Resultatet av disse undersøkelsene

skal rapporteres senere i en egen rapport fra undersøkelser i fjordene i Bamble og Kragerø. Det visuelle inntrykket av fjorden helt lokalt ved Fossing Tresliperi oppgis å være at den er tildels sterkt forurenset. Som et resultat av fiberutslipp og utslipp av organisk materiale sees tendenser til soppbegroing (Oland, Fylkesmannen i Telemark pers. medd.).

2.9 Kammerfosselva / Kilsfjorden

A/S Vafos Brug

Produksjon 1988:

Slipmasse : 43.340 tonn/år

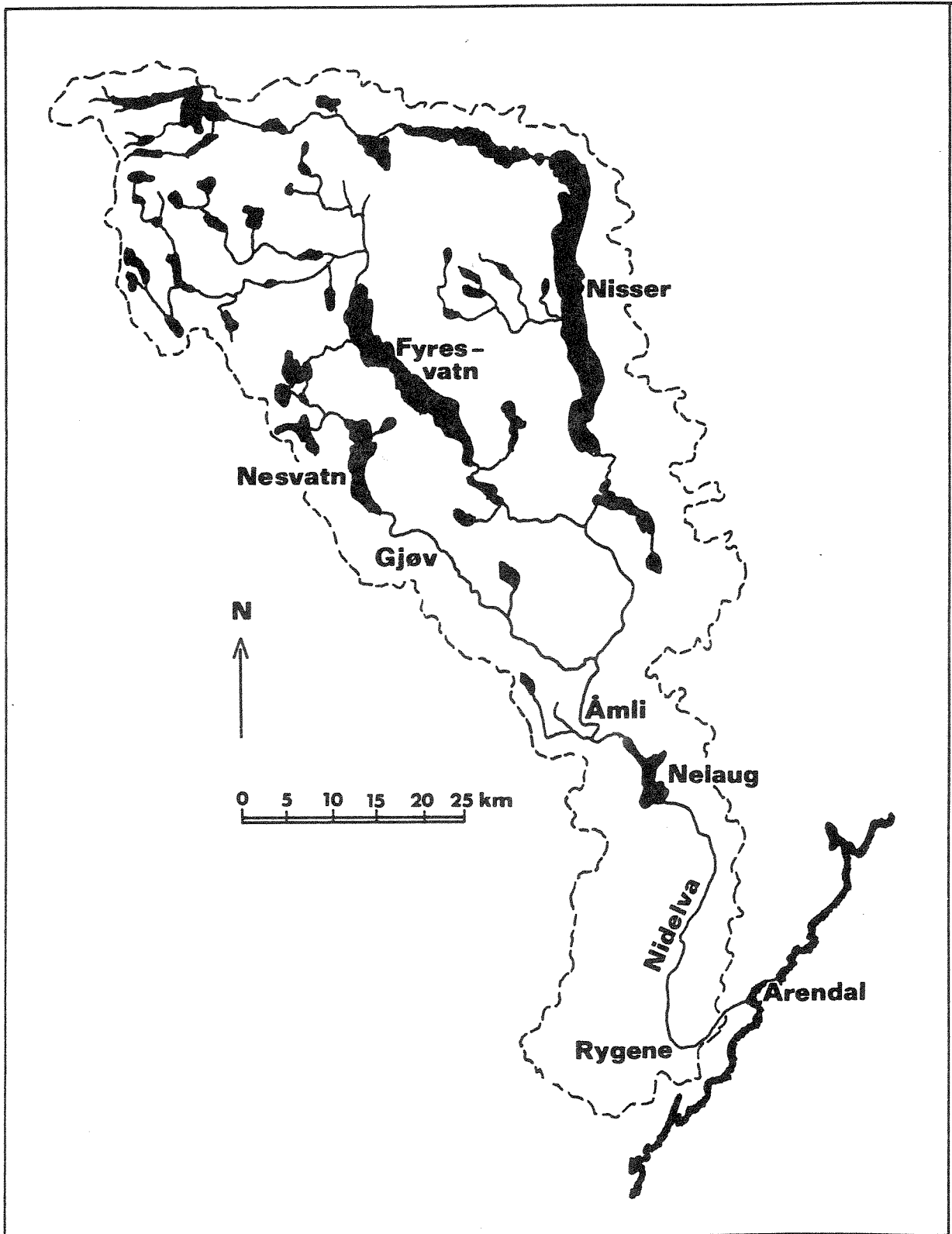
Utslipp 1988:

Fosfor : 1 tonn/år (e)
 Suspendert stoff : 460 tonn/år (inkl. bark)
 Oppløst organisk stoff, KOF : 800 tonn/år (e)

Resipienten:

Det er ikke funnet opplysninger om undersøkelser av vannkvaliteten i Kammerfosselva. Men fisk og vannprøver ble analysert på kvikksølv i perioden 1968-75. Resultatene viste at konsentrasjonene av kvikksølv i fisken i området sank etter at kvikksølvbruken ble stoppet i 1970 (Underdal og Håstein, 1971, Steinnes m. fl. 1976). Fra Oland hos Fylkesmannen i Telemark opplyses at elva er sterkt tilslammet og uten særlig liv. Ved utløpet av Kammerfosselva er det store mengder sedimentert fiber. Kilder til fiberutslippene er Kammerfoss Brug som ble nedlagt i 1986 samt Vafoss Brug.

Kammerfosselva munner ut i Kilsfjorden som er litt over 100 m dyp og stikker ca. 15 km inn i landet. Kilsfjorden angis å ha terskler på 20-30 m mot det åpne Skagerrak ytterst i skjærgården sydvest for Jomfruland. I de dypere vannlag i Kilsfjorden er det registrert oksygensvikt og råttent vann (Dahl og Danielsen, 1987). På samme måte som Fossingfjorden er Kilsfjorden fra naturens side en dårlig resipient. Grunne terskler hindrer naturlig utskiftning av de dypere vannmassene. Det er ikke gjort undersøkelser som gjør det mulig å fastslå hvor stor betydning utslippene fra treforedlingsindustrien har for de dårlige oksygenforholdene i de dypere vannmassene, men Statens



Figur 6. Nidelvas nedbørfelt. Rygene er inntegnet.
(Fra Hindar og Grande, 1988.)

biologiske stasjon Flødevigen har undersøkt de hydrografiske og biologiske forhold i Kilsfjorden siden tidlig på 1900-tallet, og angir at de ikke har registrert noen vesentlige forandringer i denne perioden. De angir også at forekomsten av torskeyngel i Kilsfjorden har vært økende i de senere år.

2.10 Nidelva

Rygene-Smith & Thommesen A/S

Utslipp 1988:

Fosfor	:	1.4 tonn/år (e)
Suspendert stoff	:	450 tonn/år (inkl. bark)
Oppløst organisk stoff, KOF	:	1.300 tonn/år (e)

Resipienten:

Nidelvas nedbørfelt er på 3841 km², og middelvannføringen er på 124 m³/s. Det er ikke funnet rapporterte undersøkelser av effekter av utslippet fra Rygene-Smith & Thommesen på Nidelva. Eva Boman hos Fylkesmannen i Aust-Agder opplyser at utslippet fra bedriften kommer ut i en kraftverkstunnel, og at sedimentert fiber, flis og bark finnes i tunnelen og flere kilometer nedover elva. Store matter av sedimentert materiale er avleiret på bunnen og langs elvebredden. Fra Fylkesmannens kontor er det ytret ønsket om at det foretas undersøkelser i Nidelva i forbindelse med ny konsesjonsbehandling for bedriften.

Det er gjort en undersøkelse av forurensningseffekter fra tre barkfyllinger ved Rygene nederst i Nidelva (Hindar og Grande, 1988). Målinger viste at avrenningsvannet var sterkt forurenset og var giftig for lakseyngel, men avrenningen fra barkfyllingene hadde ingen merkbar effekt på vannmassene i Nidelva, antakelig på grunn av den store fortynningseffekten.

2.11 Søndeledfjorden

A/S Egelands Verk

Produksjon 1988:

Mekanisk masse	:	12.000 tonn/år
----------------	---	----------------

Utslipp 1988:

Fosfor	:	0.4 tonn/år (e)
Suspendert stoff	:	70 tonn/år (ekskl. bark)
Oppløst organisk stoff, KOF	:	240 tonn/år (e)

Resipienten:

Gjerstadvassdraget og de nære sjøområder utenfor ble undersøkt i perioden 1981-1984 (Boman, 1985). Rapporten gir også en beskrivelse av Søndeledsfjorden: Søndeledsfjorden er en typisk terskelfjord med stor ferskvannstilførsel. Dårlig vannutskiftning kombinert med stor organisk belastning fra treforedling og kloakk fører til utbredelse av råttent bunnvann i fjorden mesteparten av året. Under spesielle forhold kan råttent sulfidholdig vann blande seg med overflatevannet og forårsake vond lukt i omgivelsene. Innholdet av næringsalter i øvre vannlag er moderat, men i bunnvannet er konsentrasjonene økte bl.a. på grunn av utlekking av fosfor fra sedimentene. Algeveksten er ikke spesielt stor. Søndeledsfjorden er betydelig belastet med tarmbakterier.

I forbindelse med egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerrakkysten ble Søndeledsfjorden undersøkt (Dahl og Danielssen, 1987) i 1985 og 1986. Da ble det også registrert dårlige oksygenforhold og enkelte funn av H_2S i dypvann. Resultatene antydte organisk belastede bunnsedimenter i fjorden.

Brøbørvann nederst i Gjerstadvassdraget er undersøkt for eventuelle forurensningseffekter av en barkfylling fra A/S Egelands Verk. Undersøkelsen konkluderte med at det ikke var mulig å påvise effekter av avrenningen fra fyllingen på vannkjemien i Brøbørvann.

Det var registrert et betydelig oksygenforbruk i bunnvannet i Brøbørvann, og gassproduksjon var også observert. I sedimentprøver ble det funnet trefiber som åpenbart stammet fra nedlagte tresliperier og sagbruk høyere opp i vassdraget. Det ble også observert gasdannelse i sedimentkjernen. Aktiviteten ved Stifoss tresliperi ble avsluttet i 1951, men det så ut til at utslippene herfra fremdeles påvirket vannkvaliteten i vassdraget.

2.12 Otra

Norsk Wallboard, Vennesla Bruk-A/S
Hunsfos Fabrikker

Produksjon 1988(tonn/år):

	Vennesla Bruk	Hunsfos
Papir	:	99.000 ¹
Wallboard	:	42.600

¹ 56.000 bleket sulfitt, resten mekanisk

Utslipp 1988(tonn/år):

	Vennesla Bruk	Hunsfos	Totalt
Fosfor	: (e) 1.9	4.5	(e) 6.4
Adsorberb. org. halogen,AOX	:	250	250
Suspendert stoff	: 149	1.761 ²	1.910
Oppløst organisk stoff, KOF	: 2.500	25.000	27.500

² Fiber + fyllstoff

Resipienten:

Som en del av Statlig program for forurensningsovervåking ble det gjort undersøkelser i Otra i perioden 1980-1986. Resultatene er sammenfattet i en rapport fra 1987 (Hindar og Grande, 1987).

Otravassdraget har et nedbørfelt på 3 730 km². Elva er sterkt regulert og minstvannføring er gitt for flere punkter i vassdraget. Minstvannføringen for Otra ved Vigeland nedstrøms Hunsfos er gitt til 50 m³/s. Elvevannet er fra naturens side saltfattig, svakt surt og inneholder lite organisk stoff. Det betyr at bufferevnen og dermed motstandskraften mot forsuring er liten. Små mengder syre kan derfor gi store utslag i pH-verdien. I midtre deler er vassdraget forsuret av forurenset nedbør. I nedre deler er Otra i tillegg sterkt forsuret av utslipp fra treforedlingsindustri. Utslippene fra treforedlingsindustrien har like stor betydning som det samlede bidrag fra sur

avrenning i resten av vassdraget.

Otra var tidligere en meget god lakseelv, med storvokst fisk. Fra midten av 1950-årene gikk lakseutbyttet sterkt ned som følge av industriutslippene i Vennesla, og elva har siden vært betraktet som laksefri.

En vurdering av maksimalt tillatte utslipp (konsesjonsutslipp) fra 1982 for BOF₇ og suspendert materiale viste at Hunsfos Fabrikkers utslipp utgjorde henholdsvis 86% og 80%, og utslippet fra Norsk Wallboard utgjorde 12% og 18% av industriutslippene i nedre Otra (Grande m. fl., 1982). Utslippstallene for 1988 tyder ikke på at det er skjedd store endringer i dette.

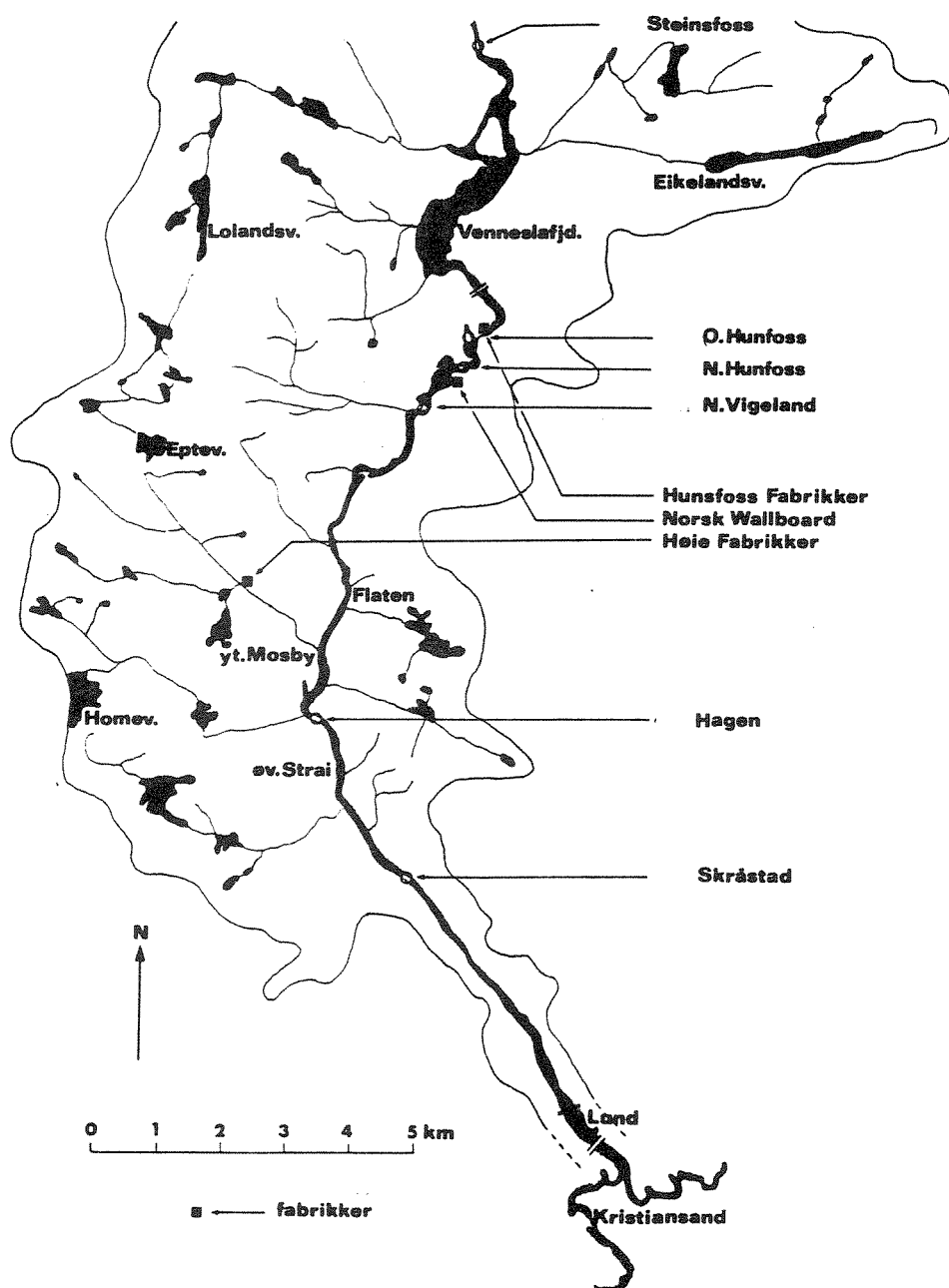
Som en del av overvåkingen av Otra ble det i juni og desember 1980 tatt prøver av utslippene fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard (Tryland, 1981). Det var en omfattende kartlegging med prøvetaking i 8 punkter på Hunsfos Fabrikker. Prøvetakingen på Norsk Wallboard ble foretatt i en avløpsledning hvor alt prosessavløpsvann var samlet. Det fremgår av resultatene at utslippene fra Hunsfos var fra 5 til 50 ganger større enn utslippene fra Norsk Wallboard. Utslippsoversikten for 1988 viser at utslippene fra Hunsfos nå var fra 2.5 til 12 ganger større enn utslippene fra Norsk Wallboard, Vennesla Bruk.

Utslippene fra bedriftene skaper blant annet uønsket vekst av soppen Fusarium aquaeductuum nedenfor utslippspunktene. Fisk som er satt ut i området får sterk smak og har betenkelig høye konsentrasjoner av klororganiske forbindelser. Etter noen få dager i elva er fisken uspiselig. Hvis fisken i Nedre Otra skal bli spiselig må utslippene av smaks- og luktstoffer reduseres. Det samme gjelder utslippene av klorerte organiske forbindelser.

Tilførslene av fosfor fra industrien tilsvarer den samlede tilførselen fra kloakk og jordbruk i nedre Otra. Disse utslippene bør også reduseres for å bedre vannkvaliteten nedenfor Hunsfos.

I overvåkingsrapporten (Hindar og Grande, 1987) anbefales det at utslipp av løste organiske stoffer og fiber reduseres, for å bedre oksygenforholdene i elva. Det anslås at permanganat-forbruket i Nedre Otra bør reduseres med 2 mg O/l for å unngå den sterke begroingen av sopp. Det innebærer at utslippet av løst organisk stoff bør reduseres med 10 000 tonn O/år. Utslippsreduksjonen vil også ha positiv effekt på forholdene i Kristiansandsfjorden.

Selv om den største kilden til klorerte forbindelser i Kristiansandsfjorden er Falconbridge Nikkelverk, tyder undersøkelser i fjorden på



Figur 7. Nedre Otra med nedbørfelt.
(Fra Hindar og Grande, 1987.)

at klorerte forbindelser som er identifisert i vann og sedimentprøver også tilføres med Otra og har Hunsfos som kilde (Næs, 1985).

Otra er betydelig påvirket av forurensning nedenfor Hunsfos og helt ødelagt som lakseeelv. Utslippene fra treforedlingsindustrien og spesielt Hunsfos er den viktigste årsaken til dette. For å bedre forholdene må utslippene reduseres.

2.13 Tyrifjorden / Begna / Randselva

A/S Skjærdalens Brug
A/S Follum Fabrikker
Keyes Norway A/S

Produksjon 1988(tonn/år):

	Skjærdalen	Follum	Keyes
Papir	: 8.500	303.000 ¹	
Papp	:		8.700

¹ Av mekanisk masse

Utslipp 1988(tonn/år):

	Skjærdalen	Follum	Keyes	Totalt
Fosfor	:	6.8		6.8
Suspendert stoff	: 71	3.036	55	3.162
Oppløst organisk stoff, KOF	:(e)170	14.978	(e)170	15.318

Resipienten:

Tyrifjorden er grundig undersøkt i perioden 1978-1981. Resultatene av Tyrifjordundersøkelsen er beskrevet i ca. 30 rapporter som til sammen danner grunnlaget for den sammenfattende sluttrapporten som kom ut i 1983 (Berge, 1983).

Begnavassdraget og Randselva møtes i Hønefoss sentrum og danner Storelva. Storelva drenerer nesten 90% av Tyrifjordens nedbørfelt som er på 9.808 km². Storelva renner ut i Tyrifjordens nordvestre del, Nordfjorden. Her renner også den langt mindre Sokna ut. To andre mindre vassdrag har betydning for forurensningstilførslene til

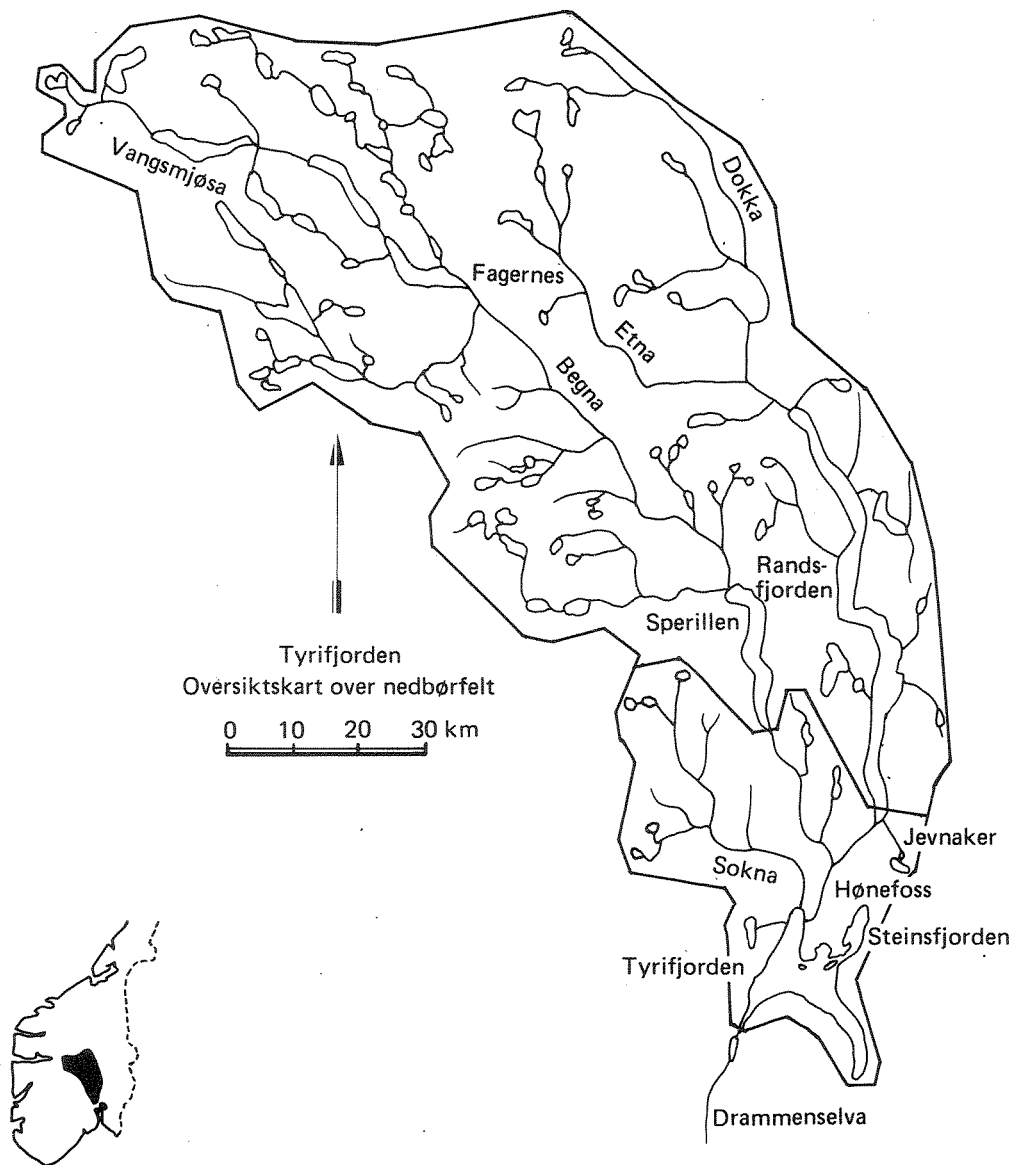


Fig. 8.
Tyrifjordens nedbørfelt utgjør 9.808 km².

(Fra Berge, 1983.)

Tyrifjorden, Skjærdalselva hvor Skjærdalen Brug har utslipp, og Henoa. Nedbørfeltet nedenfor Sperillen og Randsfjorden, som har størst betydning for vannkvaliteten i Tyrifjorden, er på 1.550 km². Dette området har en befolkning på 32.000, og 7.2% av området er dyrket mark.

Berggrunnen i Tyrifjordens nedbørfelt består for det meste av grunnfjell, kambro-silur og sandstein. I nord består løsavsetningene hovedsaklig av et tynt lag med morenegrus, og i sør av marin leire.

Middelvannføringen i Storelva er på 136 m³/s. Vannføringen er påvirket av kraftverksreguleringer. Middelvannføringen i Skjærdalselva er 1.3 m³/s.

Tyrifjorden er Norges 5. største innsjø, og sammen med Steinsfjorden danner den en sammenhengende vannflate på 135 km². Tyrifjorden er også en av Norges dypeste innsjøer med et maksimaldyp på 295 m og et midlere dyp på 114 m. En dyp renne strekker seg fra Tyristrand til Sylling, og dette dypområdet huser det aller meste av vannet i Tyrifjorden. Den teoretiske oppholdstiden for vannet i fjorden er 2.7 år. Det er knyttet betydelige fiske- og friluftsinnteresser til Tyrifjorden og vassdragene ovenfor og nedenfor. Tyrifjorden er vannkilde for Asker og Bærum.

På bakgrunn av målinger av partikulært materiale, næringssalter og organisk stoff angis miljøforholdene i Storelva og Begna å være gode (Lindestrøm, 1988). Men elva er sterkt forurenset av bakterier fra kloakkutslipp. Det mangler opplysninger om organismesamfunnenes sammensetning og elevbunnens beskaffenhet.

Lindestrøm i MiljøForskarGruppen har gitt følgende oppsummering av miljøforholdene i resipienten til Follum Fabrikker i sin rapport fra 1988: Tyrifjorden kan betraktes som en næringsfattig klarvannssjø med bra vannkvalitet etter internasjonale klassifiseringsnormer. Bakterieforekomstene kan likevel være store i vestre del av fjorden. Bunnforholdene er gode bortsett fra i nordvestre delen der det er en betydelig belastning av organisk materiale. Det synlige resultat av dette er et mørkfarvet dypere sedimentskikt og en endret sammensetning av bunnfaunaen. I området forekommer trefibermateriale på bunnen, men utbredelse og mektighet er ikke kjent.

Tidligere har fiskebestanden i sjøen hatt for høyt innhold av kvikksølv, men dette har nå sunket til et tilfredsstillende nivå. Kvikksølvinnholdet i sedimentene kan fortsatt være for høyt.

Lindestrøm har beregnet Follums del av transportert forurensning i

Lindestrøm har beregnet Follums del av transportert forurensning i Storelva. På grunn av mangelfulle målinger inneholder beregningene usikkerheter, men de gir likevel et anslag for utslippenes betydning. For oppløst organisk stoff anslås det at Follums utslipp utgjør 15-20% av det som transporteres i Storelva, og for fosfor anslås det til 7-7.5% av de samlede fosfortilførslene til Tyrifjorden. Utslippene angis å ha meget liten eller ingen betydning for lysforholdene i innsjøen, mens betydningen for bunnforholdene av nåværende utslipp i forhold til eldre sedimentert fibermateriale er vanskelig å anslå.

2.14 Mjøsa / Hunnselva

Langmoen A/S
Hunton Bruk A/S

Produksjon 1988(tonn/år):

	Langmoen	Hunton
Wallboard	: 22.000	21.500

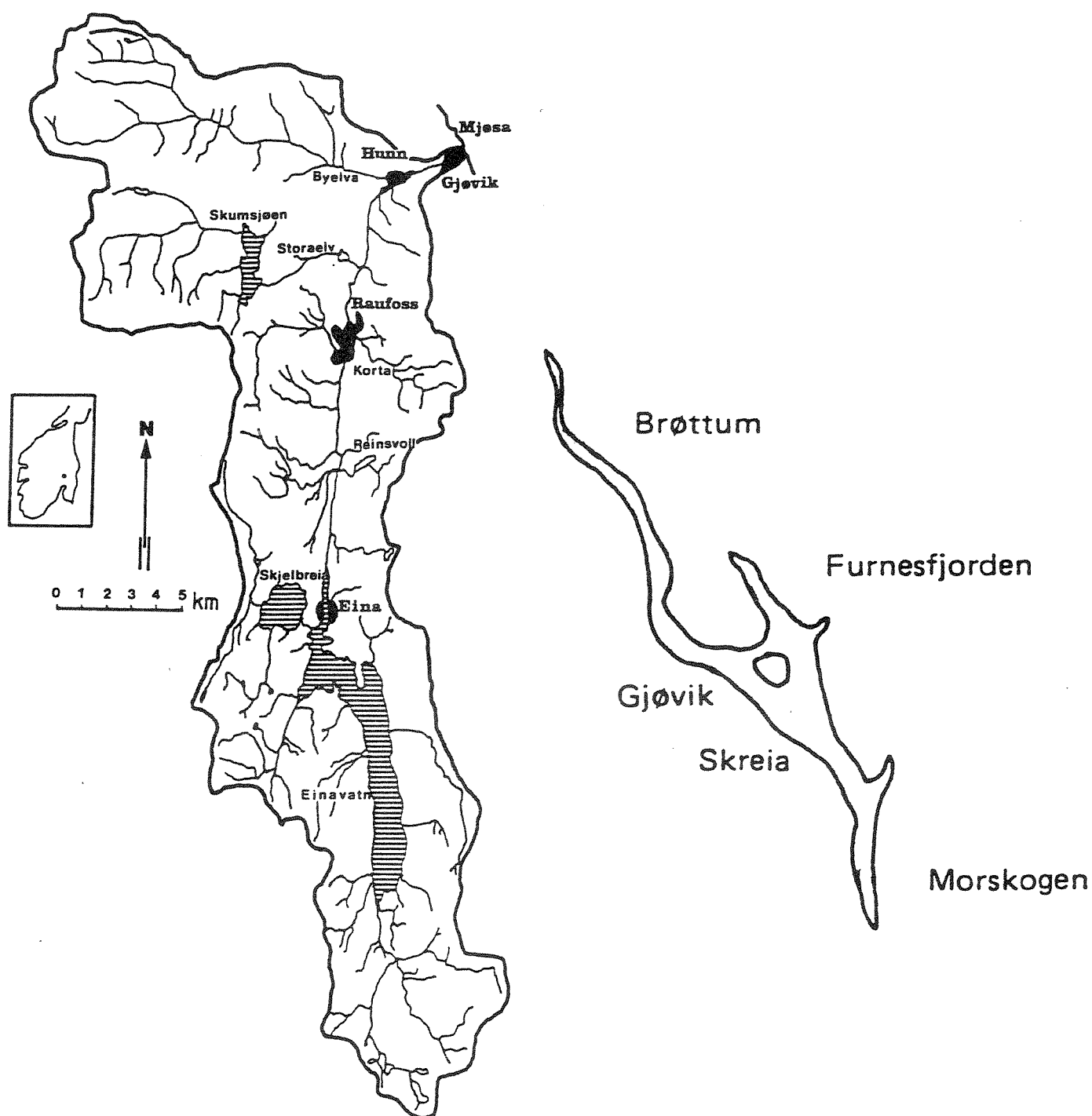
Utslipp 1988(tonn/år):

	Langmoen	Hunton	Totalt
Fosfor	: 1.0	0.57	1.57
Suspendert stoff	: 120	96	216
Oppløst organisk materiale, KOF	: 1.600	1.075	2.675

Resipienten:

Hunnselva har sitt utspring i Einavatnet, og vassdraget er ca. 23 km langt. Nedbørfeltet er på 378 km², og domineres av skog. På grunn av områdets geologi har vannmassene i Hunnselva et naturlig høyt saltinnhold og god bufferevne. Det finnes tre mindre kraftverk i vassdraget.

Elvestrekningen fra Eina til Raufoss er en meget god fiskeplass, men nedstrøms Raufoss er elva sterkt forurenset med utslipp fra kloakk og industri. Resipientforholdene er langt fra akseptable, og det er toksisitet og saprobiering som er de viktigste problemene.



Figur 9. Hunnselvas nedbørfelt og oversiktskart over Mjøsa.
(Fra Lien og Lindstrøm, 1987.)

Fosfortransporten i Hunnselva er også av betydning for forholdene i Mjøsa. Middelkonsentrasjonen av fosfor er ca. 10 ganger høyere i Hunnselva enn i Mjøsa (Rognerud, 1988). Industriavløp (olje, tungmetaller, cyanid) gir gifteffekter på flora og fauna, og utslipp av organisk materiale fra boligkloakk og fra Hunton Bruk bidrar til saprobieringen. Overvåking av Hunnselva er beskrevet i rapporter fra Statlig program for forurensningsovervåking (Kjellberg, 1983, 1984, Lien og Lindstrøm, 1988, Kjellberg og Rognerud, 1985).

Mjøsa har et overflateareal på 365 km², og er Norges største innsjø. Nedbørfeltet er på 16.420 km², og domineres av skog og lite produktivt areal. Midlere dyp er 153 m, og teoretisk oppholdstid er 6 år. I Mjøsa forgår det et sterkt kommersielt innlandsfiske, samtidig som betydelige friluft- og sportsinteresser gjør seg gjeldende. Mjøsa er også drikkevannskilde for 55.000 personer (Bjørset, 1988).

Årlig overvåking av Mjøsa har siden 1981 inngått som en del av Statlig program for forurensningsovervåking, og resultatene presenteres i årlige rapporter (Kjellberg, 1988). Det er eutrofiering som har vært hovedproblemet i Mjøsa, og i overvåkingsprogrammet legges det derfor særlig vekt på å følge utviklingen av næringssaltkonsentrasjonene i innsjøen. Mjøsa er fremdeles klart påvirket av næringssaltforurensning, og næringssaltbelastningen overskrider innsjøens resipientkapasitet. Tilstanden karakteriseres som betenkelig (Kjellberg, 1988). Siktedyp ble målt i 1987, og ved stasjonen i Furnesfjorden var middelverdien 6.1 m. Det blir angitt å ligge på grensen mellom akseptabelt og betenkelig. Det samme gjaldt resultatet for produksjonen av planteplankton i Furnesfjorden. Oksygenforholdene i de dype vannmasser ble betegnet som god for hele Mjøsa. Observasjoner av bunndyrfauna langs strendene tydet på at mer normale og naturlige forhold forekom i disse områdene. Dette gjelder også Furnesfjorden hvor det tidligere var problemer med saprobiering på grunn av store fiberutslipp. Men store områder av Mjøsas øvre vannlag var forurenset av tarmbakterier.

Den årlig tilførselen av fosfor til Mjøsa er estimert til 250-260 tonn. Av utslippsoversikten for 1988 fremgår at det samlede utslipp fra Langmoen og Hunton Bruk vil utgjøre mindre enn 1% av dette. Målsettingen er at fosfortilførselen til Mjøsa ikke skal overskride 175 tonn i et normalår. Det samlede utslippet fra de to treforedlingsbedriftene vil utgjøre i overkant av 1% av denne verdien.

2.15 Trondheimsfjorden

Ranheim Papirfabrikk A/S
Norske Skogindustrier A.S, Divisjon Nordenfjeldske Treforedling

Produksjon 1988(tonn/år):

	Ranheim	Norske Skog
Papir	: 60.000	405.000 ¹

¹ Av mekanisk masse

Utslipp 1988(tonn/år):

	Ranheim	Norske Skog	Totalt
Fosfor	:	(e) 6	(e) 6
Suspendert stoff	: 682	2.230	2.912
Oppløst organisk stoff, KOF	: (e) 3.000	18.000	21.000

Resipienten:

Trondheimsfjorden kan naturlig deles inn i tre hovedbasseng:

Fjordavsnitt	Overflate- areal	Volum	Middel- dyp	Største dyp
Ytre fjord	746 km ²	158 km ³	212 m	600 m
Indre fjord	441 km ²	57 km ³	130 m	440 m
Beitstadfjorden	233 km ²	20 km ³	86 m	270 m

Beitstadfjorden er behandlet for seg i avsnitt 2.16. En oversikt over fjorden er vist i figur 10.

Trondheimsfjorden utenfor Norske Skogs anlegg ved Fiborgtangen i Skogn overvåkes i dag av Trondhjem Biologiske stasjon (TBS) med Norges hydrodynamiske laboratorier (NHL) som samarbeidspartner. Overvåkingen startet i 1980 som et samarbeidsprosjekt mellom NHL, TBS og NIVA innen Statlig program for forurensningsovervåking. Det er skrevet en rekke rapporter fra arbeidet innen det statlige overvåkingsprogrammet i

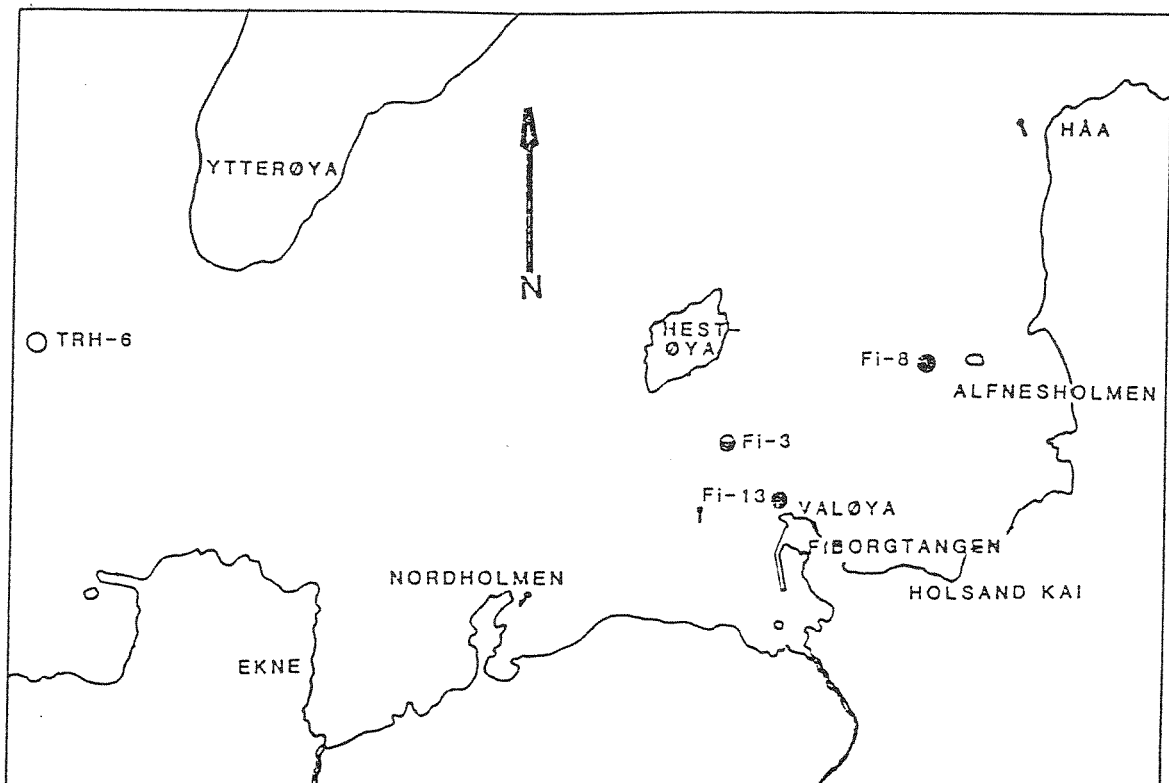
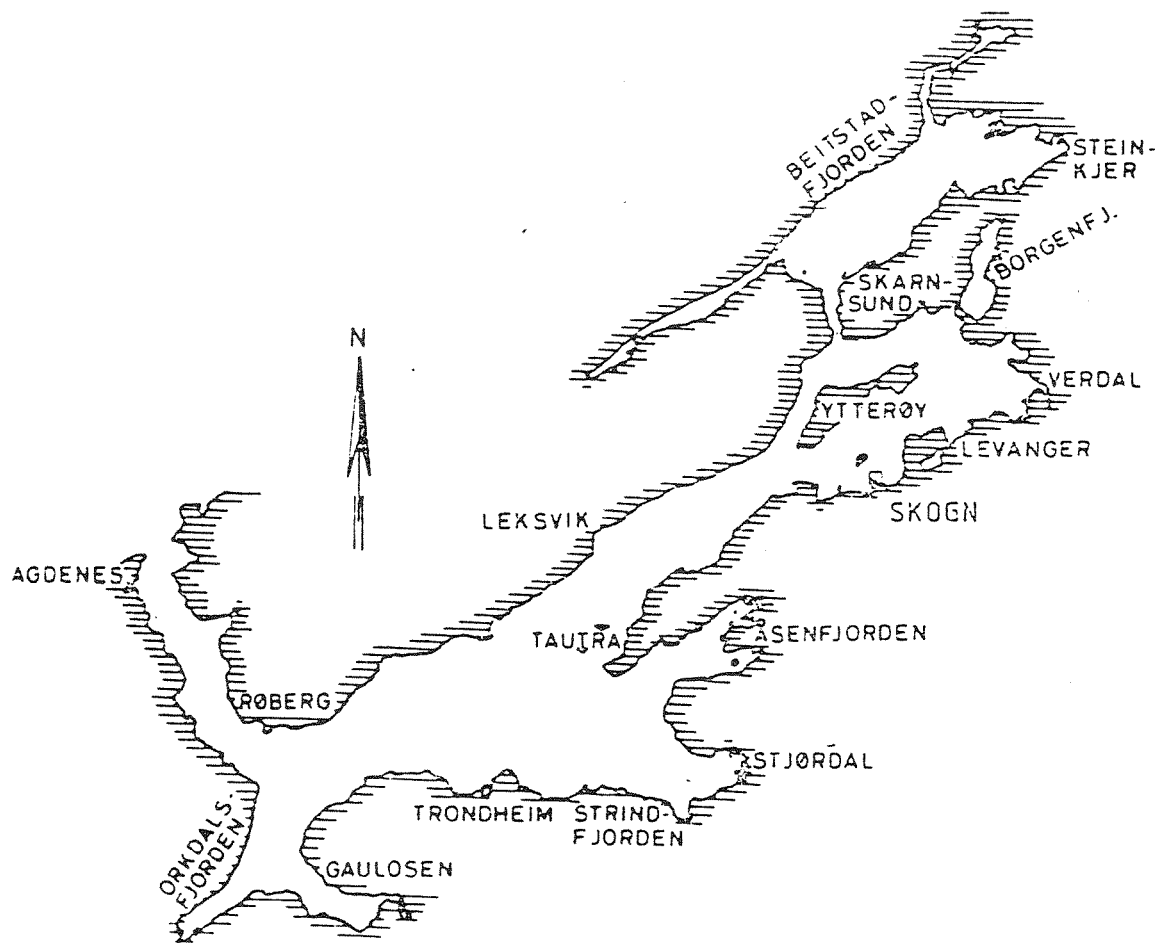


Fig. 10. Oversiktskart over Trondheimsfjorden, og over området ved Fiborgtangen. (Fra Jakobson og Sneli, 1986.)

Trondheimsfjorden. Det er også skrevet en basisrapport fra overvåkingen av sjøområdene utenfor Skogn i 1980-81. Senere resultater fra dette området er beskrevet i årlige rapporter (Jacobson m. fl., 1982, Jacobson og Sneli, 1989).

Undersøkelsene i 1982 viste at bedriftens utslipp bare kunne spores innenfor et nærrområde på 1-2 km når det gjaldt siktedyp. De kjemiske undersøkelsene viste at oksygen og fosfatverdiene lå innenfor de grenser som er normale for ikke-forurenset fjord/kystvann. Målingene kunne ikke påvise belastning fra noen spesiell kilde på land. Totalt organisk karbon ble også målt i 1982 og lå innenfor naturlige variasjoner for havvann. Undersøkelser i 1989 tyder på at Hotranelva ca. 0,5 km sør for bedriften kan bidra vesentlig til redusert siktedyp i Trondheimsfjorden ved Fiborgtangen. Dette vil bli undersøkt ved regelmessige målinger fra elvas utløp og utover i fjorden fra og med 1990.

Bortsett fra ved stasjonen rett utenfor kaianlegget, avvek ikke bunnfaunaen rundt Fiborgtangen vesentlig fra bunnfaunaen i resten av Trondheimsfjorden. Men undersøkelsen i 1982 viste at det foregikk naturlige eller utslippsavhengige fluktuasjoner i både arts- og individdominans, arts- og individantall og diversitet.

Sedimentundersøkelser viste at stasjonen rett utenfor Norske Skogs kaianlegg var den eneste som i stor grad avvek fra de øvrige. Sedimentet her var fiberrikt og hadde en sterk lukt av hydrogensulfid (H_2S). Resultater av glødetapsprøving i 1982 viste et organisk innhold på ca. 10% mot ca. 2% i de øvrige prøvene. Bedriften angir at dette skyldtes rester av en barkfylling fra 60-årene, og at dette området nå er naturlig dekket av leire, sand og ny bunnfauna. Resultatene fra 1987 viste også at sedimentene i nærrområdet rundt Fiborgtangen (Fi-13, fig. 10) hadde et høyere innhold av organisk stoff enn sedimentene ved måle-stasjoner i større avstand fra bedriften (Fi-3, Fi-8), men verdiene var da redusert i forhold til tidligere år. Målinger ved Fiborgtangen i 1989 viser at verdiene nå begynner å nærme seg bakgrunnsnivåene for fjorden. Denne forbedringen skyldes reduksjoner i utslippet av partikulært organisk materiale de senere år.

2.16 Beitstadjorden

Folla CTMP A/S
A/S Helge-Rein By Brug

Produksjon 1988(tonn/år):

	Folla	Helge-Rein By Brug
CTMP	: 70.000 ¹	
Slipmasse	:	15.000

¹ 60.000 tonn bleket

Utslipp 1988(tonn/år):

	Folla	Helge-Rein By Brug	Totalt
Fosfor	: (e) 1	(e) 0.5	(e) 1.5
Suspendert stoff	: 840	530 ²	1.370
Oppløst organisk stoff, KOF	: 7.000	(e)300	7.300

² Inkl. bark

Resipienten:

Beitstadjorden er det innerste området av Trondheimsfjorden (se fig. 10), og er undersøkt som en del av det statlige overvåkingsprogrammet omtalt under Trondheimsfjorden. Transmisjonsmålinger i 1981 og 1982 viste at konsentrasjonen av humus, plankton- og mineralpartikler kan variere betydelig, spesielt i de øvre lag. Mengden av slike stoffer var vanligvis større i Beitstadjorden enn ved fjordmunningen. Sedimentundersøkelser i Trondheimsfjorden viste de største mengdene organisk materiale i Iilsvika, ved Steinkjer og ved Follafoss. Ved Iilsvika og ved Steinkjer var det trolig tilførsler av henholdsvis sot og kull og kommunal kloakk som var årsaken. Mens treforedlingsavfall fra Follafoss angis som kilde til det høye organiske innholdet der.

Analyser av overflatesedimenter viste høye kvikksølvkonsentrasjoner i hele Beitstadjorden, noe som tyder på at området er blitt tilført betydelige kvikksølv mengder i dette århundre. Folla Tresliperi A/S, som nå er nedlagt, er den eneste kjente kvikksølvkilden i området.

Fabrikken lå der Folla CTMP A/S ligger i dag, og benyttet kvikksølv frem til 1974.

Trondheimsfjorden er generelt en god resipient fordi vannutskiftningen er relativt god. Det reduserer de negative effektene av forurensningstilførslene.

3. OPPSUMMERING OG DISKUSJON

En generell vurdering av treforedlingsindustriens andel av de samlede forurensningsutslipp til norske vassdrags- og sjøområder har ikke vært det primære siktemål med denne rapporten. Det ville kreve en omfattende oversikt over alle andre utslipp til de samme områdene. Grunnlagsmaterialet har vært tilgjengelige rapporter fra NIVA og andre institusjoner over arbeid utført i den enkelte resipient.

Rapportgjennomgangen viser at treforedlingsindustrien påvirker resipientene på flere måter. De fleste bedriftene det er funnet opplysninger om, har en markert virkning på nærområdene, og noen har også tydelige effekter på større vassdrags- eller sjøområder.

Materialet viser at store områder med store problemer finnes først og fremst i Nedre Glomma/Singlefjorden, Iddefjorden, Ytre Oslofjord og Frierfjorden. Her har treforedlingsindustriens utslipp fra vesentlig til avgjørende betydning for forholdene. Det er spesielt utslippene av organisk materiale og klorerte forbindelser som er viktige. Det samme gjelder Otra som er helt ødelagt som lakseelv, og hvor rekreasjonsverdien er betydelig forringet.

Drammenselva er også klart påvirket av forurensning, og selv om bransjens betydning er redusert i de senere år, er treforedlingsindustrien fortsatt en vesentlig kilde. Innhentede opplysninger tyder på at det samme gjelder nedre deler av Hunselva, Kammerfosselva og Nidelva.

Påvirkningene i Larviksfjorden, Fossingfjorden og Sønedeledfjorden synes forholdsvis lokale. Forholdene i Tyrifjorden betegnes som stort sett bra bortsett fra bakteriebelastning og organisk belastning i vestre og nordvestre del. Treforedlingsindustrien er hovedansvarlig for den organiske belastningen.

I Mjøsa er det næringssaltforurensningen som er den viktigste, og treforedlingsindustrien bidrar lite til denne.

Trondheimsfjorden er generelt en god resipient på grunn av gode

utskiftningsforhold, og påvirkning fra Norske Skog finnes bare helt lokalt. Øvre Glomma er også lite preget av forurensningen fra Rena Kartong.

Bransjens samlede utslipp for 1988 kan settes opp ved å summere de oppgitte utslippene for hver enkelt bedrift:

Utslipp 1988 :

Fosfor	:	73 tonn/år
Adsorberbart organisk halogen, AOX	:	2.992 tonn/år
Suspendert stoff	:	29.094 tonn/år
Oppløst organisk stoff, KOF	:	277.298 tonn/år

Av det totale utslippet av oppløst organisk stoff på 277.298 tonn, er det ca. 4% som er estimert. Resten er basert på utslippstall fra bedriftene selv eller opplysninger fra Statens forurensningstilsyn (SFT).

Utslipp av organisk materiale er felles for alle treforedlingsbedriftene. Organisk materiale påvirker utslippsområdene dels ved at sedimentert fiber dekker bunnen og derved gjør det vanskelig eller umulig for organismer å etablere seg, og dels ved økt næringstilførsel. Økt næringstilførsel kan enkelte steder ha negative effekter, slik som uønsket vekst av bakterier og sopp. Mange treforedlingsbedrifter har i tidligere år sluppet ut betydelige mengder med bark, grov flis, sagflis og fiber. Dette har avsatt seg i tildels tykke lag i sedimentene og er påvist mange steder ved vanlige sedimentundersøkelser. Etterhvert som nytt sediment dekker slike avsetninger vil de spille liten rolle for bunnfaunaen og vannmassene over. En del av det organiske materiale er tungt nedbrytbart, og nedbrytningen vil derfor gå sakte. Men nedbrytningen vil ikke stanse og resultatet er at disse sedimentsjiktene er oksygenfrie og svarte i lange tider. Et eksempel på dette er Brøbørvann i Gjerstadvassdraget hvor det ble registrert et betydelig oksygenforbruk i bunnvannet, og gassproduksjon i sedimentene. Årsaken viste seg å være treforedlingsutslipp fra før 1951.

Av det totale fosforutslippet på 73 tonn er det omtrent halvparten som er oppgitt fra bedriftene selv, og dette er hovedsakelig utslipp fra innlandsbedrifter. Det resterende er estimert på bakgrunn av en rapport fra Normiljø 80 (2B:8, se vedlegg), og inneholder derfor store usikkerheter. Utslipp av næringssaltene nitrogen og fosfor fra treforedlingsindustrien synes bare å ha marginal betydning for totalbelastningen i de resipientene hvor dette er beregnet. Dette

forholdet kan endre seg når andre næringssaltutslipp reduseres eller stoppes. For de fleste resipienter er det et ønske om å redusere utslippene av næringssalter så mye som mulig, og på grunn av internasjonale avtaler om reduksjon av nitrogenutslipp, kan det bli nødvendig med nye utslippsbegrensninger.

Sure utslipp og utslipp av klorholdig vann kan ha giftvirkninger både lokalt og over større områder. Sure utslipp kan gi akutte toksiske effekter. Store pH-svingninger eller generelt lav pH vil ødelegge livsgrunnlaget for fisk og dens næringsdyr. Problemet med persistente klorerte forbindelser er deres evne til bioakkumulering og lange nedbrytningstid. Klorerte forbindelser kan anrikes i fisk, skjell og andre organismer som blir brukt til mat. Forbindelsene kan transporteres over lengre avstander uten at de brytes ned og kan derfor påvirke et større område. Dioksiner er også ekstremt giftige. Selv om utslippene fra den norske trefordlingsindustrien er små i forhold til utslippet fra Norsk Hydro's magnesiumfabrikk (den største norske enkeltkilden for dioksinutslipp til vann som er kjent), må det være et mål å redusere slike utslipp så mye som mulig.

Tidligere ble kvikksølv brukt i treforedlingsindustrien for å hindre uønsket mikrobiell vekst på trevirket. Selv om bruk og dermed utslipp av kvikksølv ble stoppet tidlig på 70-tallet, finnes gamle avsetninger i resipientenes sedimenter. Fra sedimentene kan det fremdeles lekke ut kvikksølv som vil gi forhøyede verdier i vann og i biologisk materiale.

4. LITTERATUR

- Arnesen, R.T. 1974. Analyse av bunnslam i Larviksfjorden. Brev av 27. februar 0-6/74
- Carlberg, G.E., Drangsholt, H., Tveten, G. 1981. Analyse av klororganiske forbindelser i vann, sedimenter og fisk fra Iddefjorden. SI-rapport 800806-1.
- Berge, D.(red.) 1983. Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Sammenfattende sluttrapport. NIVA.
- Boman, E. 1985. Undersøkelse av Gjerstadvassdraget og det nære sjøområdet utenfor. NIVA.
- Borgvang, S. 1988 a. Forurensningssituasjonen i Iddefjorden. Internt notat. Statens forurensningstilsyn.

- Borgvang, S. 1988 b. Forurensningssituasjonen i Singlefjorden-Hvalerområdet. Internt notat. Statens forurensningstilsyn.
- Baalsrud, K., Bokn, T., Gulbrandsen, R., Rygg, B. 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.15: Mossesundet. Overvåkingsrapport 353/89. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA.
- Dahl, E. og Danielssen, D.S. 1987. Egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerakkysten. Flødevigen Meldinger Nr.6-1987. Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, Arendal.
- Efraimsen, H. 1982 Treforedlingsindustriens avløpsvann. Forandring av Idefjordens forurensningstilstand i 1970 - årene. NIVA.
- Fogelqvist, E. og Josefson, B. 1981. Flyktige halogenerede kolveten i havsvatten. I : Organohalogener i akvatisk miljø. 17. Nordiska symposiet om vattenforskning, Porsgrunn.
- Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvern avdelingen, 1982. Drammenselva. Overvåkingsundersøkelse. Samlerapport for 1977- 82. Fylkeshuset i Drammen.
- Grande, M., Wright, R.F., Brettum, P., Lindgaard, T., Romstad, R. 1982. Otra 1981. Rutineovervåking. Overvåkingrapport 55/82. NIVA
- Gulbrandsen, R., Baalsrud, K., Molvær, J., Rygg, B. 1987. Brukerundersøkelse for Grenlandsfjordene. Overvåkingsrapport nr. 293/87. NIVA.
- Hindar, A. og Grande, M. 1987 Otra 1980-1986. Tiltaksorientert overvåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 292/87. NIVA.
- Hindar, A. og Grande, M. 1988. Avrenning fra barkfyllinger ved Rygene i nedre del av Nidelva, Aust-Agder. NIVA.
- Hindar, A. og Rørslett, B. 1989. Forurensningseffekter av en barkfylling nederst i Gjerstad- vassdraget i Aust-Agder. NIVA.
- Holtan, H. Kjellberg, G., Brettum, P., Tjomsland, T., Krogh, T. 1979. Mjøsprosjektet. Hovedrapport for 1971-1976. NIVA.

- Hydroconsult, Sivilingeniør Erik Ræstad A/S. 1980.
Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Forundersøkelse sept.
1978 - sept. 1979. Sak 2107.
- Hydroconsult, 1986 Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking
mai-sept. 1985. Sak 2107.
- Ibrekk, H.-O. og Gulbrandsen, R. 1989. Overvåking av
Grenlandsfjordene. Delprosjekt : Forurensnings- tilførsler.
Overvåkingsrapport nr. 356/89. NIVA.
- Jacobson, P., Nilsen, J.H., Sneli, J.-A. 1982. Statlig program for
forurensningsovervåking. Rapport nr. 62/82. Trondheimsfjorden
1981. Delrapport II. Hydrografi, lys og oksygen, mars 1981 -
mars 1982. NHL, TBS og NIVA.
- Jacobson, P., Nilsen, J.H., Sakshaug, E., Sneli, J.-A. og Stokland, Ø.
1982. Overvåking av sjøområdene utenfor Skogn i indre
Trondheimsfjord - 1982. NHL og TBS.
- Jacobson, P., Nilsen, J.H., Sneli, J.-A. 1983. Overvåking av
Trondheimsfjorden. Hydrografiske undersøkelser i 1981 og
1982. Overvåkingsrapport 107/83. NHL, TBS og NIVA.
- Jacobson, P. og Sneli, J.-A. 1989. Overvåking av sjøområdene utenfor
Skogn i indre Trondheimsfjord 1987. Rapportutkast. TBS.
- Johansen, Ø. og Karlsen, T.A. 1986 M. Peterson og Søn A/S. Prosessvann
til Mossesundet. Utslippsvurderinger. O.NR. 320.002
- Kjellberg, G. og Rognerud, S. 1983. Rutineundersøkelser i Glomma
oppstrøms Vorma 1982. Overvåkingsrapport nr. 82/83. NIVA.
- Kjellberg, G. 1983. Rutineundersøkelser i Hunnselva 1982.
Overvåkingsrapport nr. 104/83. NIVA.
- Kjellberg, G. 1984 Rutineundersøkelser i Hunnselva 1983.
Overvåkingsrapport nr. 157/84. NIVA G. og Rognerud, S. 1985
Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1984.
- Kjellberg, G. Overvåkingsrapport nr. 203. Statlig program for
forurensningsovervåking. NIVA.
- Kjellberg, G. 1988. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa i 1987.
Overvåkingsrapport nr.320/88. Statlig program for forurens-
ningsovervåking. NIVA.

- Knutzen, J., Oehme, M., Skei, J. 1988. Kartlegging av dioksiner i norske vannforekomster. NIVA. Notat av 1988 03 24.
- Landner, L. og Lindestrøm, L. 1988. Kortfattet utverdering av data rørende miljøforhållandena i Larviksfjorden. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Stockholm.
- Landner, L. og Lindestrøm, L. 1987. Bedømning av miljøforhållandena i recipienten till Borregaard Ltd, Sarpsborg, samt uppskatning av skogsideustriutsleppens relativa betydelse. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Fryksta.
- Lien, L. og Lindstrøm, E.-A. 1988. Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1985-1987. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 302/88. NIVA.
- Lindestrøm, L. og Landner, L. 1987. En bedømning av nuvarande och framtida vattenkvalitet i Glomma, efter en planerad utbyggnad vid Rena Karton- fabrik. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Fryksta.
- Lindestrøm, L. 1987. En bedømning av nuvarande och framtida miljøforhållanden i recipientsystemen nedstrøms Union Bruk, Skien. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Fryksta.
- Lindestrøm, L. 1988 En bedømning av miljøforhållandena i recipienten till Follum Fabrikker, Hønefoss. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Fryksta.
- Lindestrøm, L., Monfelt, C., Notini, M. 1989 Recipientundersøkingar vid Tofte, Oslofjorden, sommaren og høsten 1988. Svenska MiljøForskarGruppen AB. Fryksta.
- Lingsten, L. og Holtan, H. 1981. Glåma i Hedmark. Hovedrapport. Undersøkelser i tidsrommet 1978- 80. 2. utgave. NIVA.
- Lingsten, L. 1983 Rutineundersøkelser i Glomma i Østfold 1982. Overvåkingsrapport 86/83. NIVA.
- Lingsten, L. 1984 Rutineundersøkelser i Glomma i Østfold 1983. Overvåkingsrapport 144/84. NIVA.
- Lingsten, L. 1985. Undersøkelser i Drammenselva 1982-1984. Vannkjemi Bakteriologi. Overvåkingsrapport nr. 229/86. NIVA.

- Magnusson, J., Christie, H., Efraimsen, H., Green, N., Pedersen, A. 1983. Supplerende basisundersøkelse og rutineovervåking i Iddefjorden 1982. Overvåkingsrapport 105/83. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA.
- Magnusson, J. og Skei, J. 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrgrafi, vannutskiftning og hydrokjemi. Overvåkingsrapport nr. 170/84. NIVA.
- Magnusson, J. og Rygg, B. 1988. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. En sammenstilling av tidligere forurensningsundersøkelser. Overvåkingsrapport nr. 338/88. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA.
- Magnusson, J. og Næs, K. 1986. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-1984: Delrapport 6: Hydrografi, vannkvalitet og vannutskiftning. Overvåkingsrapport nr.243/86. NIVA.
- Mattson, J. og Lindestrøm, L. 1987. En bedømming av nuvarande och framtida vattenkvalitet i indre fjord, Trondheimfjorden, efter en planerad utøkning av produktionen vid Norske Skogindustrier A/S. Svenska MiljöForskarGruppen AB. Karlskrona - Kil.
- Monfelt, C. og Lindestrøm, L. 1989. Undersøknings av Skrubbskedda (*Platichtys flesus* L.) fångad i Hvaler og Singlefjordområdet høsten 1988. MiljöForskarGruppen. Fryksta.
- NCASI 1972. National Council of Air and Stream Improvement: Oxidation analysis of mill effluents. Technical Bulletin No 256, 1972.
- Notini, M., Monfelt, C., Landner, L. 1987. Inventering av blåstang, Fucus vesiculosus, och andra dominerande organismer på grundbottnarna utanför Glommas utlopp, juni 1987. MiljöForskarGruppen. Karlskrona - Kil - Stockholm.
- Næs, K. 1985. Basisundersøkelse i Kristiansandsfjorden. Delrapport II. Metaller i vannmassene, metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, 1983. Overvåkingsrapport nr.193/85. NIVA.
- Rosenberg, R. 1976. Resipientundersøkning i Larviksfjorden den 1 - 2 oktober 1975. IVL Göteborg.
- Rygg, B. 1982. Trondheimsfjorden 1981. Delrapport I. Biologi. Overvåkings- rapport 61/82. Statlig program for forurensningsover- våking. NIVA.

- Rygg, B. 1984. Trondheimsfjorden. Biologiske undersøkelser i 1983. Overvåkingsrapport 126/84. Statlig program for forurensnings- overvåking. NIVA.
- Rygg, B., Bjerkgeng, B., Knutzen, J., Molvær, J., Nordheim, G. 1984. Grenlandsfjordene og Skienselva 1983. Overvåkingsrapport nr. 161/84. NIVA.
- Rygg, B., Green, N., Knutzen, J., Molvær, J. 1988. Grenlandsfjordene og Skienselva 1987. Overvåkingsrapport nr. 327/88. NIVA.
- Skei, J. 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del Skienselva. 1980. Statlig program for forurensningsovervåking. Delrapport nr.3. Sedimenter.
- Skei, J. 1983 Trondheimsfjorden 1981. Delrapport III. Sedimentundersøkelser. Overvåkingsrapport 102/83. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA.
- Skei, J. 1984. Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden, 1980-83. Konklusjonsrapport. Overvåkingsrapport 171/84. NIVA
- Steinnes, E., Håstein, T., Nordheim, G., Frøslie, A. 1976. Mercury in Various Tissues of Fish Caught Downstream of a Wood Pulp Factory in the Kammerfoss River, South Norway. Nord. Vet.-Med., 23.
- Tryland, Ø. 1981. Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlingsindustri 1980. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 13/81. NIVA.
- Tryland, Ø. 1982. Utslipp fra treforedlingsindustri. Spesifikke avløpstall og utslippsmengder fra norske bedrifter. NIVA.
- Tryland, Ø. 1983. Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfoss Fabrikker og Norsk Wallboard, juli-oktober 1982. NIVA.
- Tryland, Ø. og Efraimsen, H. 1983. Treforedlingsindustriens avløpsvann. Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann. VA-rapport 31/83. NIVA.
- Underdal, B., Håstein, T. 1971. Mercury in fish and water from a river and a fjord in the Kragerø region, South Norway. OIKOS 22,1.

VEDLEGG 1

- a. Bedrift og resipientoversikt.
- b. Grunnlag for beregning av fosfor og nitrogenutslipp fra treforedlingsindustrien.

BEDRIFT	RESIPIENT
Borregaard	Nedre Glomma
Egelands Verk	Søndeledsfjorden
Folla	Follaelv/Beitstadvfjorden
Follum	Begna/Tyrifjorden
Fossing	Fossingfjorden
Glomma Papp	Nedre Glomma
Greaker	Nedre Glomma
Helge-Rein By	Steinkjærelva/Beitstadvfjorden
Holmen-Hellefoss	Øvre Drammenselv
Hunfos	Otra
Hunton Bruk (WB)	Hunselva/Mjøsa
Hurum Fabr.	Ytre Oslofjord
Keyes	Randselva
Langmoen (WB)	Mjøsa
Norske Skog	Fiborgtangen, Trondheimsfjorden
M. Peterson & Søn	Mossesundet, Ytre Oslofjord
Ranheim	Trondheimsfjorden
Rena Kartong	Glomma
Rygene-Smith	Nidelva (Aust-Agder)
Sande	Sandebukta, Ytre Oslofjord
Sarpsborg Papp	Nedre Glomma
Saugbrugs	Tista/Iddefjorden
Skjærdalens Brug	Tyrifjorden
Sunland-Eker	Drammenselva
Tofte	Ytre Oslofjord
Treschow-Fritzøe (også WB)	Farriselva/Larviksfjorden
Unión, Geithus	Drammenselva
Union	Skienselva
Vafos Brug	Kammerfoss-elva /Kilsfjorden (Kragrø kommune)
Vennesla Bruk (WB)	Otra

Utsläppen av fosfor och kväve från skogsindustrin är ingalunda obetydliga. I Finland t.ex. beräknas skogsindustrin bidra med c:a 22 % av landets totala fosforutsläpp. Särkkä (1974) har beräknat att en massafabrik som producerar 250.000 ton/år och har ett torrupplag för avlutaskan, motsvarar obehandlade fosforutsläpp från ett samhälle med ungefär 20.000 invånare. Hon grundar sin beräkning på nedanstående tabell över några finska medelvärden för fosforutsläpp från olika träförädlingsindustrier. Det bör tilläggas att variationerna kan vara avsevärda.

	totalt P, g/ton
Oblekt sulfitmassa	100
Blekt sulfitmassa	100
Dissolvingmassa	150...600
Blekt sulfatmassa	115
Halvkemisk neutralsulfitmassa (Na)	7
Halvkemisk neutralsulfitmassa (NH₄)	10 <i>ikke i Norge</i>
Tidningspapper <i>mek. masse</i>	20...40
<i>CTMP</i>	<i>~15</i>

Landner (1975) har gjort motsvarande beräkning över kväveutsläpp baserad på data från ett antal svenska fabriker.

Production	Total nitrogen (g/ton)		N:o of mills surveyed
	mean	range	
Unbleached sulphate	320	260-350	4
d:o + NSSC	110	50-170	2
Bleached sulphate	400	260-530	4
Unbleached sulphite	330	280-370	2
Bleached sulphite	620	-	1
Semi-chemical NSSC (NH₄)	1,700	-	1 <i>ikke i Norge</i>
<i>CTMP</i> → Mechanical + sulphite & newsprint	140	80-220	5
Cardboard	150	140-160	2

Berge et al. (1972) beskriver effekterna av bl.a. pappers- och massafabriksutsläpp i den tidigare relativt opåverkade Trondheimsfjorden i Norge. De fann att utsläppen medförde förhöjda närsaltshalter i vattnet vilka resulterade i tendenser till