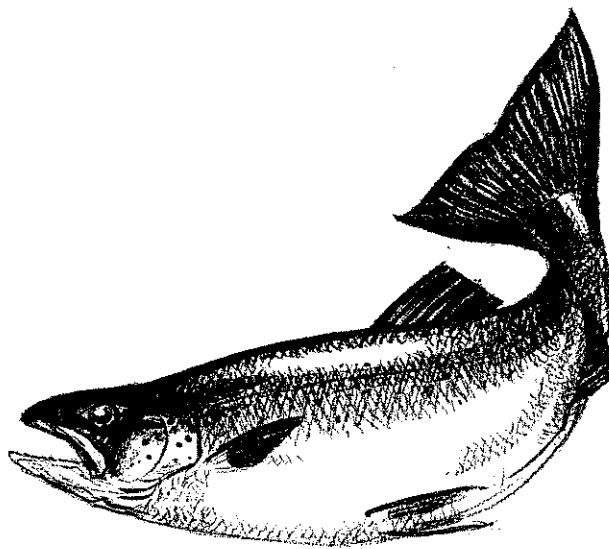


RAPPORT LNR 3631-97

**A**nalyse av avløpsvann  
fra filet- og rekeindustri



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Fiolveien 15  
9005 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Analyse av avløpsvann fra filet- og rekeindustri	Løpenr. (for bestilling) 3631-97	Dato 28.05.97
	Prosjektnr. Undernr. O-96227	Sider Pris 25
Forfatter(e) Helge Liltved	Fagområde Avløpsteknologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn	Oppdragsreferanse Egil Strøm
---	---------------------------------

Sammendrag

Avløpsvann fra maskinell laksefiletering og maskinell rekepilling er blitt analysert for å bestemme konsentrasjonsnivåer for forureningsparametere, partikkelfordelinger, og innholdet av KOF, tot-P og tot-N i forskjellige partikkelklasser. Totale stoffbelastninger pr. tonn råvare og ferdigvare i produksjonsperioden er beregnet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fiskeforedling</li> <li>2. Filetering</li> <li>3. Rekepilling</li> <li>4. Avløpsvann</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fish industry</li> <li>2. Fillets processing</li> <li>3. Prawn processing</li> <li>4. Waste water</li> </ol>
--	---

*Helge Liltved*  
.....  
Helge Liltved

Prosjektleder

ISBN 82-577-3189-7

*Bente M. Wathne*  
.....  
Bente Wathne

Forskningssjef

## Forord

I rapporten sammenfattes og kommenteres resultatene av prøvetaking i avløpsstrømmene til en bedrift som fileterer og pakker oppdrettslaks (mottok 3360 tonn råfisk i 1996) og en rekepillebedrift (mottok 700 tonn ferske reker i 1996). Begge bedriftene tilvirker råstoffet maskinelt etter moderne prinsipper.

Avløpsprøvene ble tatt i september og oktober 1996 av Helge Liltved (NIVA) med assistanse fra de ansatte ved bedriftene, og analysert ved KM lab i Grimstad.

Prosjektet har vært finansiert av Statens forurensningstilsyn.

Grimstad, 28.05.97

*Helge Liltved*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Resultater fra tidligere undersøkelser</b>	<b>8</b>
<b>3. Gjennomføring av undersøkelsene</b>	<b>11</b>
3.1 Beskrivelse av bedriftene	11
3.1.1 Filetbedriften	11
3.1.2 Rekebedriften	13
3.2 Prøvetaking og analyse	15
<b>4. Resultater og diskusjon</b>	<b>15</b>
4.1 Filetbedriften	15
4.2 Rekebedriften	20
<b>5. Referanser</b>	<b>25</b>

## Sammendrag

Det er foretatt målinger og registreringer av mengde avløpsvann og avløpsvannets fysiske/kjemiske sammensetning ved en bedrift med maskinell filetering av oppdrettslaks (mottok 3360 tonn råfisk i 1996), og en bedrift med maskinell pilling av ferske isede reker (mottok 700 tonn råstoff i 1996). Målsettingen var å bestemme utslippsmengder i løpet av en produksjonsperiode, og å karakterisere avløpet med hensyn på forurensningsparametere. Det ble lagt vekt på å bestemme stoffmengder i ulike partikkelklasser for å kunne si noe om effekten av forbedret mekanisk rensing. Resultatene bør brukes med forsiktighet da mengde avløpsvann og avløpsvannets sammensetning vil variere fra bedrift til bedrift, avhengig av type råstoff, tilvirkingsprosess og driftsrutiner.

Den dagen målingene ble gjort mottok filetbedriften 8.6 tonn råfisk (sløyet og hodekappet), noe som resulterte i 4.8 tonn ferdig pakket filet. Det vil si at 44.2 % av råfisken ble avskjær som samles opp til biproduksjon, og finavfall som utledes med avløpsvannet etter grovsiling (1 cm poreåpninger). Grovsilen hadde liten renseeffekt da kun 4-5 liter grovavfall ble tatt ut i silen i løpet av produksjonsperioden. Dette tilskrives de store poreåpningene i silduken og moderne og funksjonell bearbeiding av råfisken med god oppsamling av avskjær i prosesslinjen. Rekebedriften mottok 6.5 tonn isede reker som utgjorde 2.0 tonn ferdigvare (31 % utbytte). Skall og skallrester ble effektivt avskilt i silen (0.5 mm poreåpninger) som var montert for rensing av avløpsvannet.

Alle analyseverdier og beregnede verdier som er referert her i sammendraget stammer fra prøver tatt ut etter siling (1 cm grovsil ved filetbedriften og 0.5 mm finsil ved rekebedriften). Verdiene må sees i forhold til dette.

- Ut fra norske litteraturverdier regnes vannforbruket ved filetering av hvitfisk å ligge i området 6 - 26 m<sup>3</sup>/tonn råfisk, tilsvarende 11 - 47 m<sup>3</sup>/tonn ferdigvare. I tillegg kommer en betydelig vannmengde som brukes ved rengjøring av maskiner og haller etter produksjonsstans. Målinger ved filetbedriften som er omtalt i denne rapporten viser en utslippsmengde på 54.0 m<sup>3</sup> i løpet av fileteringsperioden, tilsvarende 6.3 m<sup>3</sup>/tonn råfisk og 11.3 m<sup>3</sup>/tonn ferdigvare, altså i det lave området i forhold til litteraturverdiene. Dette tilskrives kontrollert vannforbruk i prosesslinjen. Selv ved maskinell bearbeiding av råvarene som her, er det registrert noe variasjoner i avløpsmengde i måleperioden. Det ble målt en gjennomsnittlig avløpsstrøm på 112.6 l/min, med maksimum og minimum på henholdsvis 152.9 og 87.6 l/min. Som forventet var mengde avløpsvann pr. tonn råvare og ferdigvare vesentlig høyere i rekebedriften, henholdsvis 43.4 og 141.0 m<sup>3</sup>/tonn.
- Blandprøven som ble tatt i løpet av produksjonsperioden i filetbedriften viste stoffkonsentrasjoner på 1600 mg SS/l, 2350 mg BOF<sub>7</sub>/l, 3050 mg KOF/l, 28.9 mg tot-P/l og 132 mg tot-N/l. Hoveddelen av KOF (84.1 %), tot-P (95.5 %) og tot-N (84.1 %) i avløpsstrømmen forelå som løst (<0.45 µm) og finpartikulært materiale (0.45 - 80 µm). I avløpet fra rekebedriften forelå 67.9 % av KOF, 72.3 % av tot-P og 87.0 % av tot-N som løst og finpartikulært.
- Partikkelanalysen tilsier begrensede renseeffekter ved å redusere poreåpningene i de eksisterende silsystemene. Tallene fra filetbedriften antyder tilleggseffekter m.h.p. KOF, tot-P og tot-N fra 4.5 til 12.1 % med 350 µm poreåpninger, og fra 4.5 til 15.9 % med 80 µm poreåpninger. For rekebedriften er tilsvarende tilleggseffekter fra 13.0 til 15.2 % med 350 µm poreåpninger og fra 13.0 til 32.1 % med 80 µm poreåpninger.

- Basert på måleverdier for tørrstoff og protein tapes ca. 3% av laksens organiske tørrstoff og proteininnhold til avløpet i fileteringsprosessen, mens henholdsvis 42 og 28% av rekenes tørrstoff og proteininnhold tapes.
- Resultatene fra de 5 stikkprøvene som ble tatt ved hver av de to bedriftene tilsier forholdsvis små variasjoner i stoffkonsentrasjoner gjennom produksjonsperioden. Ved filetbedriften var middelveidien for KOF 4480 mg/l, for tot-P 40.0 mg/l, og for tot-N 176 mg/l. Variasjonene lå innenfor 27 % av middelveidien for alle parameterene. Tilsvarende tall for rekebedriften er 4180 mg/l KOF, 32.2 mg/l tot-P, og 288 mg/l tot-N. Variasjonene lå her innenfor 25 % av middelveidene.

Tabellen nedenfor angir vannmengde og stoffbelastninger pr. tonn råvare (r.v.) (sløyet og hodekappet laks og isede reker) og ferdigvare (f.v.) ved fileteringsbedriften og rekebedriften. Antall personekvivalenter (p.e.) er beregnet i forhold til råstoffmottakene ved bedriftene i 1996 (3360 tonn råfisk og 700 tonn isede reker) og spesifikke forurensningsmengder pr. p.e. og år (SFT veileder 91:03).

	Vannmengde,	BOF <sub>7</sub>	KOF	Tot-N	Tot-P
	m <sup>3</sup> /tonn r.v. m <sup>3</sup> /tonn f.v.	kg/tonn r.v. kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v. kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v. kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v. kg/tonn f.v.
Filetering, laks etter grovsil (1 cm)	6.3	14.8	19.2	0.83	0.18
	11.3	26.4 (2960 p.e.)	34.3 (1880 p.e.)	1.49 (720 p.e.)	0.33 (974 p.e.)
Rekepilling etter 500 µm sil	43.4	99.8	151.4	10.7	1.15
	141.0	324.3 (4160 p.e.)	492.1 (3088 p.e.)	34.8 (1935 p.e.)	3.71 (1297 p.e.)

## Summary

Title: Characterization of wastewater from salmon fillets- and prawn processing industry

Year: 1997

Author: Helge Liltved

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3189-7

## 1. Innledning

Fiskeri og havbruk er idag en svært viktig eksportnæring for Norge. I 1995 var den samlede verdien av fisk og fiskeprodukter ca. 14 mrd kr., hvorav oppdrettet laks og ørret bidro til ca. halvparten av beløpet. I volum nærmer oppdrettsnæringen seg 300 000 tonn på årsbasis (Årbok for norsk kystnæring 1995/96).

Verdimessig er laks og torsk de viktigste fiskeartene. Når det gjelder laks er bearbeidingsgraden forholdsvis beskjedne. I 1995 ble hoveddelen eksportert som fersk vare (74 %), mens ca. 13 % eksporteres som filet og ca. 10 % som fryst. For torsk er situasjonen anderledes da nesten alt ble eksportert som bearbeidet produkt, i hovedsak som filet (28 %), klippfisk (30 %) og saltet (25 %). Totalt finnes det ca. 500 bedrifter som foredler fisk og skalldyr (1994), hvorav 295 har mer enn 10 ansatte. De fleste er involvert i salting, tørking, røking og frysing av fiskeprodukter.

Bearbeiding av fisk og skalldyr gir biprodukter som gir en rekke muligheter for lønnsom utnyttelse. I dag samles hovedmengden av hoder, slo, rygger, skinn og annet avskjær av fisk opp i produksjonslinjen og utnyttes til dyrefor, etc. I rekeindustrien samles hoveddelen av skall og skallrester opp. Imidlertid havner en andel i avløpet som partikler eller oppløst stoff. Disse komponentene inneholder organisk karbon, fosfor og nitrogen som kan skape forurensningsproblemer i avgrensede havneområder, noe som kan medføre pålegg om mer omfattende rensing enn siling. I henhold til avfallsforskriften fra Landbruksdepartementet skal bedrifter som bearbeider en viss mengde oppdrettsfisk behandle avløpsvannet på en slik måte at eventuelle smittestoffer inaktiveres. I tillegg til siling kreves installasjon av godkjent desinfeksjonsanlegg for inaktivering av fiskepatogene mikroorganismer.

Det foreligger flere eldre undersøkelser omkring avløpsbelastninger fra norsk og nordisk fiskeindustrien. Imidlertid er det sparsomt med undersøkelser omkring avløpsvannets sammensetning, spesielt fra laksefiletering. For vurdering av effekten av alternative renseteknologier er det av interesse å vite mer om forholdet mellom partikulært og oppløst materiale i ulike avløpsstrømmer, og om partiklenes størrelsesfordeling.

## 2. Resultater fra tidligere undersøkelser

Ved fileteringsbedrifter er det vanlig å motta råfisk, d.v.s. at fisken blir levert sløyet og hodekappet. I filet-hallen vil rygger og skinn separeres fra filestykkene. Rygger og skinn, pluss annet avskjær samles opp for bruk i biproduksjon, mens en andel tapes som finavfall til avløpsvannet (tabell 1).

Finavfallet består normalt sett av 40 - 80 % proteiner. Fettinnholdet vil variere med fiskeart. Avløpsvann fra laksefiletering vil inneholde større mengder fett enn vannet fra torskfiletering.



**Tabell 1.** Tapet til avløpsvannet inndelt etter partikkelstørrelse (etter Thorsen 1987). De prosentvise tallene angir omtrentlig fordelingen av tørrstoff mellom de ulike fraksjonene ved filetering av torsk og rekepillling.

	Filetering, torsk	Rekepillling
Grovt avfall (større enn 1 mm)	30 %	48 %
"Partikler" (0.01 - 1.0 mm)	30 %	24 %
Finstoff (under 0.01 mm, oppløst stoff)	40 %	28 %

Ved bruk av en effektiv selvrensende sil med lysåpning 0.5 - 1.0 mm vil grovt avfall pluss litt av partiklene (ca. 10 %) holdes tilbake (Thorsen 1987).

Mengde avløpsvann og avløpsvannets sammensetning vil variere fra bedrift til bedrift, avhengig av type råstoff, tilvirkingsprosess og driftsrutiner. Eldre avløpsmålinger som er gjort av SINTEF ved bedrifter som har filet av torsk som hovedprodukt, tyder på store spesifikke mengdevariasjoner fra bedrift til bedrift innen samme bransje (Byskov og medarb. 1977). Undersøkelsen foregikk ved to bedrifter, bedrift A og B. Fabrik A er en eldre bedrift med avløp fra to fileteringsavdelinger, mens B er en større, nyere og mer fabrikkpreget bedrift. Begge mottar sløyet trålfisk for maskinell filetering. Under filetering ved bedrift A ble det målt vannmengder på 26 og 20 m<sup>3</sup>/tonn råstoff fra henholdsvis avd. I og II (produksjonen var henholdsvis 0.44 og 0.38 tonn pr. time). Det ble ikke målt avløpsmengder under rengjøring. Ved bedrift B var den spesifikke avløpsmengden under produksjon (5.53 tonn pr. time) betydelig lavere, 6 m<sup>3</sup>/tonn råstoff. Vannmengden som ble ledet til avløp under rengjøring var 22 m<sup>3</sup> pr. vask.

Stoffvariasjonene i avløpet under produksjon varierte i forholdet 3:1 til 10:1. For vaskeperiodene var variasjonene enda større. Selv om det spesifikke vannforbruket i bedrift B var betydelig lavere enn i bedrift A, ble dette ikke reflektert i høyere stoffkonsentrasjoner. Konsentrasjonene i avløpsvannet under produksjon fra bedrift A (avd. I og II) og B var i områdene 973 - 1300 mg O/l (BOF<sub>7</sub>), 100 - 138 mg tot-N/l og 16.3 - 33.9 mg tot-P/l (tabell 2). Under vask var konsentrasjonene betydelig lavere.

Basert på massebalanser utarbeidet av SINTEF (Thorsen 1987) har konsulentfirmaet Grøner Tromsø A/S gjennomført en undersøkelse for Troms fylkeskommune omkring utslippsforholdene fra fiskeindustrien i Troms. I den forbindelse ble det hentet inn data om produksjon og vannforbruk. Basert på tall fra 12 bedrifter var gjennomsnittlig vannforbruk ca. 50 m<sup>3</sup> pr. tonn råfisk. Dette er summen av vannforbruket fra vasking, filetering, skinning og foredling, pluss vann til rengjøring. Variasjonene var store fra bedrift til bedrift. Dette forbruket er høyt i forhold til det som er rapportert ved islandske filetbedrifter (16.3 - 18.2 m<sup>3</sup>/tonn råfisk) (Halvorsen 1984).

Danske undersøkelser tyder på at vannforbruket er lavere og stoffkonsentrasjonene høyere i den danske filetindustrien enn i den norske (Hjelmar og Krog 1978, VKI 1988) (tabell 2). Undersøkelsene inkluderer avløpsmålinger fra maskinell filetering av fet fisk (sild og makrel) og mager fisk (torsk, flyndre etc.). Basert på middelveier er vannforbruket på henholdsvis 6.6 og 19.2 m<sup>3</sup>/tonn ferdigvare. I

forhold til råstoffmengde blir dette 3.6 og 10.6 m<sup>3</sup>/tonn råstoff når mengden restprodukter som oppstår under fileteringsprosessen regnes som 45 % av råfiskvekten. Høyere pris på ferskvannet, og betydelige kostnader forbundet med utledning av avløpsvann, gjør det mer attraktivt å redusere vannforbruket i den danske tilvirkingsindustri sammenliknet med den norske. Lavt vannforbruk fører til at stoffkonsentrasjonene er betydelig høyere enn de som er målt ved norske tilvirkingsanlegg.

**Tabell 2.** Stoffkonsentrasjoner (middelverdier) i avløp ved maskinell filetering.

Referanse	Bedrift/ bransje	SS, mg/l	TS, mg/l	Fett, mg/l	BOF <sub>7</sub> , mg/l	TOC, mg/l	KOF, mg/l	Tot-N, mg/l	Tot-P, mg/l
Byskov og medarb. (1977)	torsk A I	585	-	51	973	615		162	33.9
	" A II	372	-	72	600	418		100	19.2
	" B	247	1184	54	1300	740		138	16.3
Hjelmar & Krog (1978)	sild	-	20000	12000	10000	-	-	-	-
VKI (1988)	sild	-	-	500- 25000	2000- 28000	-	-	400- 1000	80- 150
Miljøstyrelsen (1996)	fet fisk	-	-	-	15000	-	28800	760	-
	mager fisk	-	-	-	3600	-	5200	-	-

Ut fra målingene foretatt av Byskov og medarb. (1977), ble det gjort et overslag over totalutslipp i forhold til råstoffmengde regnet som råfisk (tabell 3). Gjennomsnittlige tall fra danske undersøkelser i forhold til antall tonn ferdigvare (f.v.) er vist i tabell 4. Det blir påvist en sammenheng mellom filetindustriens størrelse og det spesifikke vannforbruk (VKI 1988). Store virksomheter har generelt mindre vannforbruk pr. tonn ferdigvare enn små. For fileteringsprosessen er det funnet at 3.6 - 11.6 % av fiskens proteininnhold tapes i avløpet.

**Tabell 3.** Spesifikke vannmengder (m<sup>3</sup>/tonn råfisk) og utslippsmengder (kg/tonn råfisk) ved filetering av torsk og under vask (etter Byskov og medarb.1977).

	Vannmengde m <sup>3</sup> /tonn råfisk	BOD <sub>7</sub> kg/tonn	Fett/olje kg/tonn	Total-N kg/tonn	Susp. stoff kg/tonn
Under produksjon	6 - 26	8 - 19	0.3 - 1.4	0.9 - 3.1	1.6 - 11.3
Under vasking	22 m <sup>3</sup> pr. vask	0.5 - 6	ca. 0.1	ca. 0.1	ca. 0.5

**Tabell 4.** Spesifikke vannmengder ( $\text{m}^3/\text{tonn}$  ferdigvare) og utslippsmengder ( $\text{kg}/\text{tonn}$  ferdigvare ) i danske undersøkelser (VKI 1988, Miljøstyrelsen 1996).

	Vannmengde $\text{m}^3/\text{tonn}$ ferdigvare	BOF <sub>5</sub> $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.	KOF $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.	Tot-N $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.
Filetering fet fisk	6.6	100	190	5
Filetering mager fisk	19.2	70	100	-

Ved maskinpilling av reker er det rapportert om et vannforbruk på 40 til 120  $\text{m}^3/\text{tonn}$  rå reker (Byskov og medarb.1977, Hjelmar og Krog 1978), og 120 - 175  $\text{m}^3/\text{tonn}$  ferdigvare (VKI 1988). Vannforbruket vil avhengig av råvarens kvalitet. Pillemaskinene har det største enkeltforbruket i prosessforløpet (Byskov 1981) og frigjør ca.90 % av stoffutslippet (Thorsen 1978). Avløpsvannet fra prosessen kan inneholde BOD<sub>5</sub> verdier på noen få tusen  $\text{mg}/\text{l}$  og et fettinnhold på 200 - 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . Da vannforbruket er høyt blir avløpsmengdene i form av organisk stoff og næringssalter høye. Noen spesifikke tall er vist i tabell 5.

**Tabell 5.** Spesifikke vannmengder og utslippsmengder ( $\text{m}^3$  og  $\text{kg}$  pr. tonn ferdigvare) ved maskinpilling av reker.

Referanse	Vannmengde $\text{m}^3/\text{tonn}$ ferdigvare	BOF <sub>5</sub> $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.	KOF $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.	Tot-N $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.	Tot-P $\text{kg}/\text{tonn}$ f.v.
Thorsen (1978)	95 - 314	-	-	-	-
VKI (1988)	120 - 175	250	300	30	3.5

### 3. Gjennomføring av undersøkelsene

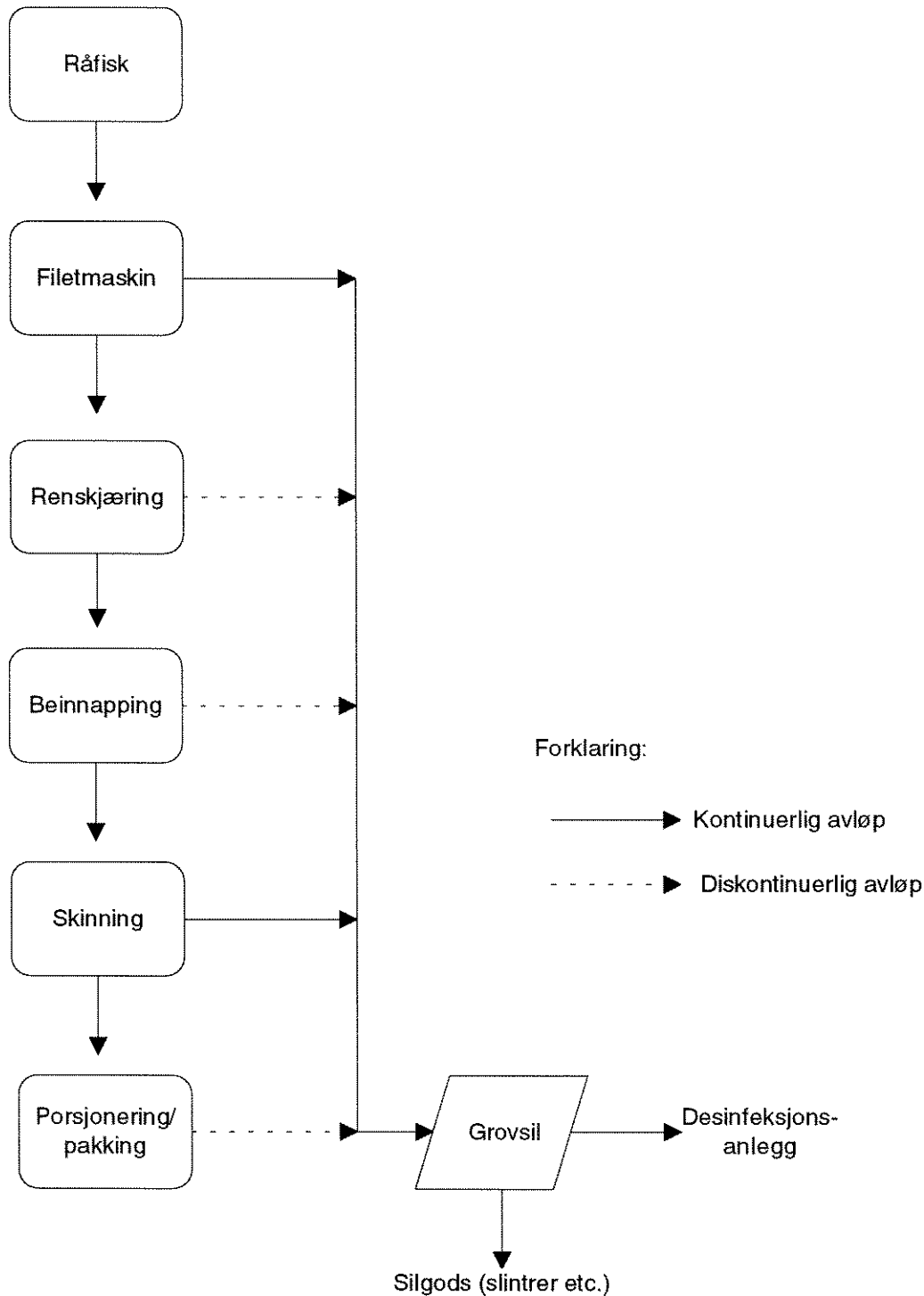
Undersøkelsene ble gjennomført ved en bedrift som fileterer oppdrettslaks og en bedrift som mottar og piller reker maskinelt.

#### 3.1 Beskrivelse av bedriftene

##### 3.1.1 Filetbedriften

Ved filetbedriften mottas sløyet og hodekappet oppdrettslaks (råfisk). Det ble mottatt 3360 tonn råfisk i 1996 basert på opplysninger fra ledelsen ved bedriften. Den dagen målingene ble gjort ble det mottatt 8.6 tonn råfisk og produsert 4.8 tonn ferdig filet. Det vil si at 44.2 % av råfisken er avskjær som samles opp og går til biproduksjon, og finavfall som utledes med avløpsvannet. Bearbeidingen av råfisken består av filetering, beinnapping, skinning og porsjonering/pakking (se figur 1). Det ferdige produkt er fersk filet eller frosne porsjoner.

Bedriften har kommunal vannforsyning. Det benyttes ikke sjøvann. Flere steder i produksjonslinjen brukes vann kontinuerlig. Avløpet fra filetmaskinen er dominerende, både i størrelse og konsentrasjon. I tillegg ble vann ledet ut på gulvet i filethallen kontinuerlig fra en spyleslange. Dette ble gjort for å forhindre luktproblemer.

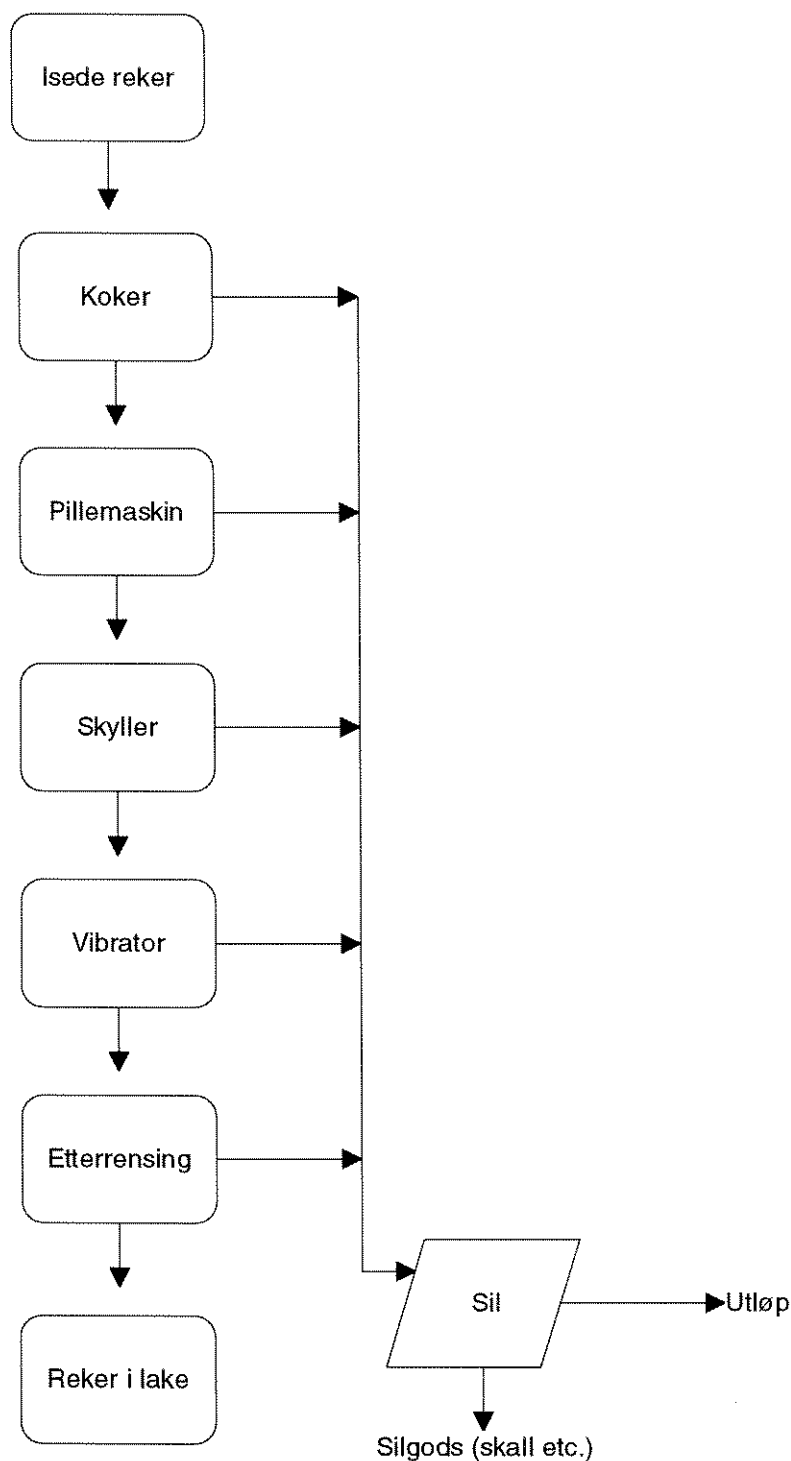


Figur 1. Flytskjema for maskinell filetering med avløpsstrømmer.

Alt avløpsvannet blir samlet i felles sluk og ledes til utvendig pumpekum med nivåvipper. Herfra blir vannet pumpet (diskontinuerlig) til grovsilen (1 cm sirkulære lysåpninger) og videre til desinfeksjonsanlegget. Foredlingsbedrifter som bearbeider en viss mengde oppdrettsfisk er pålagt å desinfisere avløpet i.h.t. retningslinjer fra Landbruksdepartementet. Desinfeksjonsanlegget er basert på utfelling av finstoff med jernklorid, koagulering og sedimentering, med påfølgende dosering av klor. Anlegget består av grovsilen med skrue for transport av grovavfall til container, buffertanker, doseringsutstyr for jernklorid, pumpe for å løfte vannet opp til sedimenteringstanken, og reaksjonstank hvor klor tilsettes og krav til holdetid tilfredstilles. Vannet ledes deretter til sjøen. Ifølge driftspersonalet er hensikten med grovsilen å forhindre driftsproblemer i desinfeksjonsprosessen.

### **3.1.2 Rekebedriften**

Rekebedriften det ble tatt prøver ved har to pillemaskiner og må betegnes som liten i norsk målestokk. Rekepilling blir i gjennomsnitt gjennomført 2.5 dager i uka. Den dagen målingene ble gjort ble det bearbeidet ca. 6.5 tonn ferske reker som utgjorde 2.0 tonn ferdigvare (31 % utbytte) etter opplysninger fra bedriften. Det benyttes vann fra kommunal forsyning. Flytskjema for bearbeidingen av reker er vist i figur 2.



**Figur 2.** Flytskjema for maskinell rekepilling med avløpsstrømmer.

Avløpsvann fra maskinene føres i rør og renner til felles pumpekum. Vann fra materenne utledes direkte på gulv. Skall og skallrester akkumuleres i maskiner og på gulvet over tid. Dette spyles/skyves til pumpekum periodevis, noe som kan gi belastningstopper. Vannet pumpes kontinuerlig fra pumpekummen til selvrensende sil med poreåpninger på 500  $\mu\text{m}$ . Her tas det ut skall og skallrester, ca. 10 l ukomprimert pr. min.

## 3.2 Prøvetaking og analyse

Vannmengder ved filetbedriften ble målt på trykkledningen fra pumpekummen v.h.a. en elektromagnetisk mengdemåler (Portaflow MKII). Gangtid og pausetid ble registrert. Total avløpsvannmengde under produksjon ble beregnet ved å multiplisere volumstrømmen (mengde pr. tidsenhet) med gangtid.

Vannprøver for analyse ble tatt fra utløpet av grovsilen under produksjon. Det ble tatt ut 200 ml delprøver manuelt hvert 15. minutt i 8 timer for tillaging av blandprøve, da det var problematisk å få montert automatisk prøvetaker. I tillegg ble det tatt ut 6 stk. 1 liters stikkprøver. 5 av prøvene ble tatt i produksjonsperioden mens den siste ble tatt 40 minutter etter produksjonsstans.

Ved rekebedriften ble det gjort forsøk på å måle vannmengder i pumpeledningen før silen. Det var ikke mulig å oppnå brukbare signaler ved hjelp av den elektromagnetiske mengdemåleren p.g.a. mye luft i ledningen. Dykkpumpa i pumpekummen står halvt nedsenket og drar inn luft sammen med avløpsvannet. Derfor ble mengde avløpsvann i produksjonsperioden registrert ved hjelp av anleggets mengdemåler som er montert på inntaksledningen. Dette gir et bra bilde av avløpsmengden, da det ikke brukes vann av betydning i andre deler av lokalene under produksjon. Vannforbruket viste seg å være relativt konstant i produksjonsperioden, bortsett fra noe variasjoner ved produksjonsstans og spyling i forbindelse med lunsj-pausen.

Vannprøver ble tatt ut før og etter silen. Stikkprøvene før silen ble tatt manuelt direkte i pumpekummen. Det var ikke mulig å benytte automatisk prøvetaker her, da biter av reker, skall og skallrester tettet til slanger og ventiler i prøvetakeren. Store partikler skapte også problemer for manuelle representative uttak, da det ble noe tilfeldig hvor mange og store partikler som ble med i prøven ved prøveuttak og ved analyse. Det er også verdt å merke seg den tidligere nevnte akkumuleringen av store partikler i maskiner og på gulv med periodevis manuell framføring til pumpekum. Stikkprøver fra utløpssiden av silen ble også tatt manuelt, mens automatisk prøvetaker (Endres & Hauser) ble benyttet for uttak av blandprøve. Blandprøven bestod av delprøver (200 ml) tatt automatisk hvert 15. min gjennom produksjonen.

For å vurdere mulighetene til å holde tilbake partikulært materiale v.h.a. sil-systemer, ble blandprøver silt skånsomt gjennom nylon-duker med forskjellige poreåpninger. Dette ble gjort på stedet før transport til laboratorium.

Alle prøver ble kjølt ned og transportert til KM lab i Grimstad for analyse. Laboratoriet er akkreditert under den Norske Akkrediteringsordning. For de fleste analysene inngikk homogenisering som forbehandling, unntatt analyser med hensyn på suspendert stoff og UV absorbans, og prøver som skulle filtreres først.

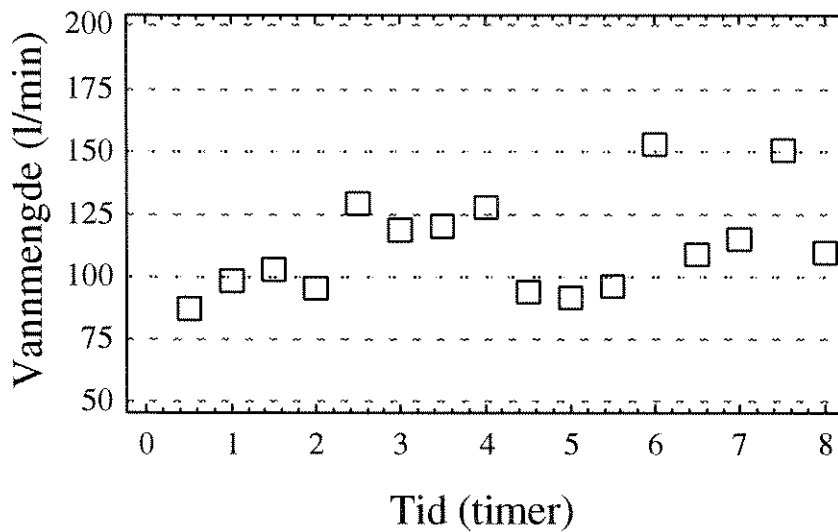
## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1 Filetbedriften

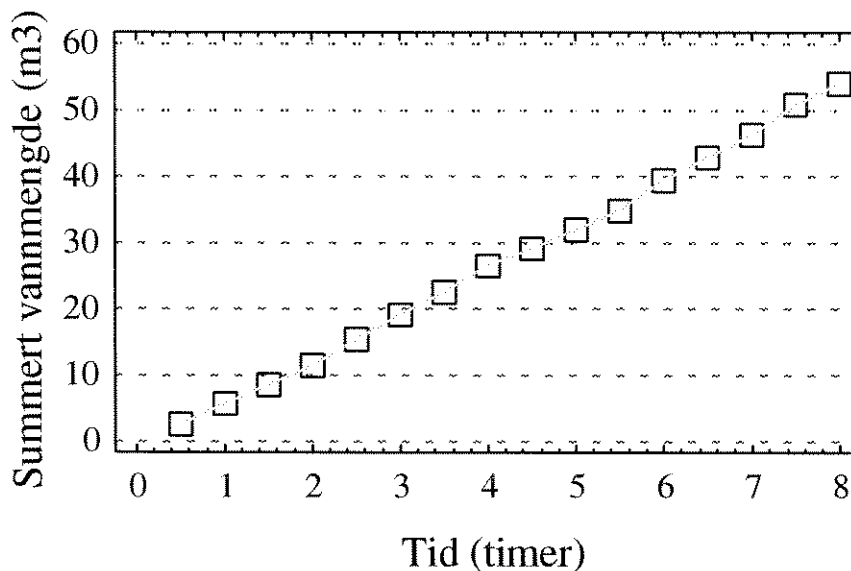
Figur 3 viser avløpsvannmengden fra filethallen under en normal 8 timers produksjonssyklus, fra start kl. 0730 til stopp kl. 1530. Gjennomsnittlig avløpsstrøm var 112.6 l/min, med maksimum og minimum på henholdsvis 152.9 og 87.6 l/min. Selv ved maskinell bearbeiding av råstoffet som her, er det noe variasjoner i vannmengde med tid. Dette tilskrives periodevis spyling av maskinelt utstyr og gulv, i tillegg til vann som brukes kontinuerlig. I lunsj-pausen fra kl. 1130 til 1200 stoppes produksjonen, og

derved også maskinenes vannforbruk. Imidlertid foregår det manuell spyling som bidrar til å opprettholde en viss avløpsstrøm.

Figur 4 viser summert avløpsvannmengde i produksjonsperioden. Totalt ble det pumpet 54.0 m<sup>3</sup> fra pumpekummen til silanlegget i perioden, tilsvarende en spesifikk avløpsmengde på 6.3 m<sup>3</sup> pr. tonn råfisk. Det ble i tillegg registrert et betydelig vannforbruk i forbindelse med rengjøring og spyling etter produksjonsstans.



Figur 3. Avløpsvannmengde pr. min fra filethallen under produksjon.



Figur 4. Summert avløpsvannmengde fra filethallen under produksjon.



I tabell 6 er konsentrasjoner for ulike vannkvalitetsparametere vist i ulike prøver. Alle prøvene er tatt etter grovsilen (1 cm poreåpninger). Det ble registrert lite uttak av grovavfall i silen (4 - 5 liter i løpet av produksjonsperioden).

Som det framgår av forskjellene på ufiltrerte og filtrerte prøver, foreligger 28.5 % av organisk stoff målt som KOF på løst form, mens nesten alt fosfor og litt over halvparten av nitrogenet er løst.

**Tabell 6.** Konsentrasjoner med hensyn på ulike parametere i blandprøve tatt etter grovsil (1 cm poreåpninger) i løpet av fileteringsperioden. Forbehandlet blandprøve er filtrert (0.45 µm) på laboratoriet før analysering.

Parameter	Blandprøve	Forbehandlet blandprøve (0.45 µm)	Andel løst
pH	7.2		
Konduktivitet, mS/m	269		
Susp. stoff, mg/l	1600		
Tot. tørrstoff, mg/l	3230		
Tot. gløderest, mg/l	1470		
Tot. org. stoff, mg/l	1760		
KOF, dikr. mg O/l	3050	870	28.5 %
BOF <sub>7</sub> , mg O/l	2350		
Tot-P, mg P/l	28.9	25.9	89.6 %
Fosfat, mg P/l		26.0	
Tot-N, mg N/l	132	70	53.0 %
Nitritt + nitrat, mg N/l		< 0.10	
Ammonium, mg N/l		3.48	
UV-abs <sub>254 nm</sub> a.enh/cm	2.273	1.393	
Fett, mg/l	< 1000		

Innholdet av organisk tørrstoff i avløpet er beregnet som totalt tørrstoff minus gløderest, tilsvarende 1.76 g/l. Ca. 3 % av tørrstoffinnholdet i råfisken tapes til avløpet når vi regner at laks har et tørrstoffinnhold på 31%: Råstoff laks (2666 kg tørrstoff, 100%) = kutt (1082 kg, 41%) + uttak i grovsil, 1 cm (1 kg, 0%) + til avløp (95 kg, 3%) + ferdigvare (1488 kg, 56 %). Avløpsvannet proteininnhold kan beregnes fra nitrogeninnholdet. Ved å multiplisere med vannmengden i produksjonstiden beregnes proteintapet til avløp til ca. 3 % av proteininnholdet i råfiskmengden (18.4 % av 8.6 tonn). Tapene til avløpsvannet er lave i forhold til litteraturverdier (Byskov og medarb. 1977), noe som tilskrives en moderne og rasjonell fileterings-prosess.

Den prosentvise fordelingen av KOF, tot-P og tot-N etter partikkelstørrelse (tabell 7), viser at hoveddelen av komponentene foreligger som finpartikulært materiale (0.45 - 80 µm) eller som løst (< 0.45 µm) etter at grovavfall er fjernet i sil med poreåpninger på 1 cm. Som vist i tabell 8, er det kun mulig å oppnå en svært begrenset tilleggseffekt ved bruk av sildusystemer ned til 80 µm poreåpninger i forhold til grovsilingen.

**Tabell 7.** Prosentvis fordeling av KOF, tot-N og tot-P etter partikkelstørrelse i avløp fra filetindustri.

Partikkelklasser	< 0.45 µm	0.45 - 80 µm	80 - 350 µm	350 µm - 1cm
KOF	28.5 %	57.4 %	6.2 %	7.9 %
Tot-P	89.6 %	5.9 %	0 %	4.5 %
Tot-N	53.0 %	31.1 %	3.8 %	12.1 %

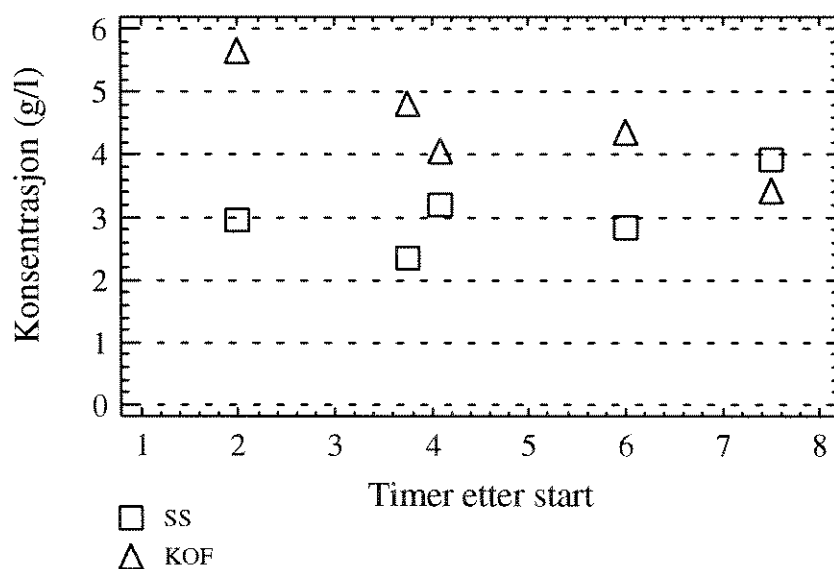
**Tabell 8.** Konsentrasjoner i avløpsvann som har passert grovsil (1 cm poreåpninger), i avløpsvann etter siling gjennom duker med poreåpninger på 350 og 80 µm. Tallene i parentes angir renseeffekt i forhold til grovsilt avløpsvann.

Poreåpninger	SS mg/l	KOF mg/l	Tot-P mg/l	Tot-N mg/l	UV-abs pr cm
Grovsil (1 cm)	1600	3050	28.9	132	2.273
350 µm	-	2810 (7.9 %)	27.6 (4.5 %)	116 (12.1 %)	-
80 µm	1340 (16.3 %)	2620 (14.1 %)	27.6 (4.5 %)	111 (15.9 %)	1.925

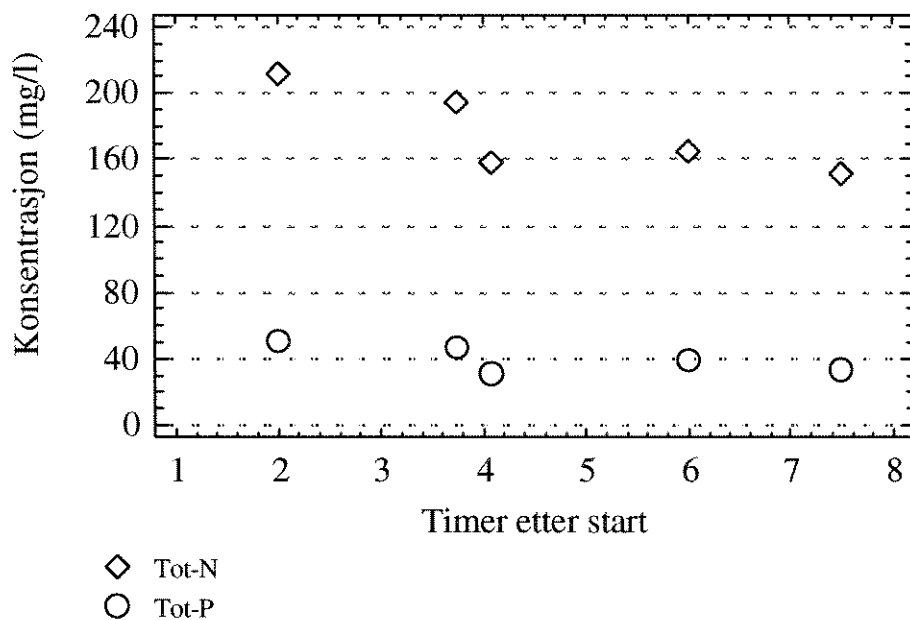
Resultatene av de 5 stikkprøvene som ble tatt i løpet av produksjonen viser forholdsvis stabile konsentrasjonsnivåer (figur 5 og figur 6). Middelerverdiene for KOF, tot-N og tot-P er henholdsvis 4480, 176 og 40 mg/l. Variasjonene ligger innenfor 27 % av middelerverdien for samtlige parametere. Dette strider mot tidligere undersøkelser (Byskov og medarb. 1977) som beskriver store konsentrasjonsvariasjoner under produksjon.

Det er bra overenstemmelse i samvariasjoner mellom KOF, tot-N og tot-P. Variasjonene i SS er mer tilfeldige. Dette kan ha sammenheng med at prøvene for SS-analyse ikke homogeniseres. Analyseresultatet vil derfor variere avhengig av om man får med store partikler som bein, slintrer, etc. i prøvevolumet som filtreres, tørkes og veies.

Generelt er middelerverdiene i stikkprøvene høyere enn konsentrasjonsnivåene i blandprøven. Dette kan delevis forklares med lavt antall stikkprøver, og at middelerverdien av disse derfor ikke er like representativ som blandprøven for det reelle konsentrasjonsnivået.



**Figur 5.** Konsentrasjonsnivåer for SS og KOF i produksjonsperioden etter grovsil.



Figur 6. Konsentrasjonsnivåer for tot-N og tot-P i produksjonsperioden etter grovsil.

## 4.2 Rekebedriften

Vannmengdene som ble benyttet under produksjonen som varte fra kl. 0800 til kl. 1800 var totalt 282 m<sup>3</sup>.

I tabell 9 er stoff-konsentrasjonene i blandprøve tatt etter siling vist. Mens konsentrasjonene av KOF og tot-P er i samme størrelsesorden som i filet-vannet, er nitrogeninnholdet høyere. I likhet med filet-vannet foreligger en større andel av avløpsvannets fosfor- og nitrogeninnhold på løst form enn tilfellet er for organisk stoff som KOF. Forholdet KOF/BOF<sub>7</sub> er 1.5 for rekeavløpet, sammenliknet med 1.3 for filetavløpet.

**Tabell 9.** Konsentrasjonsnivåer i blandprøve fra rekebedriften under produksjon. Prøven er tatt etter finsil (0.5 mm). Forbehandlet blandprøve er filtrert (0.45 µm) på laboratoriet før analysering.

Parameter	Blandprøve etter sil (500 µm)	Forbehandlet blandprøve (0.45 µm)	Andel løst
pH	7.8		
Susp. stoff, mg/l	1060		
Tot. tørrstoff, mg/l	2320		
Tot. gløderest, mg/l	290		
Tot. org. stoff, mg/l	2030		
KOF, dikr. mg O/l	3490	1380	39.5 %
BOF <sub>7</sub> , mg O/l	2300		
Tot-P, mg P/l	26.3	16.1	61.2 %
Tot-N, mg N/l	247	149	60.3 %
Fett, mg/l	< 1000		
Protein, mg/l	1500		

Innholdet av organisk tørrstoff i avløpet er beregnet som totalt tørrstoff minus gløderest, tilsvarende 2.03 g/l. Basert på denne verdien tapes ca. 42% av tørrstoffinnholdet i råstoffet til avløpet når vi regner et tørrstoffinnhold på 21% i reke: Råstoff reke (1365 kg tørrstoff, 100%) = uttak i sil 0.5 mm, d.v.s. skall (373 kg, 27%) + til avløp (572 kg, 42%) + ferdigvare (420 kg, 31%). Dette er noe høyt i forhold til litteraturverdier. Proteintapet til avløpet blir ca. 28% når det regnes et proteininnhold på 23.3 % i fersk reke.

Også i avløpet fra rekebedriften foreligger hovedmengdene av KOF, tot-P og tot-N som finpartikler (0.45 - 80 µm) eller som løst (< 0.45 µm) etter at skall og skallrester er fjernet i 500 µm sil (tabell 10). Dette tilsier igjen begrenset renseeffekt m.h.p. disse parameterene ved å redusere åpningene i sildukene ned til 80 µm, noe som tallene i tabell 11 viser.

**Tabell 10.** Prosentvis fordeling av KOF, tot-P og tot-N etter partikkelstørrelse i avløp fra rekeindustri.

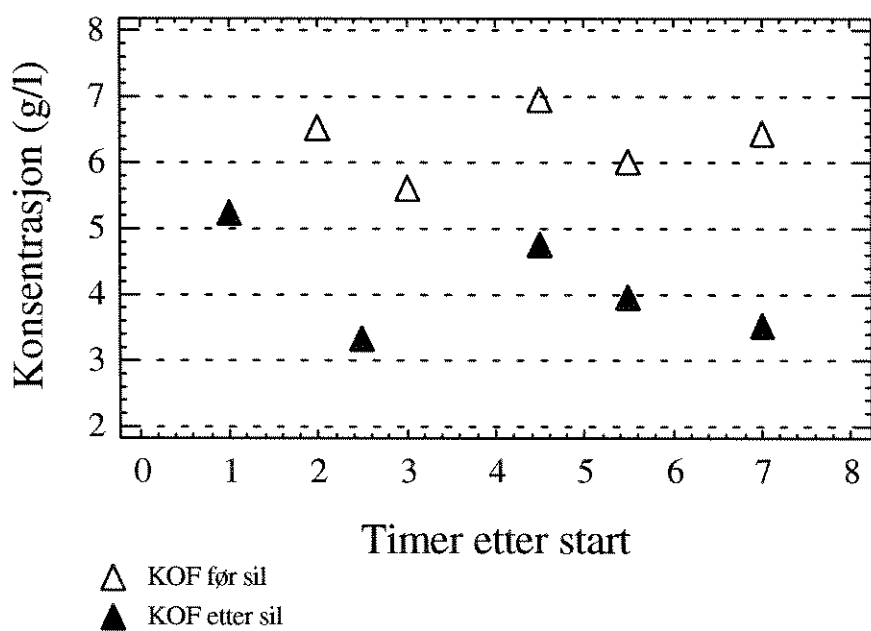
Partikkelklasser	< 0.45 µm	0.45 - 80 µm	80 - 350 µm	350 - 500 µm
KOF	39.5 %	28.4 %	16.9 %	15.2 %
Tot-P	61.2 %	11.1 %	12.9 %	14.8 %
Tot-N	60.3 %	26.7 %	0 %	13.0 %

**Tabell 11.** Konsentrasjoner i avløpet etter filtrering gjennom siler med ulike poreåpninger. Prosentvis renseeffekt i forhold til 500 µm silen er angitt i parentes.

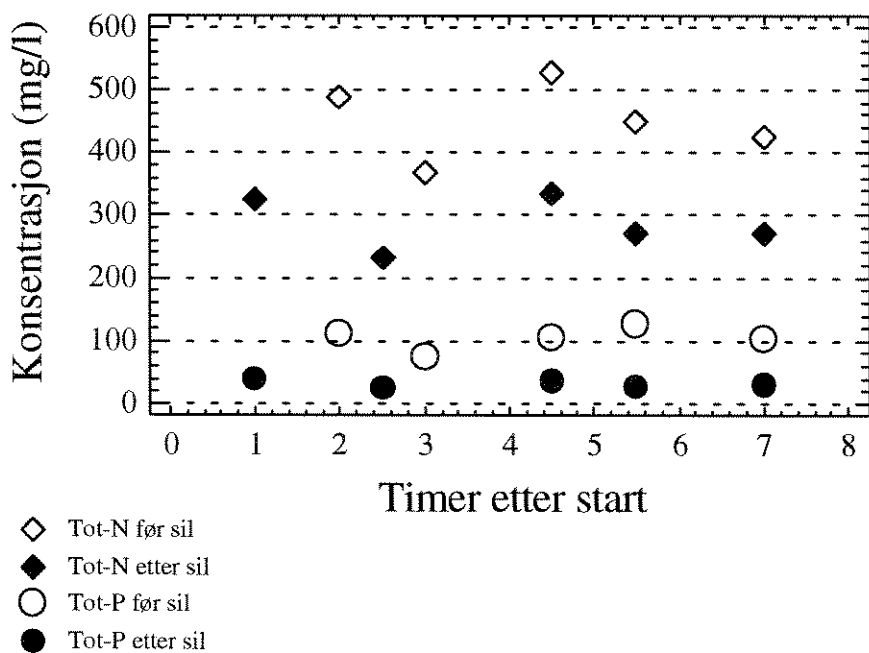
Poreåpninger	SS mg/l	KOF mg/l	Tot-P mg/l	Tot-N mg/l
Etter sil (500 µm)	1060	3490	26.3	247
350 µm	840 (20.7 %)	2960 (15.2 %)	22.4 (14.8 %)	215 (13.0 %)
80 µm	560 (47.2 %)	2370 (32.1 %)	19.0 (27.8 %)	215 (13.0 %)

I henhold til de 5 stikkprøvene som ble tatt før og etter silen, er konsentrasjonsnivåene for KOF, tot-N og tot-P også ved rekebedriften forholdsvis stabile gjennom produksjonsperioden (figur 7 og figur 8). Som tidligere omtalt ble det akkumulert en del rekeskall og skallrester i maskinelt utstyr og på gulvet i produksjonshallen. Periodevis framføring av dette til pumpekummen kan gi korte belastningstopper som ikke reflekteres i stikkprøvene tatt før silen. Hoveddelen av de framførte skall og skallrester vil bli tatt ut i silen og vil sannsynligvis ikke gi store utslag på konsentrasjonsnivået i prøver tatt ut etter denne.

Middelverdiene for KOF før og etter silen er henholdsvis 6322 og 4180 mg/l (33.9 % renseeffekt). Tilsvarende tall for tot-N er 452 og 288 mg/l (36.3 % renseeffekt), og for tot-P 104 og 32.2 mg/l (69.0 % renseeffekt). Dette tyder på at relativt mer fosfor enn nitrogen og organisk stoff er bundet i skall og skallrester. Effekten av silen vil sannsynligvis være høyere enn beregnet her dersom de omtalte belastningstoppene var inkludert.



Figur 7. Konsentrasjonsnivåer for KOF før og etter silen (0.5 mm) gjennom produksjonsperioden.



Figur 8. Konsentrasjonsnivåer for tot-N og tot-P før og etter silen (0.5 mm) gjennom produksjonsperioden.

I tabell 12 er vannmengder og stoffbelastninger pr. tonn råvare og ferdigvare beregnet ut fra analyseverdiene for blandprøvene som ble tatt i produksjonsperiodene ved filet- og rekebedriften. Vannmengder og stoffbelastninger fra vasking og spyling av maskinelt utstyr, haller, kasser etc. er ikke

medregnet her. Tidligere utførte målinger i filet- og rekeindustrien tyder på at stoffbelastningene under vask er relativt små, selv om vannforbruket kan være betydelig (Byskov og medarb. 1977).

**Tabell 12.** Vannmengde og stoffbelastninger pr. tonn råvare (r.v.) (sløyet og hodekappet laks og isede reker) og ferdigvare (f.v.) ved fileteringsbedriften og rekebedriften. Antall personekvivalenter (p.e.) er beregnet for de respektive råstoffmottakene ved bedriftene i 1996 (3360 tonn råfisk og 700 tonn isede reker).

	Vannmengde,		BOF <sub>7</sub>		KOF		Tot-N		Tot-P	
	m <sup>3</sup> /tonn r.v.	m <sup>3</sup> /tonn f.v.	kg/tonn r.v.	kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v.	kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v.	kg/tonn f.v.	kg/tonn r.v.	kg/tonn f.v.
Filetering, laks etter grovsil (1 cm)	6.3		14.8		19.2		0.83		0.18	
	11.3		26.4		34.3		1.49		0.33	
			(2960 p.e.)		(1880 p.e.)		(720 p.e.)		(974 p.e.)	
Rekepilling etter 500 µm sil	43.4		99.8		151.4		10.7		1.15	
	141.0		324.3		492.1		34.8		3.71	
			(4160 p.e.)		(3088 p.e.)		(1935 p.e.)		(1297 p.e.)	



## 5. Referanser

- Byskov P., Halvorsen K., og Thorsen T. 1977. Opparbeiding av rensset fisk. Delrapport nr. 4 fra NORDFORSK-prosjektet "Fiskeindustriens vandproblemer". Vandkvalitetsinstituttet, Danmark. 75 s. + vedlegg.
- Byskov P. 1981. Reduksjon av vannforbruk ved maskinpolling av reker. SINTEF-rapport STF A 81008. 39 s.
- Hjelmar O. og Krogh O. 1978. Vandproblemer i den nordiske fiskeindustri - beskrivelse og sammenfatning. Delrapport nr. 1 fra NORDFORSK-prosjektet "Fiskeindustriens vandproblemer". Vandkvalitetsinstituttet, Hørsholm, Danmark. 41 s.
- Halvorsen K. 1984. Vannsparing i filetindustrien. SINTEF-rapport STF21 A84058. 43 s.
- Miljøstyrelsen 1996. Oversikt over renere teknologi i fiskeindustrien. Miljøprosjekt nr. 317. Miljø- og Energistyrelsen, København, Danmark. 102 s.
- Thorsen T. 1978. Rensing av vann fra fiskeforedling - oppsummering og tekniske konklusjoner. Delrapport nr. 11 fra NORDFORSK-prosjektet "Fiskeindustriens vandproblemer". Vandkvalitetsinstituttet, Hørsholm, Danmark. 45 s.
- Thorsen T. 1987. Rensing og gjenvinning av stoffer fra prosessvann i fiskeindustrien - Fase II. Kartlegging av materialstrømmene. SINTEF-notat 215004. 50 s.
- Troms fylkeskommune 1994. Rensing av prosessvann fra fiskeindustrien i Troms. 34 s. + vedlegg.
- VKI 1988. Spildvand fra vegetabilsk og animalsk industri i Danmark. Områderapport. Branchegruppe B: Fisk og skaldyr til konsum. Vandkvalitetsinstituttet, Lyngby, Danmark. 44 s. + vedlegg.
- Årbok for norsk kystnæring 1995/96. Kystnæringens forlag & bokklubb, Bergen.

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3631-97

ISBN 82-577-3189-7