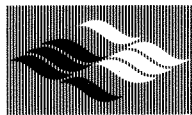


Behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale rensesanlegg

Ingeniør Lasse Berglind
Norsk institutt for vannforskning



pra Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann.

Formgivning, NIVAs tegnekontor
Sats, montasje og trykk: Reclamo
ISBN 82-90180-24-1
Copyright Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann

PROSJEKT RENSING AVLØPSVANN – PRA

I Stortingsproposisjon nr. 90 "Tilråding fra Industridepartementet av 10. april 1970", godkjent ved kongelig resolusjon samme dag, la Industridepartementet fram forslag til en bevilgning på 5,0 mill. kroner for 1970, som en første bevilgning for et flerårig forskningsprogram for rensing av avløpsvann. Forslaget grunnet seg på Ressursutvalgets innstilling nr. 1 som ble avgitt 3. juli 1969.

For at det faglige grunnlag for utbygging av avløpsanlegg skulle kunne bedres, konkluderte Ressursutvalget med at det måtte skje en utvidet forskningsinnsats for å finne fram til effektive transportmetoder og tilfredstillende metoder for rensing av avløpsvann.

En foreløpig tidsramme ble satt til seks år og kostnadene beregnet til omlag 30 mill. kroner.

St.prp. nr. 90 ble vedtatt av Stortinget og forskningsprogrammet kunne settes i verk. Forskningsprogrammet fikk navnet

PROSJEKT RENSING AVLØPSVANN som forkortes PRA

Det ble opprettet en ad hoc komite, prosjektkomiteen for et forskningsprogram for rensing av avløpsvann, for å vurdere og prioritere forskningsprosjekter.

Prosjektkomiteen har delt inn forskningsprogrammet i følgende 6 delområder:

1. Avløpsvannets mengde og sammensetning.
2. Rensing av avløpsvann og slambehandling.
3. Bruk av terrestriske resipienter for disponering av avløpsvann og slam.
4. Transportsystemer.
5. Utslipp av forurenset vann i resipienten.
6. Industriens avløpsproblemer.

En har i størst mulig utstrekning forsøkt å konsentrere innsatsen på forsknings- og utredningsoppgaver som vil gi resultater som kan anvendes på kort sikt.

De prosjekter som hittil har blitt prioritert er listet på omslagets side 3.

Prosjektkomiteen gir ut et informasjonsblad, PRA-INFORMASJON, samt såkalte brukerrapporter.

Forespørsel om PROSJEKT RENSING AV AVLØPSVANN kan rettes til PRA-komiteens sekretariat v/avd.dir. John Hatling, Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Oslo-dep., Oslo 1, tlf. (02) 41 88 60.

Forespørsel om PRA-INFORMASJON og BRUKERRAPPORTER rettes til sivilingeniør Paul Liseth, Ph.D., I/S Miljøplan, Maries vei 20, 1322 Høvik, tlf. (02) 53 88 89.

Brukerrapporter bestilles hos Liv Jansen, Norsk institutt for vannforskning, Postboks 333, Blindern, Oslo 3, tlf. (02) 23 52 80.

INNHOOLD

FORORD	4
1. SAMMENDRAG	5
2. INNLEDNING	6
3. MEKANISK/KJEMISK RENSING	8
3.1 Fellingsforsøk med kjemikalidoser som er vanlig i kommunale renselanlegg	8
3.2 Fellingsforsøk med forhøyet kjemikaliedose	9
3.3 Forsøk med syrebehandling av meieri-avløpsvann før felling	9
3.4 Forsøk med hjelpekoagulanter	9
4. BIOLOGISK/KJEMISK RENSING	12
4.1 Forsøksmetode	12
4.2 Resultater av forsøk med biologisk/kjemisk behandling av ulike avløpsvann fra næringsmiddelindustrien	12
5. LITTERATUR	16

FORORD

Avløpsvann fra næringsmiddelindustrien blir ofte ført til kommunale renseanlegg. Erfaringer har vist at dette kan skape problemer med dårlig renseeffekt både av organisk stoff og fosfor.

I PRA-prosjekt 2.6 «Behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale renseanlegg», har renseeffekt ved forskjellige rensemetoder blitt undersøkt i laboratoriet. Ansvarlig for prosjektet er Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Forsøkene omfattet avløpsvann fra flere typer næringsmiddelindustrier blandet med forskjellige mengder kloakkvann. Laboratorieforskningene er utført av ingeniør L. Berglind som også har skrevet denne brukerrapport. Avdelingssjef R. T. Arnesen og avdelingssjef P. Balmér har vært medarbeidere. Rapporten henvender seg først og fremst til kommunaltekniske etater, spesielt til de som har ansvaret for drift av renseanlegg. Den henvender seg dessuten til konsulenter og andre som planlegger og prosjekterer kommunale renseanlegg.

Oslo, februar 1977

Paul Liseth
redaktør

1. Sammendrag

Rensing av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale fellingsanlegg kan gi problemer. Fellingsforsøk med avløpsvann fra næringsmiddelindustri viser at det kan ventes dårlig renseseffekt med hensyn til organisk stoff og total fosfor når kjemikaliedosene er som i vanlige kommunale fellingsanlegg. Denne effekt gjør seg også gjeldende selv ved liten innblanding av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kloakkvann. Årsaken til den dårlige renseseffekten er dels høyt innhold av oppløste stoffer, dels at det er vanskelig å bryte emulgert fett og protein ved vanlig metodikk.

Økning av kjemikaliedosen ga ved felling av meieriavløpsvann fosforfjerning som var av samme størrelsesorden som for kloakkvann, mens fjerningen av organisk stoff ikke ble forbedret. Bruk av så høye kjemikaliedoser har imidlertid liten praktisk interesse bl.a. på grunn av driftsutgiftene.

Tilsats av anionisk, syntetisk hjelpekoagulant hadde begrenset effekt. Bruk av hjelpekoagulant innebærer dessuten en betydelig økning av kjemikaliekostnadene.

Forsøk med å forbehandle meieriavløpsvann biologisk med kontaktvalse før felling, ga gunstig resultat, idet det ble oppnådd en samlet renseseffekt på 95% eller bedre for både organisk stoff og fosfor med 200 mg/l av aluminiumsulfat (Al-sulfat) eller jernklorid (Fe-klorid). Biologisk/kjemisk behandling ga like god effekt med avløpsvann fra slakteri og konserverfabrikk. Det kan derfor oppnås en betydelig forbedring av renseseffekt i et kjemisk fellingsanlegg dersom avløpsvann fra næringsmiddelindustri gis en passende biologisk forbehandling.

2. Innledning

Det er vanlig å føre avløpsvann fra næringsmiddelindustri til kommunale biologiske renseanlegg på steder hvor slike finnes. Behandling av moderate mengder næringsmiddelavløpsvann i slike anlegg byr normalt ikke på problemer, og det oppnås god reduksjon av organisk stoff.

Mange av de kommunale renseanlegg som er bygget i de senere år har imidlertid vært mekanisk-kjemiske anlegg og denne type antas å bli vanlig blant nyanlegg i fremtiden. I mekanisk-kjemiske renseanlegg fjernes vesentlig partikulært materiale og med kommunalt kloakkvann kan man regne med 60–80% renseeffekt men hensyn til organisk stoff og 85–95% renseeffekt med hensyn til total fosfor. Avløpsvann fra næringsmiddelindustri har stort sett et langt høyere innhold av organisk stoff enn kloakkvann, og det organiske stoffet er også annerledes enn i kloakkvann. Andelen av oppløst stoff er også høyere. Det er således uklart om felling ved de betingelser som er normale i kommunale anlegg vil kunne rense slikt vann i tilstrekkelig grad. Det er viktig å få dette avklart fordi næringsmiddelbedrifter ofte er lokalisert til steder med små renseanlegg hvor industriavløpsvannet utgjør en stor del av det samlede avløpsvann.

Det er gjort forsøk for å klarlegge hvilken renseeffekt man kan vente når avløpsvann fra næringsmiddelindustri med og uten innblanding av kommunalt kloakkvann behandles ved betingelser som er vanlige i kommunale anlegg, dvs. ved felling med ca. 150 mg Al-sulfat/l og deretter sedimentering. Dessuten beskrives forsøk som er utført med forhøyet dose av fellingskjemikalier og forsøk hvor avløpsvannet gjennomgikk en biologisk behandling før felling.

Det er i litteraturen funnet lite om erfaringer med å behandle avløpsvann fra næringsmiddelindustri sammen med kloakkvann i kommunale fellingsanlegg. Derimot foreligger det en betydelig mengde litteratur om felling av slike avløpsvann i interne anlegg i bedriftene, [1], [2], [3], [4]. Slike fellingsanlegg har i noen grad vært brukt særlig i slakterier og kjøttbearbeidende industri samt i konserverfabrikker. Forskjellige fellingsprinsipper blir benyttet. Fellingen er særlig lagt an på å bryte fett- og proteinemulsjoner ved spesielle teknikker, [2], [5], [6]. Som fellingsmidler blir det vanligvis benyttet uorganiske stoffer som jernsalter, aluminiumsulfat, klor og kalk, gjerne i kombinasjon med hjelpekoagulant.

Fellingen kan foregå i 2 eller 3 trinn med ulike kjemikalier og pH-verdier. Utfelt materiale blir normalt fjernet ved flotasjon. Også spesielle fellingsmidler som chitosan og lignosulfonat blir benyttet for utfelling av protein som deretter kan benyttes til dyrefôr, [7], [8]. Renseeffektene som er rapportert varierer med hensyn til KOF mellom ca. 75–90% regnet på usedimentert avløpsvann. På grunn av det høye innholdet av organisk stoff i ubehandlet vann, vil KOF i rensert vann likevel ligge i området 300–1000 mg O/l. Fellingen bør derfor etterfølges med biologisk behandling, [2], [3].

Det synes lite trolig at den teknologi som er omtalt ovenfor kan brukes i kommunale anlegg for behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i blanding med kloakkvann, hovedsakelig på grunn av høye kjemikalie- og anleggskostnader og komplisert drift. Fra en blanding av kloakkvann og avløpsvann fra næringsmiddelindustri, vil det heller ikke være mulig å gjenvinne dyrefôr.

Forsøkene presentert i denne rapporten har først og fremst tatt sikte på å studere effekten ved felling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri, med og uten iblandet kloakkvann ved betingelser som er vanlige i kommunale fellingsanlegg. Kalk, Al-sulfat og Fe-klorid ble benyttet som fellingsmiddel. Avløpsvann til forsøkene ble hentet fra utvalgte

meierier, slakterier, konserverfabrikker, hermetikk- og ferdigmatfabrikker, brenneri og bryggeri. Prøvene ble tatt ut som blandeprøve over en arbeidsdag eller et skift. Prøvene ble tatt etter slamavskiller der slike fantes.

Kloakkvann ble hentet ved Skarpsno renseanlegg i Oslo.

3. Mekanisk/kjemisk rensing

3.1 Fellingsforsøk med kjemikaliedoser som er vanlig i kommunale renselanlegg

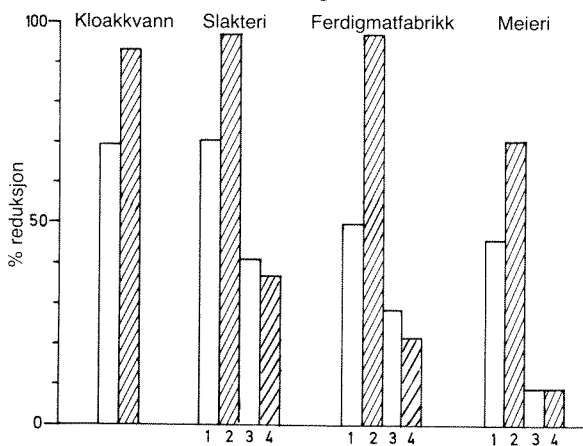
Fellingsforsøkene er utført etter Jar-test teknikk. Fellingsresultater med avløpsvann fra 10 bedrifter er oppført i vår rapport PRA 2.6 «Behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale renselanlegg», [9].

Fellingsresultater med avløpsvann fra noen utvalgte bedrifter med og uten innblanding av kommunalt kloakkvann, er illustrert i figur 1. Type bedrifter og innhold av forurensende stoffer i avløpsvannet er vist i tabell 1.

TABELL 1. Innhold av forurensende stoffer i avløpsvann fra utvalgte bedrifter

Bedrift	Produksjon	Forurensningskomponenter i avløpsvannet	
		KOF _{dikr} mg O/l	Totalfosfor mg P/l
A/L Hedmark og Oppland Slakterier, Hamar	Produksjons-slakteri	1134	7,2
A/S Findus, Larvik	Ferdigmat	1709	4,2
Lom og Skjåk dampysteri, Lom	Brunost	1357	13,0

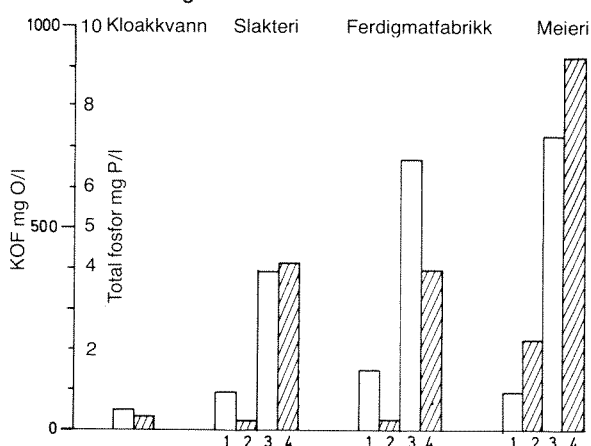
Renseeffekt i prosent etter felling



1. Reduksjon av org. stoff (KOF) i kloakkvann iblandet 10 % avløpsvann fra næringsmiddelindustri
2. Reduksjon av Tot-P i kloakkvann iblandet 10 % avløpsvann
3. Reduksjon av org. stoff (KOF) i kloakkvann iblandet 50 % avløpsvann
4. Reduksjon av Tot-P i kloakkvann iblandet 50 % avløpsvann

□ Organisk stoff (KOF) ▨ Total fosfor

Innhold av org. stoff og total fosfor etter felling



1. Innhold av org. stoff (KOF) etter felling av kloakkvann iblandet 10 % avløpsvann fra næringsmiddelindustri
2. Innhold av Tot-P etter felling av kloakkvann iblandet 10 % avløpsvann
3. Innhold av org. stoff (KOF) etter felling av kloakkvann iblandet 50 % avløpsvann
4. Innhold av Tot-P etter felling av kloakkvann iblandet 50 % avløpsvann.

Fig. 1. Felling av kloakkvann med og uten innblanding av avløpsvann fra næringsmiddelindustri.

Dose: 150 mg Al-sulfat/l

Innholdet av organisk stoff målt som KOF er langt høyere i avløpsvannet fra de undersøkte bedriftene enn i kommunalt kloakkvann. Totalt fosforinnhold er også stort sett høyere enn i kloakkvann.

Figur 1 viser at fellingsresultatene med avløpsvann fra næringsmiddelindustrien blandet med kloakkvann ble dårligere enn med kloakkvann alene. Allerede ved 10% innblanding var innholdet av organisk stoff høyere etter felling i forhold til kloakkvann. Det er antagelig to årsaker til at avløpsvann fra næringsmiddelindustri felles dårlig. Den ene årsaken er at andelen av oppløst stoff er høyere enn i kloakkvann, den andre at fett og proteiner fjernes dårlig ved den anvendte fellingsmetodikken.

3.2 Fellingsforsøk med forhøyet kjemikaliedose

Disse forsøkene er utført med meieriavløpsvann, kloakkvann og en blanding av disse vanntyper i forholdet 1:1. Hensikten var å klarlegge om høyere kjemikaliedoser enn det som er vanlig i kommunale renseanlegg bedrer fellingen. Foruten Al-sulfat er det også benyttet Fe-klorid og kalk. Med Al-sulfat er fellings-pH forsøkt holdt nær 6,0 og med Fe-klorid nær 5,0. Resultatene er illustrert i figur 2.

Figur 2 viser at ved felling av meieriavløpsvann i doser som er vanlige i kommunale anlegg, det vil si ca. 150 mg/l av henholdsvis Al-sulfat og Fe-klorid oppnås bare 22–27% KOF-reduksjon. Ved å øke dosen til 2000 mg/l oppnås det ingen vesentlig forbedring. Med 600 mg kalk som er noe over normalt nivå i kommunale anlegg, oppnås bare ca. 6% KOF-reduksjon. Reduksjonen ble ikke høyere enn ca. 35% ved å øke dosen til 10.000 mg/l. Ved felling av blanding av like deler meieriavløpsvann og kloakkvann, var reduksjonen omtrent som ovenfor med kalk og Fe-klorid-felling. Med Al-sulfat ble det oppnådd noe bedre resultat, idet KOF-reduksjonen lå i området 35–65% med doser som varierte mellom 150–2000 mg/l.

Reduksjonen av Tot-P i meieriavløpsvann var med 150 mg/l av Al-sulfat og Fe-klorid henholdsvis 0 og 37% og med 600 mg/l kalk bare ca. 6%. Men i motsetning til KOF-reduksjonen ga økt dosering av kjemikalier en markert forbedret fosforreduksjon. Best var virkningen med Fe-klorid, hvor allerede 250 mg/l ga en reduksjon på rundt 80% i

både meieriavløpsvann og i blandingen meieriavløpsvann/kloakkvann. Med 500 mg/l Fe-klorid var Tot-P-reduksjonen ca. 95% som er det vanlige ved felling av kloakkvann. En tilsvarende reduksjon ble oppnådd med ca. 1000 mg/l Al-sulfat og 5000 mg/l kalk.

Med hensyn til ortofosfat-reduksjonen (Ort-P) ble det oppnådd 95–99% reduksjon i både meieriavløpsvann og i blandingen meieriavløpsvann/kloakkvann med 250 mg/l Fe-klorid, mens det var nødvendig med ca. 500 mg/l Al-sulfat og 2000 mg/l kalk for å oppnå samme effekt. Kjemikaliedosene som ble benyttet ved disse forsøkene var til dels ekstremt høye (2000–10.000 mg/l) og ble benyttet av eksperimentelle årsaker. Så høye doser er uakseptable i kommunale anlegg.

3.3 Forsøk med syrebehandling av meieriavløpsvann før felling

Det er undersøkt om syrebehandling av meieriavløpsvann før felling kunne øke renseseffekten. En slik fremgangsmåte er beskrevet i forbindelse med fjerning av proteiner i avløpsvann fra næringsmiddelindustri, [5], [10].

Forsøkene ble utført med meieriavløpsvann som først ble tilsatt svovelsyre til henholdsvis pH 1 og 2, og prøvene ble deretter omrørt i 15 minutter. Prøvene ble deretter nøytralisert med kalk iblandet kloakkvann og felt med Al-sulfat. Resultatene er vist i tabell 2.

Tabellen viser at forbedringen av renseseffekten ved syrebehandling var ubetydelig ved felling av meieriavløpsvann etter den metodikken som ble anvendt her.

3.4 Forsøk med hjelpekoagulanter

Det er gjort forsøk med tilsats av hjelpekoagulanter for å klarlegge om dette forbedrer fellingen. Al-sulfat ble benyttet som hjelpekoagulant og dosen ble holdt lav, 150 mg/l, for lettere å kunne se en eventuell effekt med hjelpekoagulant. Etter som det partikulære materialet i meieriavløpsvann vesentlig er av organisk karakter, ble det brukt anioniske hjelpekoagulanter. Resultatene av fellingsforsøkene er vist i tabell 3.

Det fremgår av tabellen at tilsats av 1 mg/l av

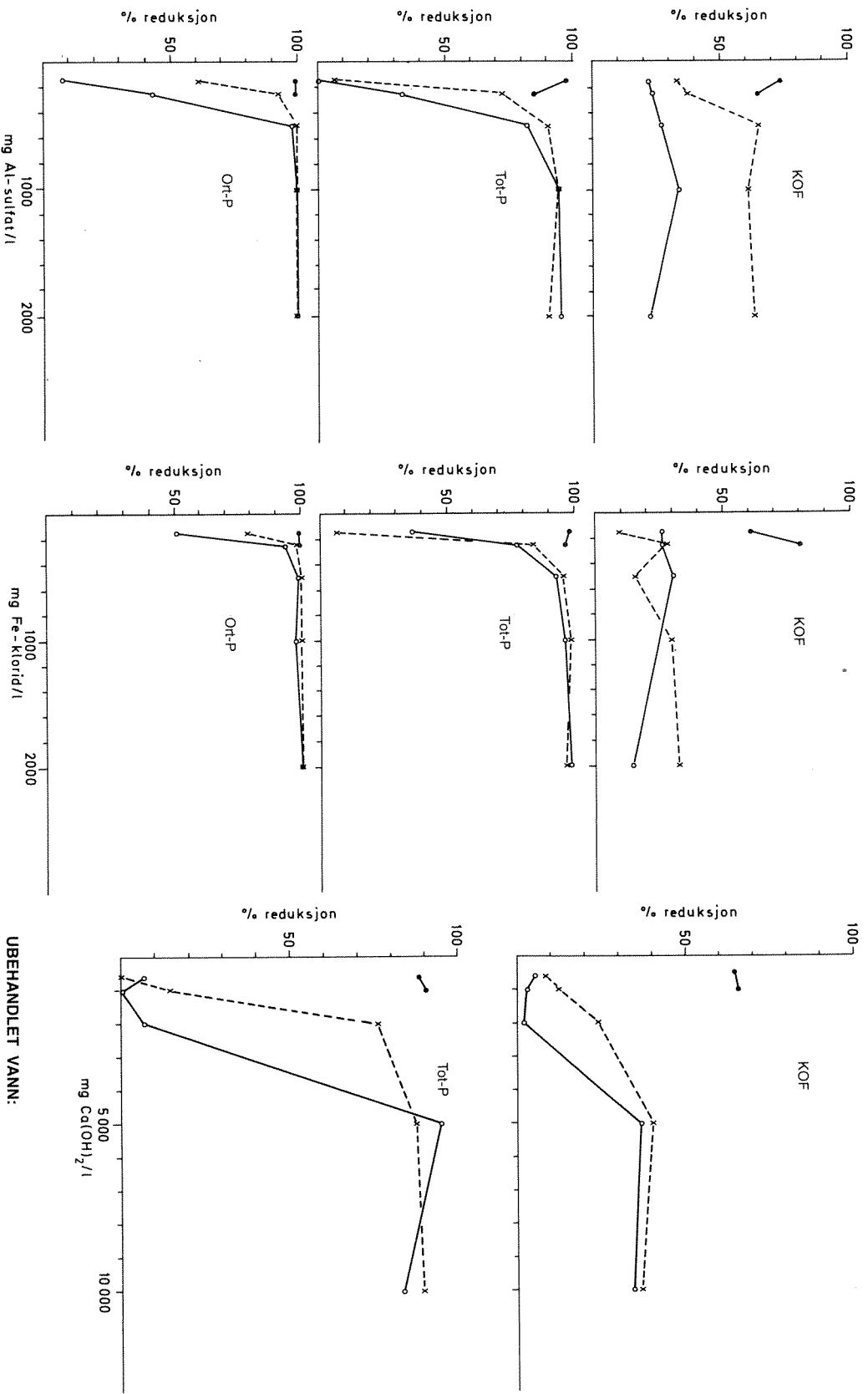


Fig. 2. Prosentvis reduksjon av KOF, Tot-P og Ort-P ved felling av meieravløpsvann med og uten innblanding av kloakkvann.

UBEHANDLET VANN:

	KOF mg O/l	Tot-P mg P/l	Ort-P mg P/l
Meieravløpsvann*)	2100	15,0	9,2
Kloakkvann	208	6,3	4,2

*) Fra A/L Hedemarkmeieriet, avdeling Nes.

hjelpekoagulant bare ga ubetydelig høyere KOF- og Tot-P-reduksjon sammenlignet med prøven som ble felt uten hjelpekoagulanter. Ved økning av dosen av AP 273 til 3 mg/l ble fellingen forbedret (KOF-reduksjon 56,3%, Tot-P-reduksjon 61,5%). Sammenlignet med tidligere Al-sulfat-fellinger ga tilsats

av 3 mg AP 273/l tilnærmevis like god KOF-reduksjon som 1000 mg/l Al-sulfat og like god Tot-P-reduksjon som med 500 mg/l Al-sulfat, se figur 2.

Bruken av hjelpekoagulant ga som ventet ingen markert effekt med hensyn til reduksjon av Ort-P.

TABELL 2. Resultater fra forsøk med syrebehandling av meieriavløpsvann før felling

Prøve	Syreforbruk ml 6M H ₂ SO ₄ /l	Fellings- kjemikalie	pH	KOF		Tot-P		Ort-P		Susp.stoff	
				mg O/l	% red.	mg P/l	% red.	mg P/l	% red.	mg/l	% red.
Kloakkvann (K)				208		6.3		4.2		156	
Meieriavløpsvann (MA)				2100		15.0		9.2		216	
500 ml K + 500 ml MA		Al-sulfat 250 mg/l	6.0	902	21.8	1.4	86.9	0.27	96.0	16	91.4
500 ml K + 500 ml MA ^{a)}	0.8	Al-sulfat 250 mg/l	6.1	776	32.8	1.1	89.7	0.18	97.3	17	90.9
500 ml K + 500 ml MA ^{b)}	9.5	Al-sulfat 250 mg/l	6.2	832	27.9	1.2	88.7	0.008	99.9	53	71.5

^{a)} Meieriavløpsvannet behandlet ved pH 2.0 før felling.

^{b)} Meieriavløpsvannet behandlet ved pH 1.0 før felling.

TABELL 3. Resultater av fellingsforsøk med hjelpekoagulanter

Prøve	Fellingskjemikalier/dose		pH	KOF		Tot-P		Ort-P		Susp.stoff	
	Hovedkoagulant	Hjelpekoagulant		mg O/l	% red.	mg P/l	% red.	mg P/l	% red.	mg/l	% red.
Kloakkvann (K)				208		6.3		4.2		156	
Meieriavløpsvann (MA)				2100		15.0		9.2		216	
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l		6.4	839	27.3	9.2	13.6	0.9	86.6	192	
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	Magnafloc 155 1 mg/l	6.4	939	18.6	9.2	13.6	1.9	71.6	172	7.5
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	Magnafloc 455 1 mg/l	6.3	911	21.1	8.9	16.4	0.6	91.0	208	
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	Purifloc A22 1 mg/l	6.4	890	22.9	9.3	12.7	3.1	53.7	156	19.2
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	Praestol 2932 1 mg/l	6.4	942	18.4	9.0	15.5	1.6	76.1	184	1.1
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	AP 273 1 mg/l	6.4	1150	0.3	8.5	20.2	2.0	70.1	173	7.0
500 ml K + 500 ml MA	Al-sulfat 150 mg/l	AP 273 3 mg/l	6.3	504	56.3	4.1	61.5	1.1	83.6	66.2	64.4

4. Biologisk/kjemisk rensing

4.1 Forsøksmetode

Det organiske stoffet i en del typer av næringsmiddelavløpsvann er lett nedbrytbart og det var derfor nærliggende å forsøke biologisk forbehandling. Av særlig interesse var det å få klarlagt om reduksjonen av organisk stoff totalt kunne økes og om dosene av fellingskjemikalier ved den etterfølgende felling kunne reduseres.

Ved forsøk ble avløpsvannet først behandlet biologisk for å redusere innholdet av oppløst organisk stoff som ikke fjernes ved kjemisk felling. En biologisk nedbrytning vil også kunne tenkes å frigjøre eventuell fosfor bundet til oppløst organisk stoff, slik at det bedre fjernes ved etterfelling. For den biologiske behandlingen ble det av praktiske grunner valgt å benytte en såkalt kontaktvalse (biorotor) for laboratorieforsøk, og denne er vist i figur 3.

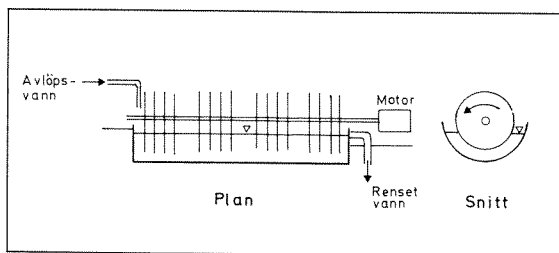


Fig. 3. Prinsippskisse av kontaktvalse.

Kontaktvalsens plater hadde et samlet fuktet areal på 2,9 m².

Ved forsøkene ble følgende belastningstall forsøkt fulgt ved den biologiske behandlingen:

Høy belastning:	50 g BOF ₇ pr. m ² fuktet valseflate pr. døgn
Middels belastning:	20 g BOF ₇ pr. m ² fuktet valseflate pr. døgn
Lav belastning:	5 g BOF ₇ pr. m ² fuktet valseflate pr. døgn

Fremgangsmåten ved forsøkene var følgende:

Ut fra avløpsvannets KOF-tall ble BOF₇ tilnærmet beregnet ut fra formelen $\text{BOF}_7:\text{KOF} = \sim 0,6$, og doseringen av avløpsvann til kontaktvalse ble

regulert etter dette. Anlegget ble så kjørt til KOF-tallet i det utgående vann hadde stabilisert seg. Dette tok normalt 1–2 døgn. Vannets temperatur i anlegget var i gjennomsnitt 15°C.

Biologisk behandling ble bare gjort med næringsmiddelavløpsvann, mens kloakkvannet som ble innblandet før fellingsforsøkene var ubehandlet. Kloakkvannet ble hentet på Skarpsno rensanlegg samme dag som fellingsforsøkene fant sted.

Ved fellingsforsøkene med biologisk rensert næringsmiddelavløpsvann ble det benyttet doser av fellingskjemikalier som ikke var vesentlig høyere enn det som er vanlig i kommunale fellingsanlegg. Al-sulfat- og Fe-klorid-dosene lå i området 150–300 mg/l. pH ved Al-sulfat-fellingene ble som tidligere forsøkt holdt ved ca. 6,0 og for Fe-klorids vedkommende ved ca. 5,0.

4.2 Resultater av forsøk med biologisk/kjemisk behandling av ulike avløpsvann fra næringsmiddelindustrien

Meieriavløpsvann

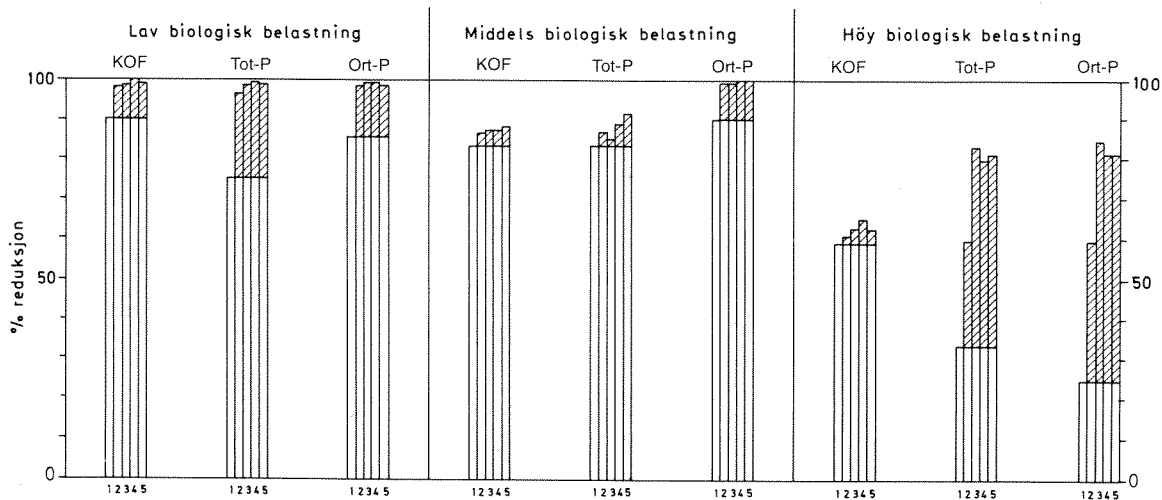
Avløpsvannet ble hentet på A/L Hedemarksmeieriet, avdeling Nes. Sammensetningen for avløpsvann og kloakkvann, er gitt i tabell 4.

TABELL 4. Sammensetning av avløpsvann fra meieriindustrien og kloakkvann benyttet i forsøk for biologisk/kjemisk behandling

	pH	KOF _{dikr} mg O/l	Tot-P mg P/l	Ort-P mg P/l
Avløpsvann	6,7	4370	30,0	20,0
Kloakkvann	7,5	188	6,0	4,0

Det ble gjort forsøk med 3 ulike belastninger ved den biologiske behandlingen. Resultatene er vist i figur 4. Felling av meieriavløpsvann som var behandlet ved lav belastning ga høye totale renses effekter.

Reduksjonen av KOF, Tot-P og Ort-P var stort sett 95% eller høyere. Figur 4 viser at den biologiske be-



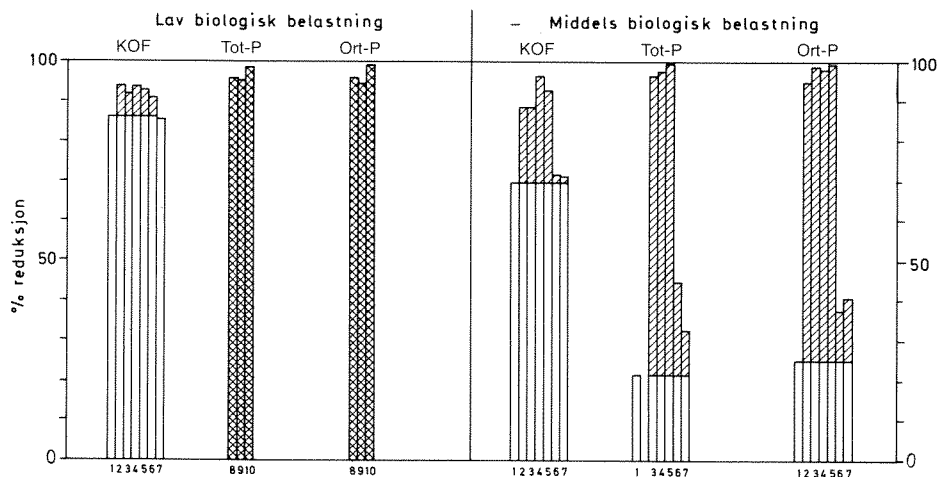
Anm.: Ved felling av biologisk behandlet meieriløpssvann med lav belastning med Fe-klorid var dosen 300 mg/l.

- Kolonne 1: Biologisk behandlet meieriløpssvann (BMA)
 " 2: BMA felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 3: BMA+K (1+1) felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 4: BMA felt med 200 mg Fe-klorid/l
 " 5: BMA+K (1+1) felt med 200 mg Fe-klorid/l

- ▨ Reduksjon ved felling
 □ Reduksjon ved biologisk behandling

K = kloakkvann

Fig. 4. Reduksjon av KOF, Tot-P og Ort-P ved biologisk behandling og felling av meieriløpssvann.



- Kolonne 1: Biologisk behandlet slakteriløpssvann (BSA)
 " 2: BSA felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 3: BSA+K (1+1) felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 4: BSA felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 5: BSA+K (1+1) felt med 200 mg Al-sulfat/l
 " 6: BSA felt med 600 mg Ca(OH)₂/l
 " 7: BSA+K (1+1) felt med 600 mg Ca(OH)₂/l
 " 8: BSA+K (1+1) felt med 300 mg Al-sulfat/l
 " 9: BSA felt med 300 mg Fe-klorid/l
 " 10: BSA+K (1+1) felt med 300 mg Fe-klorid/l

- ▨ Reduksjon ved felling
 □ Reduksjon ved biologisk behandling
 ▩ Total reduksjon ved biologisk behandling og felling

K = kloakkvann

Fig. 5. Reduksjon av KOF, Tot-P og Ort-P ved biologisk behandling og felling av slakteriløpssvann.

handlingen står for størstedelen av renseseffekten. Ved middels biologisk belastning ble den samlede renseseffekten redusert noe med hensyn til KOF og Tot-P, men den var likevel tilfredsstillende. Fjerningen av Ort-P var like god som med lav belastning. Ved høy belastning reduseres effekten av den biologiske behandlingen merkbart. Den etterfølgende felling forbedret ikke fjerningen av organisk stoff vesentlig. Med hensyn til reduksjonen av Tot-P og Ort-P hadde den etterfølgende fellingen ganske god effekt, idet den økte reduksjonen fra henholdsvis 37% og 22% til 80%.

Forsøkene viser at for å oppnå god total renseseffekt er det nødvendig at den biologiske forbehandlingen oppfyller visse minstekrav.

Slakteriavløpsvann

Avløpsvannet ble hentet på slakteriet til K/S Oslo Kjøttseier A/S. Sammensetningen for avløpsvann og kloakkvann er gitt i tabell 5.

Av praktiske hensyn ble den biologiske forbehandlingen bare foretatt med lav og middels belastning. Resultatene er illustrert i figur 5.

TABELL 5. Sammensetning av avløpsvann fra slakteriindustrien og kloakkvann benyttet i forsøk for biologisk/kjemisk behandling

	pH	KOF _{dikr} mg O/l	Tot-P mg P/l	Ort-P mg P/l
Avløpsvann	6,95	856	6,5	4,0
Kloakkvann	8,1	212	5,7	4,1

Renseseffekten var høy etter felling av avløpsvann behandlet biologisk med både lav og middels belastning. Størstedelen av det organiske stoffet ble fjernet ved den biologiske behandlingen, mens det var felling med Al-sulfat og Fe-klorid som fjernet størstedelen av fosforet i avløpsvannet som var behandlet ved middels biologisk belastning. Som det ses av figur 5 var renseseffekten med kalkfelling bemerkelsesverdig dårlig både for organisk stoff og fosfor med 600 mg Ca(OH)₂/l.

Konservesavløpsvann

Forsøkene ble utført med avløpsvann fra A/S Nora-Sunrose Konservesfabrikker i Brumunddal.

Sammensetningen for avløpsvann og kloakkvann er gitt i tabell 6.

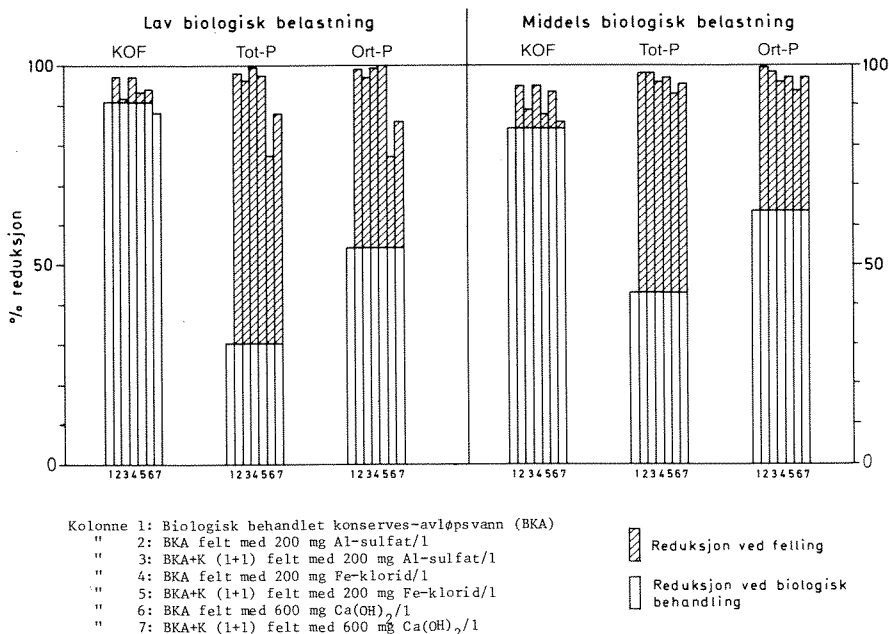


Fig. 6. Reduksjon av KOF, Tot-P og Ort-P ved biologisk behandling og felling av konservesavløpsvann.

TABELL 6. **Sammensetning av avløpsvann fra konserverindustrien og kloakkvann benyttet i forsøk for biologisk/kjemisk behandling**

	pH	KOF ^{dikr} mg O/l	Tot-P mg P/l	Ort-P mg P/l
Avløpsvann	8,6	685	2,9	1,1
Kloakkvann	8,3	180	5,3	4,4

Av praktiske hensyn ble den biologiske forbehandlingen bare foretatt med lav og middels belastning. Resultatene er illustrert i figur 6.

Renseeffekten var høy, dvs. 90% eller mer for organisk stoff og Tot-P ved felling av avløpsvann forbehandlet biologisk både ved lav og middels belastning. Den biologiske behandlingen fjernet det aller meste av organisk stoff mens Tot-P og Ort-P i stor grad ble fjernet ved etterfelling.

Kalkfelling ga bedre resultat med konserveravløpsvann enn hva tilfellet var med slakteriavløpsvann. Virkningen var likevel gjennomgående litt dårligere enn med Al-sulfat og Fe-klorid.

5. Litteratur

- [1] Eldridge, E. F.: Industrial wastes – canning industry. *Industrial and engineering Chemistry* Vol 39 (1947).
- [2] Nemerow, N. L.: *Theories and Practices of Industrial Waste Treatment*. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 1963.
- [3] Meinck, F., Stoof, H., Kohlschütter, H.: *Industrie-Abwässer*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1968.
- [4] Gehm, H. W. & Bregman, J. I.: *Handbook of Water Resources and Pollution Control*. Van Nostrand Reinhold Company, New York 1976.
- [5] Grant, R. A.: Protein recovery as an effluent treatment process. *Effluent and Water treatment journal*. December 1975.
- [6] Courtial, W.: Abwasserreinigung durch Abscheidung und Rückgewinnung von Fett und Eiweiss. *Fleischwirtschaft – Nr. 12/1975*.
- [7] Hopwood, A. P.: Effluent treatment in the meat and processing industries. *Biochem. ind. int. conf. (G. B.) 1975*.
- [8] Bough, W. A.: Chitosan – a Polymer from Seafood Waste, for use in Treatment of Food Processing Wastes and Activated Sludge. *Process Biochemistry*. January/February 1976.
- [9] PRA 2.6 Behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale anlegg. Mai 1975.
- [10] Yoshioka & Yoshimasa: Treatment of protein-containing waste water from slaughter houses. *Japansk patent*. *Chemical Abstracts* 8748 d. Vol. 84 1976.