

0-  
82108

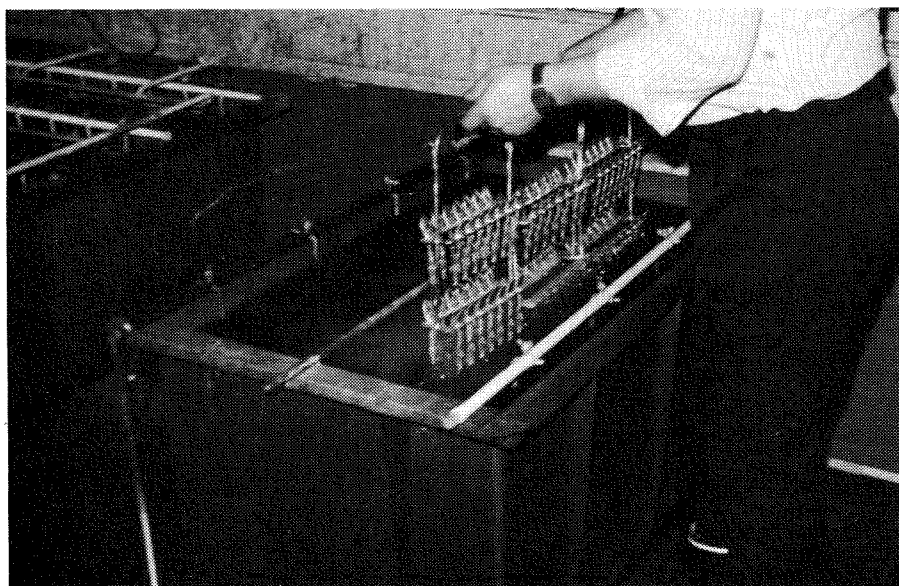
ARKIV  
EKSEMPLAR

1826

# RAPPORT 4|86

0-82108

## Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 333

0314 Oslo 3

Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36

4890 Grimstad

Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen

Rute 866

2312 Ottestad

Telefon (065)76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 2

5035 Bergen - Sandviken

Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:

0-82108

Undernummer:

Løpenummer:

1826

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

DRIFTSUNDERSØKELSE AV SØLVVAREFABRIKKERS  
RENSEANLEGG  
VA-rapport 4/86

Dato:

Februar 1986

Prosjektnummer:

0-82108

Forfatter (e):

Iversen, Eigil

Faggruppe:

MILTEK

Geografisk område:

Vestfold, Oslo

Antall sider (inkl. bilag):

14

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn

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

Ekstrakt:

Undersøkelsen viser at cyanidavgiftningen går tilfredsstillende både med hypokloritt og v.h.a. elektrolyse. Det synes å være problemer med å overholde det generelle utslippskravet til sølv på 0,1 mg/l. Det vil være mulig å redusere utslippene av sølv med vannsparende tiltak. Ved noen bedrifter vil avløpsmengdene da bli så beskjedne at det bør vurderes en mer sentralisert avgiftning enn i dag.

4 emneord, norske:

1. Driftsundersøkelser
2. Renseanlegg
3. Sølvvarefabrikker
4. Cyanidoksydasjon
5. Elektrolyse

4 emneord, engelske:

1. Pollution controls
2. Waste treatment
3. Silver plating
4. Cyanides
5. Electrolyses

Prosjektleder:

*Eigil Iversen*

For administrasjonen:

*Merete Johansen*

ISBN 82-577-1029-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-82108

DRIFTSUNDERSØKELSE AV SØLVVAREFABRIKKERS RENSEANLEGG

Oslo, 28. februar 1986  
Saksbehandler: Egil Iversen

INNHALDSFORTEGNELSE

Side:

0. SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER	3
1. INNLEDNING	4
2. UNDERSØKELSER VED TH. MARTHINSEN	5
2.1. Prosesser og skylletrutiner	5
2.2. Renseanlegget	5
2.3. Oksydasjon av cyanid med hypokloritt	6
2.4. Undersøkelser av renseanlegg	8
3. UNDERSØKELSER VED DAVID ANDERSEN	12
3.1. Prosesser og skylletrutiner	12
3.2 Renseopplegg	12
3.3 Resultater	13

## 0. SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER

1. Utslippene fra sølvvarefabrikkene er relativt beskjedne i forhold til overflateindustrien generelt.
2. Undersøkelse av cyanidavgiftningen viser at tilfredsstillende avgiftning kan oppnås både med hypokloritt og v.h.a. elektrolyse. Ved oksydasjon av cyanoargentat med hypokloritt må en beregne lengre reaksjonstid og større kloroverskudd enn ved oksydasjon av fri cyanid. En av bedriftene hadde et relativt høyt cyanidinnhold i avløpet. Dette skyldes høyt innhold av jern i prosessbad og skyllebad. Jerncyanider angripes ikke av hypokloritt under normale betingelser.
3. Det synes å være vanskelig å tilfredsstille det generelle krav til sølvinnhold i avløpsvann ved bruk av elektrolyse. Dette har sin årsak i at elektrolysen er lite effektiv ved så lave sølvkonsentrasjoner som en ofte har i noen av skyllevannstypene. Ved å utnytte skyllebadene bedre kan sølvkonsentrasjonen i det vannet som sendes til elektrolyse heves, og utbyttet derved bedres.
4. Det vil være mulig å redusere de totale utslippene ved mer utstrakt bruk av vannsparende tiltak. Arbeidsoperasjonene utføres hovedsaklig manuelt og ved å benytte lenger dryppetid etter uttak av gods fra badene, kan utdraget fra badene reduseres vesentlig.
5. Ved maksimal benyttelse av vannsparende tiltak vil avløpsmengdene bli så beskjedne at det for mange bedrifters vedkommende bør vurderes en mer sentralisert avgiftning av denne type avløp. Med tanke på utbyttet av sølvgjenvinningen og det relativt strenge krav til sølv i avløpet kan teknikker som f.eks. ionebytting også være et effektivt alternativ for noen bedrifter.

## 1. INNLEDNING

Avgiftning av cyanidholdig avløpsvann fra sølvvarefabrikker inntar en særstilling da som kjent sølv-cyankomplekset er meget lite dissosiert og vanskelig å avgifte med konvensjonell teknikk. Det er dessuten strenge krav til utslipp av sølv (0,1 mg/l) p.g.a. sølvionets toksiske egenskaper.

Det er gitt utslippstillatelse til ca. 15 bedrifter i bransjen. Vurdering av resultatene for de kontrollanalyser som hittil er utført, tyder på at det av og til er problemer med å overholde de generelle utslippskrav til cyanid og sølv. Denne undersøkelsen tar derfor sikte på å gi en vurdering av hva som kan være årsakene til dette.

Undersøkelsene er utført ved bedriftene Th. Marthinsen, Tønsberg og David Andersen, Oslo. Bedriftene er større enn gjennomsnittet for bransjen, men problemene er såvidt generelle at de likevel er representative for denne type avløp.

## 2. UNDERSØKELSER VED TH. MARTHINSEN

### 2.1. Prosesser og skyllerutiner

Bedriften arbeider med følgende prosessbad

- Elektrolytisk avfetting. Badet er laget på cyanidbasis.
- Svovelsur dekapering
- Forsølving (anslagsbad + sølvbad). Badene inneholder natriumcyanid + sølvcyanid.

Det finnes også bad for cyanidisk forkobring, men dette er lite brukt og ble ikke brukt under denne undersøkelsen.

Skyllingen etter den cyanidiske avfettingen foregår i 4 skyllekar à 200 l i serie. Det er pH-elektrode i siste skyllekar. Når  $\text{pH} > 10$ , sendes alt skyllevann til renseanlegget. I praksis vil det si at innholdet i disse skyllekarene skiftes en gang ukentlig.

Overløpet fra skylling etter dekapering går til avløp utenom renseanlegget.

Skyllingen etter sølvbadet foregår også i 4 skyllekar à 200 l i serie. I siste skyllekar er det montert en redoks-elektrode for måling av cyanidinnhold. Når denne viser  $> 10 \text{ mgCN/l}$ , sendes innholdet i alle skyllekar til renseanlegget. Denne operasjonen foretas hver 2.-3. uke. All forflytting av gods til prosessbad og skyllebad gjøres manuelt.

### 2.2. Renseanlegget

Hensikten med renseanlegget er å fjerne sølv fra skyllevann v.h.a. elektrolyse og å oksydere cyanider til cyanat v.h.a. hypokloritt. Renseanlegget er bygget for satsvis avgifting og opplegget innebærer at alt skyllevann først samles i en oppsamlingstank hvor elektrolysen

foretas. Tanken har et volum på ca. 1.100 l. Elektrolysen foretas ved 6,5 V og som elektroder benyttes sølvplater som anoder og en rustfri stålplate som katode. Som elektrolysetid benyttes ca. en uke.

Etter elektrolyse tappes skyllevannet videre ned i selve oksydasjons-tanken. Denne består av en sylindrisk tank med et totalt volum på ca. 1.250 l. I tanken er et kraftig røreverk, pH-elektrode og redoks-elektrode. Vanligvis foretas det satsvis avgiftning av ca. 800 - 900 l.

Etter noen timers reaksjonstid føres innholdet til avløp.

### 2.3. Oksydasjon av cyanid med hypokloritt

Bedrifter innen overflatebehandlingsindustrien har som regel få drifts-erfaringer fra sine renseanlegg når det gjelder oksydasjon av sølv-cyankomplekser. Dette fordi slikt avløp som regel blandes og avgiftes sammen med annet cyanidholdig skyllevann. For sølvvarefabrikkene stiller det seg noe annerledes. Her er ofte sølv eneste metallion. Sølv-cyankomplekset ( $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ ) er dessuten meget lite dissosiert. Dissosiasjonskonstanten er ca.  $1 \cdot 10^{-21}$  dvs. i en løsning av 100 mg/l totalcyanid som  $\text{Ag}(\text{CN})_2$  forekommer det bare fri CN-ioner i en konsentrasjon av 0,0004 mg/l. Dette har stor betydning for betingelser som reaksjonstid og kloroverskudd. Det at sølv-cyankomplekset i det hele tatt lar seg oksydere, skyldes dessuten at dissosiasjonshastigheten er så vidt stor at oksydasjonen lar seg gjennomføre innenfor interessante reaksjonstider.

For å få en oversikt over de viktigste betingelser som klorbehov og reaksjonstid ble det gjort noen laboratorieforsøk.

Forsøkene ble utført med løsninger av 100 mgCN/l som  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ .

1 liters prøver ble pH-justert til pH 11 og tilsatt hypokloritt i henholdsvis 5 % eller 30 % overskudd i forhold til teoretisk klorforbruk.

Reaksjonen ble stoppet etter 15 minutter, 30 minutter, 1 time og 2 timer ved at klorinnholdet ble fjernet med ascorbinsyre.



Resultatene er samlet i tabell 1.

Tabell 1. Oksydasjon av cyanoargentat med hypokloritt.

Restcyanidinnhold i mg/l ved pH 11

Reaksjonstid	Kloroverskudd	
	5 %	30 %
15 min	37,8	26,1
30 min	30	12,3
1 time	14,3	1,92
2 timer	0,66	0,03

Resultatene er også fremstilt grafisk i fig. 1.

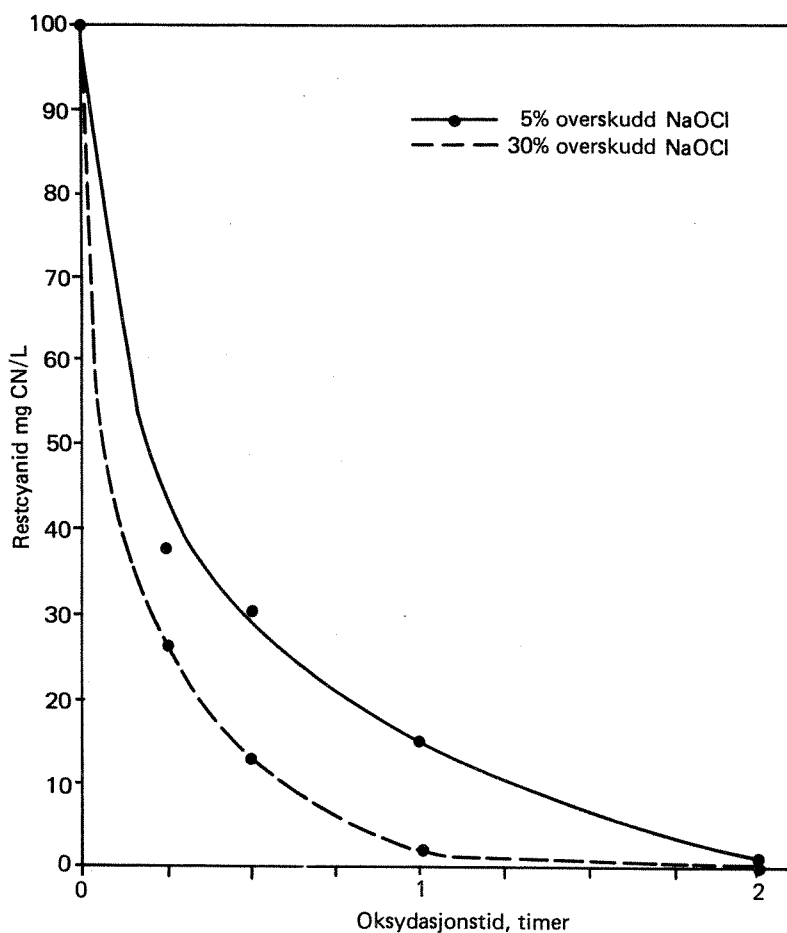


Fig. 1 Oksydasjon av cyanoargentat med hypokloritt.

Resultatene viser at det er nødvendig med et forholdsvis stort kloroverskudd for å få en tilfresstillende reaksjon innenfor reaksjonstider man vanligvis opererer med.

Det anbefales at man grovt sett beregner et kloroverskudd på minst 30 % og en reaksjonstid på minst 2 timer for å være på den sikre siden m.h.t. å overholde utslippskravet på 0,5 mgCN/l.

Hvis man som et eksempel skal avgifte 1.000 l skyllevann med et cyanidinnhold på 300 mg/l bundet som  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ , vil det minst gå med 7,4 kg natriumhypokloritt, teknisk vare som vanligvis inneholder 15 % aktivt klor. Det forutsettes at  $\text{pH} > 11$  og at reaksjonstiden er minst 2 timer.

#### 2.4. Undersøkelser av renseanlegg

Under besøket ved bedriften ble det tatt prøver for kjemisk analyse av alle skyllekar, av samlet skyllevann før elektrolyse, etter elektrolyse og av utslippsvann etter avgifting. analyseresultatene er samlet i tabellene 2 - 5.

Tabell 2. Analyseresultater. Skyllevann etter avfetting.

Skyllebad nr.	pH	Konduktivitet mS/m. 25 °C	Sølv mg Ag/l	Jern mg Fe/l	Cyanid, total mg CN/l
1	12,78	3.650	3,16	8,34	1.195
2	12,12	385	1,30	1,37	
3	11,02	48,5	0,55	0,04	
4	11,10	13,5	0,31	0,06	20,0

Tabell 3. Analyseresultater. Skyllevann etter forsølving

Skylle- bad nr.	pH	Konduktivitet mS/m. 25 °C	Sølv mg Ag/l	Jern mg Fe/l	Cyanid, total mg CN/l
1	11,80	12.000	9.050	9,00	14.500
2	11,39	4.150	3.710	3,36	-
3	10,89	1.050	700	0,75	-
4	10,38	1.070	113	0,14	13,6

Tabell 4. Analyseresultater. Skyllevann.

Type	pH	Konduktivitet mS/m. 25 °C	Sølv mgAg/l	Jern mgFe/l	Cyanid, total mgCN/l
Samlet skyllevann før elektrolyse	12,45	815	7,0	6,29	287,5
Samlet skyllevann etter elektrolyse			21	7,46	345

Tabell 5. Analyseresultater. Avløpsvann.

	pH	Konduktivitet mS/m. 25 °C	Sølv mgAg/l	Jern mgFe/l	Cyanid, total mgCN/l
Etter cyanidoksydasjon og nøytralisasjon	8,57	5.000	47	126	76,8
Filtret prøve			1,41	55,2	45,0

Når det gjelder analyseresultatene er det flere forhold som må bemerkes.

Prøvene av skyllebadene ble tatt like før badene skulle dumpes. Konsentrasjonene gir således uttrykk for omtrentlig maksimalt innhold av de viktigste komponenter.

I tabell 4 er det tilsynelatende dårlig samsvar mellom sølv og cyanidkonsentrasjonene før og etter elektrolyse. Dette har sannsynligvis sin årsak i at det ikke var røreverk i elektrolysetanken. Forøvrig tyder analyseresultatene for sølv på at elektrolysen ikke var særlig effektiv.

Denne erfaring er også i samsvar med det som er rapportert i litteraturen. Elektrolyse av sølv er mest effektiv ved høye sølvkonsentrasjoner. I skyllevann etter avfetting er sølvkonsentrasjonen for lav for å oppnå et tilfredsstillende utbytte av elektrolysen. I skyllevann etter forsølving er derimot sølvinnholdet betydelig høyere, særlig hvis man legger opp rutinen for skifte av skyllebad slik at man alltid bare dumper første skyllebad til elektrolysetanken. Elektrolyse av slikt vann burde normalt gi et godt utbytte.

Når det gjelder annet skyllevann kan ionebytting være et alternativ for mer effektiv sølvfjerning. I litteraturen er beskrevet ionebytteranlegg for behandling av avløpsvann fra sølvvareindustrien. Med slike anlegg er det også muligheter for gjenvinning av sølvcyanid og tilbakeføring til prosessbadene.

Alternativt kan restsølv også fjernes ved utfelling som klorid under tilsetning av ferriklorid som hjelpekoagulant. Renseanlegget må da bygges ut med enheter for sedimentering og slamavvanning.

Det må også nevnes at innholdet i oksydasjonstanken ikke er identisk med samlet skyllevann etter elektrolyse som det er gjort analyse av, men en tidligere ansats som det er utført elektrolyse på. Sammensetningen kan derfor ha vært noe forskjellig.

Et annet forhold er at det ikke var mulig å tømme oksydasjonstanken helt etter utført avgiftning. Det ble også observert at tanken også inneholdt en del slam. Da det var praksis å la slammet sedimentere før innholdet ble dumpet, fører dette til at stadig større slammengder blir liggende igjen i tanken. Analyseresultatene viser at slammet for en stor del består av en blanding av jernhydroksyd og jerncyanider som ikke oksyderes av hypokloritt.

Det er meget overraskende at skyllevannstypene inneholder såvidt mye jern da jern ikke forekommer hverken i prosessene eller i godset som behandles.

Det ble derfor utført noen jernanalyser for å belyse forholdet nærmere:

Råvann:	0,010 mgFe/l
Dest-vann:	0,020 mgFe/l
Sølv anslagsbad:	1,85 mgFe/l
Kaliumcyanid:	5,2 mgFe/kg

Resultatene viser høye jernkonsentrasjoner i prosessbadene. I øyeblikket er det bare to mulige forklaringer på dette:

1. Råvannet som badene lages av, kan ha inneholdt mye jernslam. Det ble påpekt fra bedriftens side at råvannet av og til kan inneholde jernslam.
2. Kaliumcyanid inneholder litt jern. Stadig tilsetning av kaliumcyanid til badene for å erstatte forbruket fører til oppkonsentrering av jern i prosessbadene.

Da jerncyanidkompleksene ikke oksyderes med hypokloritt, er dette årsaken til de relativt høye cyanidverdiene i utslippsvannet.

Etter at undersøkelsen ble avsluttet, har bedriften gått over til cyanfri avfetting. Det er gitt tillatelse til at skyllevann etter avfetting kan slippes direkte til avløp. Videre er skylle rutinene etter forsølving endret. Det blir utført kontinuerlig elektrolyse av

sølv i 1. skyllekar. Karet dumpes til renseanlegget ca. hver 2. uke for cyanidoksydasjon og bad nr. 2 og 3. flyttes fram.

Prosessbad sendes til Hamar (K.A. Rasmussen) for avgiftning og sølvgjenvinning. Totalt avløp er nå redusert til ca. 300 l pr. måned.

### 3. UNDERSØKELSER VED DAVID ANDERSEN

#### 3.1. Prosesser og skylle rutiner

Prosesser og skylleopplegg var i prinsippet de samme som hos Th. Marthinsen, men produksjon og avløpsmengder var betydelig mindre. Avløpene ble skilt i cyanidiske og ikke cyanidiske avløp.

Etter forsølvingen ble det benyttet to skyllekar. I motsetning til foregående bedrift, hvor alle skyllekar ble dumpet når henholdsvis pH i siste skyllekar ble for høyt, ble her bare det første karet dumpet til renseanlegget. Deretter ble kar nr. 2 flyttet fram som nr. 1 og et nytt siste skyllekar med rent vann ble så laget. Dette fører til vannsparing.

#### 3.2. Renseopplegg

Cyanidfritt skyllevann ble behandlet for seg i et separat nøytraliseringsanlegg. Etter sedimentering, ble vannfasen ført til avløp mens tynnslammet ble tappet på containere og sendt til et annet renseanlegg i Oslo for avvanning.

Avgiftningen av cyanidholdige avløp ble utført satsvis v.h.a. elektrolyse.

Elektrolysecellens volum er ca. 500 l. Som anode brukes grafittplater (8 stk.) og som katode brukes jernplater (4 stk.). Det benyttes vanligvis en elektrolysetid på 1 uke.

### 3.3. Resultater

Under besøket ble det tatt prøver av skyllebad, avløp etter cyanidavgiftning og cyanidfritt utslipp. Resultatene er samlet i tabellene 6 - 8.

Tabell 6. Analyseresultater. Cyanidholdig skyllevann.

Type	pH	Kond. mS/m	Sølv mgAg/l	Jern mgFe/l	Kobber mgCu/l	Sink mgZn/l	Nikkel mgNi/l	Cyanid total mgCN/l
1. skylle etter forsølving	10,58	255	111	0,27	4,40	0,56	0,080	238
2. skylle etter forsølving	9,82	30,3						17,7
1. skylle etter avfetting	11,57	273	0,96	0,18	1,07	0,29	0,039	58,7

Tabell 7. Analyseresultater. Cyanidfritt skyllevann.

Type	pH	Kond. mS/m	Sølv mgAg/l	Jern mgFe/l	Kobber mgCu/l	Sink mgZn/l	Nikkel mgNi/l
1. skylle etter dekapering	1,65	1.124	0,14	2,24	0,33	0,12	0,015
2. skylle etter dekapering	2,58	134					

Tabell 8. Analyseresultater. Utslippsvann.

Type	pH	Kond. mS/m	Sølv mgAg/l	Jern mgFe/l	Kobber mgCu/l	Sink mgZn/l	Nikkel mgNi/l	Cyanid total mg CN/l
Etter cyanid- avgifning	7,20	273	0,57	0,20	0,16	0,050	0,065	0,5
Cyanfritt avløp	8,30	89,3	0,42	0,18	3,08	0,56	0,028	-

Resultatene viser at den elektrolytiske cyanidoksydasjonen har gått overraskende bra. I litteraturen er det rapportert at elektrolytisk cyanidoksydasjon vanligvis benyttes til å avgifte forholdsvis konsentrerte løsninger med cyanidkonsentrasjoner av størrelseorden g/l. Det er rapportert at utbyttet stiger med konsentrasjonen.

I dette tilfelle er utgangskonsentrasjonen ca. 200 mg CN/l og slutt-konsentrasjon ca. 0,5 mg/l målt som totalcyanid. Da rest cyanidinnholdet sannsynligvis er bundet til jern, er derfor avgiftningsresultatet meget godt i dette tilfelle.

Sølvkonsentrasjonen i avløpet er imidlertid noe høyere enn det generelle utslippskrav. Dette gjelder også det cyanidfrie utslipp der forøvrig også kobberkonsentrasjonen også er høyere enn tillatt (1 mg/l).



# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.  
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2  
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.  
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.  
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,  
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.  
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,  
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier  
ved Sandvika rensesanlegg.  
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske  
råvannskilder  
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge  
Research Proposal  
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen  
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske  
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia  
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging  
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster  
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam  
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»  
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad  
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon  
ved Mønsrud kloakkrensanlegg. Del 1  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad  
Forurensningstilførsler og beregning av  
tilføringsgrad for Mønsrud rensesanlegg i 1979. Del 2  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett  
Tilstand i dag og mulige tiltak  
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot  
forurensninger ved uhell eller sabotasje  
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)  
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA  
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet  
Noen observasjoner fra grøftet myrområde  
i Røyken 1971-79  
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg  
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp  
Avskilling av sedimenterbart materiale og  
flyttestoffer i overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in water and  
wastewater treatment  
Research Proposal  
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by  
electrolytic addition of aluminium followed by  
direct filtration  
Research Proposal  
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries  
A desk survey about planning and ongoing  
research projects  
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forskershall Sentralrensanlegg Vest SRV  
Notat  
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water  
Research proposal  
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett  
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett  
Forskningsprogram 1981-1984  
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2  
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus  
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett  
Status for eksisterende målinger  
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,  
Zambia. Draft !  
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tilsetning  
og UV - bestråling  
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann  
Buhrestua renseanlegg, Nesodden  
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet  
institusjoner og til kommunaltekniske formål  
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann  
ved ammoniakkavdriving  
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser  
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp  
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i container  
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannførmålere  
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstruks og driftsforhold  
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord  
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styling av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg  
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter  
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann  
Programforslag. (Sperret)  
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen  
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør  
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann  
Delrapport 1 NIVA/SIFF  
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg  
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng  
Delrapport 1  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg  
og avløpsledningsnett  
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg  
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirensanlegg  
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert  
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard  
juli-oktober 1982  
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra  
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982  
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som  
støvdempingsmiddel på grusveger  
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperret)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran  
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983  
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 1  
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett  
opsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune,  
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 2  
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som  
alternativ metode for beregning av tilføringsgrad.  
Resultater fra undersøkelsene ved Sydsbogen,  
Buhrestua og Siggerud.  
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 3  
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,  
Ski kommune  
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 4  
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.  
Buhrestua senedistrikt, Nesodden kommune.  
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan  
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg  
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperret)
- 17/83 Water Research in Zambia  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør  
Programforslag  
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperret)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**  
Fysisk-kjemisk karakterisering av drensvann og virkninger av drensvann på biologiske forhold i resipienten  
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**  
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**  
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**  
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**  
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**  
En litteraturstudie  
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**  
Fase II  
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**  
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**  
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**  
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann  
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**  
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
Delrapport 1. Driftserfaringer  
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**  
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**  
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperrert)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrenseanlegg**  
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment Fluoride Removal**  
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**  
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**  
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**  
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**  
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperrert)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**  
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam  
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**  
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift  
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperrert)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**  
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundø Aluminium  
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forureningsparameter**  
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**  
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**  
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**  
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**  
Prosessløsning og optimalisering  
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrert)
- 20/84 **Forureningsproduksjon fra husholdning**  
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsjøgen i 1983, Røyken kommune.  
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**  
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

# **VA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**  
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**  
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**  
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986