



# RAPPORT 988

0-87070

## **Revurdering av krav til utslipp fra galvanoindustri**

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 33, Blindern 0313 Oslo 3 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 29	<b>Sørlandsavdelingen</b> Grooseveien 36 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 42 709	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (05) 95 1700 Telefax (05) 25 7890
--	--	--	--

Prosjektnr.:	0-8 7070
Undernummer:	
Løpenummer:	2148
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Revurdering av krav til utslipp fra galvanoidindustri VA-rapport 9/88.	1. juli 1988
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
Arnesen, Rolf Tore Iversen, Eigil Rune Wathne, Bente M.	0-87070
	Faggruppe:
	Miljøteknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag):
	35

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
Statens forurensningstilsyn (SFT)	

Ekstrakt:

Det er foretatt en revurdering av utslippskravene for galvanisk teknisk industri. Det er foreslått bare mindre endringer i de tidligere kravene til konsentrasjoner i utslippet. Når det gjelder utslippsmengder, foreslås disse tilpasset forholdene i resipienten. Det er foreslått en prøvetakingsstrategi for kontrollprøver som muliggjør en forenkling av saksbehandlingen samtidig som utsagnskraften blir større.

4 emneord, norske:

1. Galvanoidindustri
2. Utslippskrav
3. Driftskontroll
4. Prøvetakingsstrategi

4 emneord, engelske:

1. Plating industry
2. Control requirements
3. Wastewater control
4. Sampling strategy

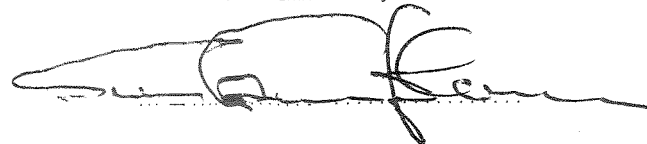
VA-nr.: 9/88

Prosjektleder:



Eigil Rune Iversen

For administrasjonen:



Svein Stene-Johansen

ISBN - 82-577-14305

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

REVURDERING AV KRAV TIL UTSLIPP FRA GALVANOINDUSTRI

0 - 87070

Oslo, 1. juli 1988

Rolf Tore Arnesen  
Eigil Rune Iversen  
Bente M. Wathne

# I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	<u>Side</u>
1. INNLEDNING .....	3
2. INNDELING AV BRANSJEN ETTER VANNFORBRUK .....	4
3. UTSLIPPSKRAV .....	5
3.1 Sammendrag .....	5
3.2 Generelle utslippskrav .....	5
4. KRAV TIL REGISTRERENDE UTSTYR .....	10
5. PRØVETAKINGSSTRATEGI .....	12
5.1 Utslippskrav .....	12
5.2 Prøvetakingsprogram .....	13
5.3 Prøvetaking .....	15
6. DRIFTSANALYSER - RAPPORTERING .....	17
6.1 Analysemetodikk .....	17
6.2 Rapportering .....	18
7. VEDLEGG	
Vedlegg 1. Spørsmål vedrørende utslipp til vann .....	20
Vedlegg 2. Inndeling av bedrifter etter vannforbruk .....	24
Vedlegg 3. Gebyrer for konsesjonsbehandling og inspeksjoner	28
Vedlegg 4. Nærmere begrunnelser for utslippskrav til ferskvann, sjøvann og kommunal kloakk .....	30
Vedlegg 5. Eksempel på mulig fremgangsmåte ved kontroll av avløpsvann .....	34
Vedlegg 6. Skjematisk flyteskjema for ganger i et kontrollopplegg .....	35

## 1. INNLEDNING

Galvanoteknisk industri, eller mer dekkende overflatebehandlingsindustrien, fikk sine generelle utslippsvilkår i begynnelsen av 1970-årene, og de generelle utslippsgrenser har stort sett vært gjeldende frem til i dag.

Bransjen benytter i overveiende grad konvensjonelle renseprinsipper for behandling av avløpsvann. Det vil i praksis si kromavgiftning med bisulfitt/ditionitt eller toverdige jern, cyanidavgiftning med hypokloritt og kjemisk felling av hydroksydslam. I gjeldende utslippskrav, gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT), er det tatt hensyn til hva det rent praktisk er mulig å oppnå med konvensjonelle teknikker. Det vil også nye utslippskrav måtte gjøre. Imidlertid er det i tiden som er gått stilt skjerpede krav til vannkvaliteten i de resipienter som mottar industriavløp. Dette gjelder så vel ferskvann som sjøvann og kommunalt nett.

I nye utslippskrav vil det være naturlig at en legger større vekt på utslippsmengden. Mange bedrifter vil kunne bli nødt til å se på andre tiltak for å redusere utslippene som f.eks. reduksjon av vannforbruk, endringer av prosesser og prosessbad, resirkulering osv.

Det har vist seg vanskelig å få en tilfredsstillende oversikt over tilstanden innenfor denne bransjen bare på bakgrunn av noen få spredte stikkprøver av avløpsvannet. Erfaringsmessig er en tilfeldig stikkprøve lite verd når en skal vurdere hvor godt drevet et renseanlegg er. Det er derfor foreslått et kontrollopplegg som bl.a. tar sikte på en statistisk tilnærming av problemstillingene knyttet til kontroll av utslippene. Dersom man finner det ønskelig, vil det dessuten være en fordel å ha støtte i et statistisk materiale når det er aktuelt med tiltak overfor en bedrift ved overtredelse av utslippsvilkårene.

Bakgrunnen for denne rapporten er SFT's behov for å gjennomgå og eventuelt fornye utslippskravene til den galvanotekniske industri. Målsettingen med arbeidet har vært å komme fram til forslag til nye utslippkrav, som i så stor grad som mulig, er miljømessig forsvarlige og kontrollerbare.

Rapporten er ment å skulle være en faglig støtte for saksbehandlerne i SFT som arbeider med galvanoteknisk virksomhet og fagfolk generelt som arbeider med utslipp fra denne bransje.

## 2. INNDELING AV BRANSJEN ETTER VANNFORBRUK

*Bransjens renseanlegg er inndelt i 4 kategorier som er utgangspunkt for omfang av kontrollkrav.*

For å kunne nyansere utslippskravene er det naturlig å foreta en inndeling av bransjens bedrifter. Inndelingen blir i hovedsak avhengig av bedriftenes vannforbruk.

- I: Bedrifter med vannforbruk større enn 5 m<sup>3</sup>/h
- II: Bedrifter med vannforbruk fra 0.5-5 m<sup>3</sup>/h
- III: Bedrifter med vannforbruk mindre enn 0.5 m<sup>3</sup>/h
- IV: Bedrifter med satsvis avgiftning

Krav og kontrollordninger bør være mest omfattende for bedrifter med høyt vannforbruk og reduseres noe for bedrifter med mindre vannforbruk.

Inndelingen vil ikke være absolutt. Bedrifter med spesielle problemer kan få strengere kontroll for en kortere eller lengre periode. Det er også naturlig å øke kontrollkravet til bedrifter som mottar avfall fra andre ved å plassere dem i andre grupper enn normalt ut fra en enkel vurdering av vannforbruket.

Grunnlaget for inndelingen er SFT's kriterier for inndeling av bedrifter med utslippstillatelse i kontrollklasser og en spørreundersøkelse blandt bransjens bedrifter foretatt høsten 1987. En nærmere behandling av inndelingen er gitt i vedlegg 1-3.

### 3. UTSLIPPSKRAV

*I de nye utslippskrav som er foreslått, er det stilt krav både til konsentrasjoner og til utslippsmengder. Konsentrasjonskravene er stort sett de samme som tidligere, men med enkelte innskjerpinger og nærmere presiseringer. Når det gjelder utslippsmengder, foreslås som prinsipp at kravet tilpasses hver enkelt bedrift og at det tas hensyn til målsetting for vannkvalitet og brukerinteresser i resipienten.*

#### 3.1 Sammendrag

Ved fastsetting av utslippskrav er det mange forhold å ta hensyn til og det kan i spesielle tilfeller bli konflikt mellom hvilke renseresultater det er mulig å oppnå med den teknologi som benyttes, og hensynet til vannkvaliteten i resipienten. De foreslåtte utslippskrav er formulert slik at det ikke er store endringer fra tidligere praksis når det gjelder konsentrasjonskrav. Når det gjelder utslippsmengder derimot, foreslås kravet tilpasset hver enkelt bedrift der det tas hensyn til målsetting for vannkvalitet og brukerinteresser i resipienten. Dette vil ha som konsekvens for enkelte bedrifter, at i tillegg til å effektivisere driften av renseanlegget må også vannmengdene reduseres for å kunne overholde kravet til totalt utslipp. Det kan også tenkes at det finnes tilfeller der det kan bli aktuelt å endre prosesser og prosessbad som skaper vanskeligheter for driften av renseanlegget og slik at kravet til utslippsmengder ikke kan overholdes. I vedlegg 4 er det behandlet viktige forhold det må tas hensyn til ved fastsettelse av krav. Her er tatt med nærmere begrunnelser for krav til utslipp til ferskvann, sjøvann og kommunal kloakk.

#### 3.2 Generelle utslippskrav

Fastsettelse av generelle utslippskrav med hensyn til konsentrasjoner vil måtte bygge på hva som er mulig å oppnå med vanlig teknologi og på giftighetsbetraktninger. Det bygges i noen grad også på generelle internasjonale krav. Av hensyn til oversikten under saksbehandlingen er det valgt å begrense antall grenseverdier. Det er derfor mulig at det ved innbyrdes sammenligning av enkelte krav ikke er like god faglig begrunnelse for alle.

Med vanlig teknologi menes kjemisk felling eller behandling i ionebytteranlegg, sedimentering og slamavvanning. Kravene er satt med utgangspunkt i hva som er mulig å oppnå med denne teknologi. Til støtte for kravene har man i første rekke praktiske driftserfaringer både fra inn- og utland. Det kan likevel tenkes at i noen spesielle tilfelle kan enkelte kombinasjoner av skyllevannstyper være meget vanskelig å oppnå tilfredsstillende rensresultater for. Et slikt eksempel kan være kombinasjonen aluminium - nikkel.

Et annet viktig utgangspunkt for fastsettelse av krav er giftighet. Eksempelvis er seksverdig krom mye giftigere enn treverdig. Fri og lett tilgjengelig cyanid, som er oksyderbar med hypokloritt, er giftigere enn cyanid som er bundet til jern. Metallene kobber, bly, kadmium er giftigere enn jern, sink og nikkel.

Det er imidlertid viktig å være klar over at selv om avløpsvannet tilfredsstillende utslippsvilkårene, og at man sier at det er avgiftet, vil det likevel ha en betydelig giftvirkning på f.eks. fisk. Innhold av tungmetaller og fremfor alt en rekke andre komponenter det ikke stilles krav til, vil også være langt høyere enn normene for drikkevann. Dersom slike vurderinger skal tillegges vekt, må det også stilles krav til utslippsmengder avhengig av resipienttype.

I den følgende liste over generelle krav til konsentrasjoner i avløpsvann er tatt med de hovedkomponenter en vanligvis finner i prosessavløp fra galvanoteknisk industri.



## Utslippskrav for galvanoteknisk industri:

Parameter	Krav	Anmerkninger
pH-verdi	6.0-9.2 (9.5)	9.5 ved felling av Ni
Aluminium            mg Al/l	3	Ved utsipp til ferskvanns- resipient
Bly                      mg Pb/l	0.5	
Cyanid, oksyderbar mg CN/l	0.1	Analysert etter Norsk Standard 4797
Cyanid, total        mg CN/l	3	Analysert etter Norsk Standard 4796
Fluorid                mg F/l	10 (30)	30 mg/l ved utslipp til sjøvann
Jern                    mg Fe/l	3	
Kadmium             mg Cd/l	0.1	
Kobber                mg Cu/l	1.0	
Krom, total          mg Cr/l	1.0	
Krom, seksverdig   mg Cr/l	0.1	
Mangan                mg Mn/l	3	
Nikkel                mg Ni/l	3	
Sink                    mg Zn/l	3	
Sølv                    mg Ag/l	0.5	
Tinn                    mg Sn/l	3	
Totalfosfor         mg P/l	5	
Sulfat                 mg SO <sub>4</sub> /l	300	Ved utslipp til kommunal kloakk
Hydrokarboner      mg/l	20	For bedrifter med krav til oljeutskilling

Til kravene knytter det seg noen kommentarer:

For den enkelte bedrift kan pH-kravet være alt for romslig for å oppnå optimale forhold i renseanlegget. Dersom renseanlegget f.eks. behandler mye nikkelholdig skyllevann, vil det i praksis være naturlig å sette en nedre grense på ca. pH 9 for å kunne overholde utslippskravet til nikkel.

Aluminiumkravet kan settes noe høyere (f.eks. 10 mg/l) ved utslipp til kommunal kloakk.

Kravet til cyanid er nærmere presisert idet det er satt krav til restinnhold av cyanid som lar seg oksydere med hypokloritt. Kravet kan kanskje synes noe strengt, men er likevel realistisk å oppnå med gode driftsrutiner. Det er forøvrig på linje med svenske krav. Det er også

X

satt krav til totalt cyanidinnhold. Det vil i praksis si at cyanider som ikke oksyderes av hypokloritt, som f.eks. kompleks med jern, ikke får overstige en grense på 3 mg CN/l. Grensen er skjønnsmessig satt etter vurdering av driftsresultater for norske renseanlegg. I praksis er det vanskelig å unngå at cyanidioner kompleksbindes til jern i en viss utstrekning. Noen bedrifter med spesielle prosesser, som f.eks. herding av stål i cyanidbad, kan få problemer med å overholde kravet til totalcyanid. Her må man søke andre løsninger for å redusere utslipp av cyanider.

Det kreves separat behandling av kadmiumholdig skyllevann. Det vil være i bedriftens egen interesse å sørge for at utslipp av edelmetaller som sølv og gull blir så lite som mulig. Vanligvis vil skyllevann fra slike prosesser bli rensset i separate systemer (ionebytter) før utslipp til renseanlegget. I praksis vil sølvkonsentrasjonen som regel være godt under kravet på 0.5 mg/l når det gjelder overflatebehandlingsindustrien. En del andre bransjer som f.eks. grafisk industri og fotolaboratorier kan ha store problemer med å overholde et krav på 0.5 mg Ag/l med den teknikk som benyttes idag (elektrolyse + stålullpatroner).

Kravet til fosfor er satt med hensyn til totalfosfor da det forekommer flere fosforforbindelser i prosessbadene. I resipienter som er spesielt følsomme for eutrofiering, vil det være naturlig å skjerpe kravet til utslippsmengdene noe som kan innebære at bedriftene må oppnå en betydelig lavere konsentrasjon enn 5 mg P/l i utslippsvannet. Dette er også realistisk å oppnå ved å optimalisere fellingsprosessen og ved andre tiltak.

Det finnes flere komponenter i avløp fra galvanoidindustri. Av metaller kan nevnes vanadium og zirkon. Det antas at disse komponenter vanligvis finnes i beskjedne mengder i forhold til andre metaller slik at konsentrasjonene i utslippsvannet av denne grunn også blir beskjedne. En har imidlertid lite med driftserfaringer her i landet for hvordan utfellingen i renseanlegg forløper for slike komponenter.

Når det gjelder å fastsette utslippsmengder er det en rekke forhold å ta hensyn til. Dersom det er ønskelig med en faglig begrunnelse for et krav om utslippsmengder, vil arbeidet bli forholdsvis omfattende i og med at det foreslås at kravet tilpasses den enkelte bedrift samtidig som en vurderer hva som er akseptabelt for resipienten eller det kommunale nett. En god støtte for dette arbeid er de nye vannkvalitetskriterier for ferskvann som er foreslått. I vedlegg 4 er kort gjort greie for prinsippene for oppbygging av vannkvalitetskriteriene. For ytterligere informasjon henvises det derfor til disse.

Det er under utarbeidelse tilsvarende kriterier for sjøvann. Når det gjelder krav til utslippsmengder til kommunalt nett, er problemstillingene noe enklere idet det i første rekke er type kommunalt renseanlegg som kan være avgjørende for utslippsmengder på nettet. Det foreligger en del informasjon om krav til tungmetallinnhold i kloakkslam som skal brukes til jordbruksformål. Dette kan være et godt utgangspunkt for fastsettelse av krav til utslippsmengder. Bortsett fra noen enkeltstående tilfeller har en liten kjennskap til hva utslipp fra galvanoindustri har å si for driften av kommunale renseanlegg rent generelt. Vanligvis er det en rekke andre kilder for tungmetall-tilførsler som også kan være av stor betydning. Dette gjelder spesielt metallene kobber, sink, bly og jern.

#### 4. KRAV TIL REGISTRERENDE UTSTYR

*Bransjens renseanlegg er i dag meget forskjellig utstyrt når det gjelder registrerende utstyr. For utenforstående som skal kontrollere driften tar det uforholdsmessig lang tid og av og til er det også umulig å finne tilbake til spesielle hendelser eller foreta en generell vurdering av driftsresultatene. Det foreslås derfor et minimumskrav til registrerende utstyr. Kravet er inndelt vannforbruket slik som beskrevet i kapittel 2.*

##### I - Vannforbruk > 5 m<sup>3</sup>/h

Ved mange bedrifter har det vist seg umulig å kunne foreta målinger av belastninger på renseanleggets enhetsprosesser. Dette er viktig for å kunne vurdere muligheter for driftsforstyrrelser. Det bør derfor monteres vannmålere eller lages muligheter for å koble til vannmålere for registrering av følgende skyllevannstyper:

1. Cyanholdig skyllevann
2. Kromatholdig skyllevann
3. Annet skyllevann

Nøytralisasjonen overvåkes og styres med pH-instrument. Avgiftningsprosessene overvåkes og styres med pH- og redoksinstrument. Sluttkontroll overvåkes med pH-instrument og utstyr for mengdemåling. En fast overløpsprofil (V-overløp) er en fordel da det er enklere å kontrollere mengdemåleren ved å måle overløpshøyden.

Registreringene overføres til en flerkanals skriver med brettepapir og tidsmarkering. Den registrerende skriver utstyres med telletrykker som registrerer overskridelse av alarmgrenser (pH, redoks og vannforbruk) og sum vannforbruk.

Det monteres automatisk prøvetaker ved målekum for sluttkontroll. Prøvetakeren skal være alarmstyrt slik at den trer i funksjon ved eventuelle overskridelser av alarmgrenser. For øvrig kan den styres av vannmengdemåleren slik at det f.eks. er mulig å lage mengde-proporsjonalblandprøver.

Det anbefales at renseanleggets registreringer kobles til en mikrodatamaskin. Dette vil forenkle saksbehandlings- og rapporteringsrutinene.

#### II - Vannforbruk 0,5-5 m<sup>3</sup>/h

Renseanlegget skal ha nødvendige pH- og redoksinstrumenter som for I. I målekum for sluttkontroll registreres pH og vannforbruk (vann ut av renseanlegg). Målekummen lages slik at det er mulig å kontrollere vannmengden på en enkel måte (som f.eks. vha. V-overløp).

Den registrerende skriver for renseanleggets måleverdier er av samme utførelse som under I.

#### III - Kontinuerlig < 0,5 m<sup>3</sup>/h

Det skal være pH- og redoksinstrumenter som under I og II. Ved sluttkontroll måles pH. Det skal foretas registrering av vannmengder. Dette kan f.eks. gjøres på inntak av skyllevann (vann inn på renseanlegg). Det registrerende utstyr skriver ut bare overskridelser av alarmgrenser samt vannforbruk (døgnforbruk).

#### IV - Satsvis avgiftning

Det foretas ingen kontinuerlige registreringer. Anlegget utstyres med nødvendige pH- og redoksinstrumenter. Det føres driftsjournal for hver avgiftning som f.eks. mengde, avgiftet utslipp, type avgiftning som er gjort og analyseresultater (egne målinger).

## 5. PRØVETAKINGSSTRATEGI

*Det er foreslått et nytt opplegg for utslippskrav og kontroll. Opplegget er basert på bruk av statistikk. Dette innebærer en vesentlig endring i forhold til dagens praksis. Opplegget gjør det mulig å foreta en rasjonalisering av saksbehandlingsarbeidet samtidig som utsagnskraften styrkes ved eventuelle overskridelser av utslippsvilkår. Da denne nye prøvetakingsstrategien kan virke fremmed for de som ikke er vant med statistiske begreper, foreslås en gradvis innføring ved at prinsippet først anvendes på et begrenset antall bedrifter.*

Til nå har det vært vanlig at SFT pålegger galvanoidindustriens bedrifter et kontrollopplegg som omfatter prøvetaking to ganger pr. år og et analyseprogram som er noenlunde tilpasset den produksjon bedriften hadde da konsesjonen ble behandlet. Dette er en del av bedriftens egenkontroll skissert i utslipstillatelsen. I tillegg foretar SFT bedriftsbesøk/kontroll med bl.a. prøvetakinger og analyse. SFT's kontrollopplegg er skissert i vedlegg 3.

Selv om prøvetakings- og analyseprogrammet er beskjedent og spredt, har det i praksis vist seg at det ikke er særlig vanskelig å plukke ut de gode bedriftene og de spesielt dårlige. Særlig nå etter at egenkontrollen har gått i en årrekke, har det gitt en god generell oversikt over bransjen.

Som grunnlag for straffetiltak mot enkeltbedrifter som overskrider utslippsgrensene mer sporadisk eller som har utslipp nær konsesjonsgrensen, er bedriftenes egenkontroll betydelig mindre egnet. For å kunne håndheve utslippskrav på en konsekvent måte, er det behov for en omlegging; både når det gjelder utslippskrav og kontrollopplegg.

I vedlegg 7 er det vist et skjematisk flyteskjema for gangen i et kontrollopplegg. Det vil være mulig å lage et EDB-basert system for det nye kontrollopplegg. I vedlegg 6 er det vist et eksempel på mulig fremgangsmåte ved kontroll av avløpsvann.

### 5.1 Utslippskrav

Dersom grensene for utslipp formuleres som absoluttverdier, må verdiene enten settes urimelig høyt, eller de må håndheves ved at man ser gjennom fingrene med et skjønsmessig fastsatt antall

overskridelser. Dersom kravene derimot fastsettes som grenser som skal oppfylles en gitt prosentandel av tiden - prosentiler -, kan overskridelser av kravene behandles på statistisk grunnlag og håndhevelsen kan foregå på et mer realistisk grunnlag. For å sikre seg mot akutt forurensning kan man sette et maksimalkrav som er tilstrekkelig høyt til at det med stor sikkerhet bare overskrides ved uhell o.l.

Det finnes selvfølgelig negative sider ved en slik måte å fastsette kravene på. For personer uten kunnskaper i statistikk kan begrepene virke uklare og kanskje vil bare den høyeste grensen bli oppfattet som et krav.

En bedrift som har fått sitt krav knyttet til 95 %-tilen, dvs. at utslippskravene skal overholdes i minst 95 % av tiden, kan dessuten overskride den gitte grensen betydelig i en hel time hver dag uten at kravet brytes. Det er likevel mulig å formulere utslippskrav slik at disse mulighetene til å omgå kravene utelukkes. Det kan i noen grad bli et spørsmål om saksbehandlerens kunnskaper og "juridiske" standardformuleringer.

Alle ting tatt i betraktning vil det imidlertid være enklere å håndheve krav satt som prosentiler, og det anbefales at hovedkravet til et industriutslipp stilles slik at det skal oppfylles f.eks. i 95 % av tiden.

## 5.2 Prøvetakingsprogram

Ved planlegging av et prøvetakingsprogram må følgende spørsmål vurderes:

1. Hensikt med prøvetakingsprogrammet ?
2. Akseptabel usikkerhet i resultatet ?
3. Hva vet vi om systemet som skal undersøkes ?
4. Hvor store omkostninger kan aksepteres ?

Anvendt på et industriutslipp er pkt. 1 mest aktuelt:

1. Påvise unormale konsentrasjoner - (uhell).
2. Anslå middelkonsentrasjoner (utslippsmengder).
3. Bestemme en rettferdig avgift f.eks. ved overføring til kommunalt nett.
4. Fastslå en prosentil - hvor stor %-andel av tiden er konsentrasjonen under en gitt verdi ?
5. Kontrollere om et gitt utslippskrav er tilfredsstilt eller ikke.

I tillegg finnes flere andre mulige målsettinger som f.eks. å fastslå endringer, trender etc. Disse er av mindre betydning i forbindelse med rutinekontroll av industriutslipp.

I denne sammenheng tar vi først og fremst utgangspunkt i å kontrollere om ett eller flere utslippskrav er oppfylt. Det er statistisk sett en relativt enkel oppgave. I realiteten har vi bare to mulige utfall av en prøvetaking/analyse - godkjent og ikke-godkjent.

For uøvede kan en slik tankegang virke forvirrende. Begreper som prosentil og konfidensnivå er uvant for mange. Ved å lage et regelverk som bygger på slike begreper vil det imidlertid bli betydelig enklere å håndheve det i det lange løp. Statistiske fagtermer kan erstattes med vanlige ord i selve regelverket.

Dersom vi tar utgangspunkt i at kontrollprogrammets hovedhensikt skal være å påvise overskridelser av en utslippsgrense, kan følgende være et utgangspunkt. Hvis konsesjonsgrensen skal være tilfredsstilt i 95 % av driftstiden og dersom det skal være 90 % sannsynlighet for at konsesjonskravet virkelig er brutt når vi påviser en overskridelse, viser tabell 1 det antall målinger i en serie som kan være over grensen uten at vi kan påstå at kravet er overskredet. Sannsynligheten for at vi ikke får påvist en eller flere overskridelser er naturligvis stor når antall prøver er lite.



Tabell 1. Antall overskridelser som innebærer at det er 90 % sannsynlighet for at en grenseverdi gitt som 95-prosentil er overskredet.

(Etter H. Rensvik: Feilvurdering og dataanalyse ved kontroll av industriutslipp, INDRENS-veiledning Nr. 2.)

Antall prøver	Kritisk antall verdier som kan ligge over grenseverdien
1 - 2	1
3 - 10	2
11 - 22	3
23 - 35	4
36 - 49	5
50 - 63	6
64 - 78	7
79 - 94	8
95 - 109	9

De konklusjoner man kan trekke når prøvetallet er mindre enn fire, er langt på vei uavhengige av at det legges statistiske vurderinger til grunn. Med dagens prøvetakingsfrekvens 2-3 kontrollprøver pr. år, vil det med andre ord kreves 3-5 år for å kunne trekke mer nyanserte konklusjoner. På denne bakgrunn er det rimelig å anbefale et minimum av 5-6 kontrollprøver pr. år. En til to overskridelser blandt disse kontrollene krever da ikke annen reaksjon med øket kontrollfrekvens enn f.eks. skjerpet kontroll, gjennomgang av prosesser og rutiner etc.

Sett fra bransjens side vil dette innebære en utvidelse av nåværende pålegg. Det vil imidlertid føre til at reaksjonen fra SFT kan være mer nyansert. Derved kan det alt i alt innebære en bedre situasjon for bransjen.

### 5.3 Prøvetaking

I prinsipp skal prøvetakingen foregå fullstendig tilfeldig dersom de fleste statistiske regneregler skal gjelde. Mest naturlig er det at prøvetakingen legges til normal driftstid, f.eks. mellom kl. 1000 og "lunsjtid" og fra etter "lunjstid" til kl. 1500.

Spørsmålet om blandprøver kontra enkeltprøver er alltid vanskelig. På den ene side blir blandprøver ofte mer representative for bedriftens samlede utslipp. Samtidig minskes noe av informasjonen om utslippstopper og løpende driftsforhold.

Det er viktig at alle prøver som tas innen et kontrollprogram tas etter på forhånd oppsatt program, slik at enkeltprøver og blandprøver ikke kommer om hverandre ved databearbeidingen. Blandprøver bør dessuten være mengdeproporsjonale. Det vil si at de blandes av enkeltprøver slik at andelen i blandprøven er proporsjonal med vannføringen da enkeltprøven ble tatt.

## 6. DRIFTSANALYSER - RAPPORTERING

*På markedet finnes analyseutstyr for hurtigtester og enkle driftsanalyser som er av tilstrekkelig kvalitet for å sikre en tilfredsstillende egenkontroll.*

*Rapportering av sentrale opplysninger fra egenkontroll og av eksterne kontrollanalyser, bør skje 2 ganger årlig.*

### 6.1 Analysemetodikk

Alle typer renseanlegg må ha nødvendig analyseutstyr for å drive egenkontroll av den daglige drift. Vi vil her nevne de mest nødvendige analysetester.

#### pH

Alle anlegg utrustes med et bærbart pH-meter for kontroll av renseanleggets pH-meter. Noe avvik må kunne aksepteres da renseanleggets armatur som regel stikker ned i karet der målingen foregår. pH-papir kan brukes som en nødløsning.

#### Seksverdig krom

Analyser utføres med kolorimetrisk testesett. Følsomheten er tilfredsstillende for alle typer sett, og fargeutviklingen er basert på samme prinsipp. Det anbefales å bruke sett som er basert på pulverprinsipp da holdbarheten er best. Ferdig lagede løsninger har lett for å bli misfarget og kan gi misvisende resultater.

#### Cyanid

Kolorimetriske testesett reagerer bare på fri cyanid og vil således ikke gi uttrykk for renseanleggets totale utslipp av cyanid. De kolorimetriske analysene er imidlertid meget følsomme, slik at dersom en får positiv reaksjon, må redoks-elektrode sjekkes og eventuelt tiltak iverksettes.

Andre metoder, som kan si noe mer om hvor mye oksyderbar cyanid det er i avløpet, krever noe analytisk kompetanse og egner seg dårlig for de fleste bedrifter. De norske standardene for cyanid NS 4796 og NS 4797

egner seg bare for bedrifter med egne analyselaboratorier og som har kvalifiserte analytikere.

Rent teoretisk kan et innhold på 3 mg/l jern i avløpet kompleksbinde 8.4 mg cyanid (CN). Testesettene vil ikke reagere på cyanid som er bundet til jern. I praksis vil et eventuelt restinnhold av oksyderbart cyanid i nøytralisasjons/sedimenteringstanken neppe fullstendig omdannes til mer stabile ferrociano-komplekser selv om en har jern i overskudd. Dette skyldes at slike reaksjoner kan ta lang tid noe som kan ha flere årsaker, som f.eks. at jern allerede er utfelt som jernhydroksyd, og at den oksyderbare cyanid kan foreligge som andre metallkomplekser som kan ha meget liten dissosiasjonshastighet.

### Andre analyser

Det finnes for øvrig en rekke kolorimetrisk testsett. Av de mest anvendbare kan nevnes fosfat og toverdige jern. Kaliumjodid/stivelses-papir kan også brukes for kontroll av kloroverskudd (ved cyanidoksydasjon).

### 6.2. Rapportering

Det føres driftsjournal på et standardisert skjema (INDRENS, veiledning nr. 5). Her føres resultatene av egenkontrollen.

En del av opplysningene skal rapporteres videre til SFT. Rapporteringshyppighet: 2 ganger pr. år for alle bedrifter.

En følge av opplegget for prøvetakingsstrategien er at det må tas et noe større antall prøver fra hver bedrift for å ha et statistisk grunnlagsmateriale.

### Hva skal rapporteres?

#### Egenkontroll

Fra dritsjournalen fås følgende opplysninger:

- Vannforbruk. Det oppgis tot. forbruk pr. år, pr. uke og pr. døgn (gj.snitt, maks. og min.). Anlegg med telletrykker oppgir avvik fra maksimalverdier.

- Slamproduksjon (t/år). Et erfaringsmateriale må her bygges opp i SFT for hva som er normal slamproduksjon. Store avvik indikerer endringer i produksjonsforhold og prosesser, og vil evt. føre til inspeksjon og fornyet konsesjonsbehandling.
- Anlegg med telletrykker (skriver som angir avvik fra satte alarmgrenser) rapporterer avvik fra alarmverdier.

### Eksternkontroll

Alle renseanlegg sender inn prøve av utløp renseanlegg 2 ganger årlig for analyse ved eksternt laboratorium.

Bedrifter med vannforbruk  $> 5 \text{ m}^3/\text{n}$  sender inn døgnblandprøve eller mengde-proporsjonal døgnblandprøve.

Bedrifter med vannforbruk  $< 5 \text{ m}^3/\text{n}$  sender inn stikkprøve som er tatt etter at renseanlegget har vært i drift i 4 timer (ved diskontinuerlig drift).

Kontrollanalysene rapporteres fortløpende til SFT etter hvert som de blir ferdige.

Kontrollanalyser tatt under inspeksjon av SFT kommer i tillegg.

Bedrifter som har krav til full gjennomgang av renseanlegget av ekstern konsulent, avgir særskilt rapport til SFT. Data fra denne rapporten kan brukes som grunnlagsmateriale i den foreslåtte prøvetakingsstrategi.

### Rapporteringsform

Det bør lages et standardisert skjema for de halvårlige/årlige rapporter. Skjemaet tilpasses den EDB-baserte prøvetakingsstrategi.

VEDLEGG

Spørsmål vedrørende utslipp til vann

Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1 Tlf. (02) 65 98 10	OVERFLATEBEHANDLINGS- INDUSTRI
--	-----------------------------------

Bedriften

Navn:

Adresse:

Kommune:

Fylke:

Kontaktperson:

Telefon:

Utslippssted for  
prosessavløp  
(kryss av)

Sjøvann	Vassdrag	Kommunalt nett med renseanlegg	uten

UTFYLLENDE OPPLYSNINGER

Skriv her opplysninger som kan ha betydning for bedriftens utslipp og som ikke er spurt om i skjemaet:

Hvis bedriften ikke har slampresse, angi disponering av:

skyllevann :	
brukte bad :	
tynn slam :	

Vannforbruk (angi minimum totalt prosessavløp)

	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /døgn	m <sup>3</sup> /år
Tot. prosessavløp			
Cyanholdig skyllevann			
Kromatholdig "			
Surt/alkalisk "			

Doseres brukte prosessbad til renseanlegget?

JA	NEI	HVILKE

Slamproduksjon

Tonn/år	m <sup>3</sup> /år

Registrering:

kryss av

pH	manuelt	
	automatisk	
Vannmengder	manuelt	
	automatisk	
Annet		



## INNDELING AV BEDRIFTER ETTER VANNFORBRUK

Som nevnt i hovedrapportens kapittel 2, ble det sendt ut spørreskjema til alle registrerte bedrifter i bransjen.

De utfylte spørreskjemaene som kom tilbake, inneholder utfyllende opplysninger og kan siden benyttes til en bedre oversikt over bedriftene innen overflatebehandlingsindustrien.

Av 140 registrerte bedrifter var det 33 stykker som enten var nedlagt eller hadde endret arbeidsfelt, slik at de tilhørte andre bransjer. Tilbake til SFT og NIVA kom det 67 svar fra bedrifter som arbeidet med overflatebehandling. En enkel oversikt over spørreskjema og svar er gitt i vedlegg B. Det viste seg at 7 av disse bedriftene drev med resirkulering og levering av brukte bad, slam og tørrstoff til spesialfirma eller kommunal avfalls- behandling, og 4 bedrifter hadde ikke galvaniske prosesser. Det var også 4 bedrifter som drev med prosesser (varmforsinking) som ga minimale vannmengder ut, og som ikke hadde renseanlegg. De resterende bedriftene ble fordelt etter vannforbruk.

### I

I vil omfatte de største bedriftene i bransjen, ca. 15 stykker. Elleve hadde svart på tilsendt spørreskjema. Disse bedriftene har et vannforbruk større enn  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , og de fleste av dem hører inn under SFT's kontrollklasse 1 eller 2.

Bedriftene har utslipp til sjøvann, vassdrag og kommunalt nett. Fordelingen mellom de ulike resipientene blir nokså jevn.

### II

II omfatter bedrifter med vannforbruk fra  $0.5\text{--}5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Av de 67 svarene som ble sendt NIVA etter spørreundersøkelsen, fremgår det at 14 av disse bedriftene vil inngå i II. Bedriftene har utslipp til sjøvann (4 stk.), vassdrag (2 stk.) og kommunalt nett (8). Av bedrifter med utslipp til kommunalt nett var det 3 stk. som slapp ut til nett uten rensing.

## III

Spørreundersøkelsen viste at 7 av 67 bedrifter ville tilhøre III. De fleste av disse hadde utslipp til kommunalt nett (med renseanlegg), men det var også en bedrift med utslipp til sjøvann og en med utslipp til vassdrag.

## IV

IV omfatter bedrifter med satsvis avgiftning, og ble en forholdsvis stor gruppe med 20 av de 67 som svarte på spørreundersøkelsen. Over halvparten (12 stk) hadde utslipp til kommunalt nett med renseanlegg, 6 hadde utslipp til sjøvann, 1 til vassdrag og 2 til kommunalt nett uten renseanlegg.

I

Bedrift	Fylke	Sjøvann	Vassdrag	Kommunalt nett	
				m/renseanl.	u/renseanl.
Norsk Jernverk, Blikkvalseverket	Hordaland	x			
Øgland, DBS A/S	Rogaland		x		
Christiania Spigerverk A/S	Oslo			x	
Grorud Jernverk	Oslo			x	
Ørsta Stålinndustri	Møre og Romsdal	x			
Midcom Odda A/S	Hordaland	x			
Dokka Industrier A/S	Oppland		x		
Kenmore A/S	Akershus				x
Den Kongelige Mynt	Buskerud			x	
Bernt Iversen & Søn A/S	Hordaland	x			
Norsk Hydro Elektrolysører	Telemark		x		
11		4	3	3	1

II

Bedrift	Fylke	Sjøvann	Vassdrag	Kommunalt nett	
				m/renseanl.	u/renseanl.
Hydro Aluminium, Vik Verk	Sogn og Fjordane	x			
A/S Galvan Varmforzinking	Rogaland				x
Grepå & Mjelva fabrikker A/S	Møre og Romsdal	x			
Mandal Stål, Chr. Spigerverk	Vest-Agder		x		
Eiker Metall og Forniklingsverksted	Buskerud			x	
J.E. Ekornes	Møre og Romsdal	x			
Borre Elektronikk A/S	Vestfold			x	
Norsk Forsvarsteknologi	Buskerud			x	
EB Norsk Kabel	Buskerud		x		
Grefsen Metallvarefabrikk A/S	Oslo			x	
Nobø Fabrikker	Sør-Trøndelag				x
NEK Kabel A/S, avd. Årnes	Akershus			x	
Hinnaverket, Chr. Spigerverk	Rogaland				x
Stavanger Galvano A/S	Rogaland	x			
14		4	2	5	3

III

Bedrift	Fylke	Sjøvann	Vassdrag	Kommunalt nett	
				m/renseanl.	u/renseanl.
Nebb A/S	Telemark			x	
G. Gundersen Galvano A/S	Østfold				x
Hønefoss Krom og Nikkel A/S	Buskerud		x		
Nikkel og Krom A/S	Oslo			x	
Jarlsø Fabrikker A/S	Vestfold	x			
A/S Cylinderservice	Sør-Trøndelag			x	
Centrum Fornikling	Oslo			x	
7		1	1	4	1

## IV

Bedrift	Fylke	Sjøvann	Vassdrag	Kommunalt nett	
				m/renseanl.	u/renseanl.
NTJ Industrier	Vestfold			x	
A/S Vestsink	Møre og Romsdal	x			
A/S Helle Fabrikker	Sogn og Fjordane	x			
Trondheim Kretsfengsel	Sør-Trøndelag			x	
A/S Norma-Nittedal	Akershus		x		
Hjertholms's Galvaniske Anst.	Hordaland	x			
A/S Indre Østfold Industrier	Østfold			x	
Botne Fabrikker	Vestfold	x			x
Beha-Hedo A/S	Telemark				x
Sønnichsen A/S	Rogaland	x			
A/S Høvik Lys	Østfold			x	
EB Nera	Hordaland			x	
Mjørud Vognfabrikk	Østfold			x	
Frank Mohn A/S	Hordaland			x	
Mona Mek A/S	Østfold			x	
Arne H. Lie	Oslo			x	
A/S Møre Transformatorfabrikk	Møre og Romsdal	x			
NEBB	Oslo			x	
A/S Geilo Verktøy og Knivfabr.	Buskerud			x	
Brødr. Berntsen A/S	Buskerud			x	
20		6	1	12	2

## BEDRIFTER UTEN UTSLIPP

A. Bedrifter med resirkulering og levering av brukte bad, slam og tørrstoff til spesialfirma eller kommunal avfallsbehandling/ minimale vannmengder ut:

Ullersmo landsfengsel	Akershus
Eltex A/S	Møre og Romsdal
Alfr. Andersen Mek. Verksted og Høvløri A/S	Vestfold
A/S Galvano-Stans	Nordland
Scan Lope A/S	Sør-Trøndelag
EB National Industri A/S	Buskerud
Mandal Stål, Chr. Spigerverk A/S, Tråd. Galv. Avd.	Vest-Agder
Selbak Mek. Verksted A/S	Østfold
Tønsberg Presstøperi.	Vestfold
Nordstål A/S	Nord-Trøndelag
Galvamek A/S	Aust-Agder

B. Bedrifter uten galvaniske prosesser

Norsk Marconi A/S	Oslo
A/S Trolla Brug	Sør-Trøndelag
Kongsberg-Automotive, Avd. Hvitvingfoss	Buskerud
Agderprodukter A/S	Aust-Agder

UA/ØH/KS 0710H

15.12.87

GEBYRER FOR KONSESJONSBEHANDLING OG INSPEKSJONER

I henhold til "Forskrift om innkreving av gebyrer til statskassen for Statens forurensningstilsyns konsesjonsbehandling og kontroll av forurensende virksomhet med konsesjonsplikt" har Statens forurensningstilsyn fastsatt kriterier for inndeling av konsesjonspliktig virksomhet i klasser; gebyrklasser for konsesjonsbehandling og kontrollklasser for inspeksjoner m.v.

Gebyrklasse og kontrollklasse vil i de fleste tilfelle falle sammen, i noen få tilfelle er kontrollklasse og gebyrklasse forskjellig.

1. Kriterier for inndeling av bedriftene i klasser.

For å utnytte de tilgjengelige ressurser bedre, har SFT utarbeidet et opplegg for kontroll som bygger på en inndeling av bedriftene i 4 kontrollklasser og oppdeling av kontrollvirksomheten i flere typer.

Kriteriene for de 4 klasser er:

Klasse 1	Betydelig utslipp, svak resipient " " middels resipient
Klasse 2	Middels utslipp, svak resipient Betydelige utslipp, god resipient
Klasse 3	Middels utslipp, middels resipient Lite utslipp, svak resipient
Klasse 4	Middels utslipp, god resipient Lite utslipp, middels resipient

Ved klassifisering er det tatt hensyn både til utslippenes størrelse før rensing, forurensningens art og resipientforholdene.

Klasse 1 omfatter cellulosefabrikker, wallboardfabrikker, de største papirfabrikker, Norsk Hydros anlegg, oljeraffinerier og petrokjemianlegg, sementfabrikker, aluminiumverk, stålverk og endel enkeltbedrifter - i alt 50-60 bedrifter.

Klasse 2 omfatter endel gruver, større næringsmiddelbedrifter, destruksjonsanlegg, sildoljefabrikker, garverier, tekstil-, tremasse- og papirfabrikker, kjemisk industri, jernstøperi, galvanoteknisk virksomhet og større kullfyringsanlegg i alt vel 100 bedrifter.

Klasse 3 omfatter næringsmiddelindustri, tekstil og grafisk industri, små treforedlings- og galvanotekniske bedrifter, plast- og kjemisk industri, metallstøperier, større flisfyringsanlegg m.v., i alt ca. 330 bedrifter.

Klasse 4 omfatter alle øvrige konsesjonsbehandlede bedrifter, ialt ca. 1000.

## 2. Kontrolltyper og hyppighet av kontroll.

De kontrolltyper som vil bli brukt er:

- A) Egenkontroll
- B) SFT-kontroll:
  - førstegangsinpeksjon
  - oppfølgingsinspeksjon
- C. Ekstern kontroll (grundig kontroll).

På basis av inndelingen i kontrollklasser og de nevnte kontrolltyper er det utarbeidet et kontrollopplegg, hovedtrekkene fremgår av nedenstående tabell

Kontroll- klasse	Inspeksjon av SFT/uavhengig institusjon			Egenkontroll	
	Frist for første- gangsin- speksjon	Hyppighet, oppfølg- ingsin- speksjon	Hyppighet grundig kontroll 1)	Måle- hyppig- het 2)	Rapporter- ings hyppighet
1	3 mndr.	1 år	3 år	Kontinu- erlig/ hver dag	6 mndr.
2	6 mndr.	2 år	6 år	12 eller 24 ganger pr. år	6 mndr.
3	1 år	2 eller 3 år		4 eller 8 ganger pr. år	1 år
4	egenmelding Kontroll etter behov og kapasitet i SFT				

- 1) Utført av uavhengig institusjon eller av SFT.
- 2) Retningsgivende.

I tillegg til rutinepregede inspeksjoner vil selvsagt ytterligere inspeksjoner kunne finne sted, f.eks. foranlediget av naboklager.

## NÆRMERE BEGRUNNELSER FOR UTSLIPPSKRAV TIL FERSKVANN, SJØVANN OG KOMMUNAL KLOAKK

### Utslipp til ferskvannsresipient

Utgangspunktet for fastsettelse av utslippskravene for den enkelte bedrift bør være det klassifiseringssystem for forurensningsvirkninger og egnethet som er utarbeidet i håndboka "Vannkvalitetskriterier for ferskvann".

Når det gjelder forurensningsvirkninger går systemet ut på å bestemme forurensningsgraden eller avviket fra naturtilstanden for følgende virkningstyper:

- Eutrofiering
- Virkning av organisk stoff
- Forsuring
- Giftvirkning
- Virkning av partikulært materiale
- Mikrobiologisk belastning

Det er definert 4 forurensningsgrader, 1-4 eller beskrevet som lite, moderat, markert eller stort avvik fra naturtilstanden. Innenfor hver virkningstype er det flere parametre. For hver parameter deles igjen inn i 4 forurensningsklasser avhengig av avvik fra naturtilstanden.

Systemet for klassifisering av egnethet er bygget opp på tilsvarende måte og er tilpasset følgende bruksformer:

- Drikkevann
- Jordvanning
- Friluftsbad
- Båtsport
- Fiskeoppdrett
- Sportsfiske
- Naturvern
- Kulturminnevern

I systemet for egnethet tas det bare utgangspunkt i nå-tilstanden i vassdraget. Det fremgår ikke om eksisterende vannkvalitet skyldes naturgitte forhold eller forurensningspåvirkning. Det er bare et

fåtaill av bruksformene og virkningstypene som har betydning for galvanoteknisk industri. Når man krever endringer i klassifiseringene, f.eks. p.g.a. endringer i brukerinteresser, kan det bli konflikter i forbindelse med utslipp fra denne bransjen. Det er i første rekke eutrofiering (utslipp av fosfor) og giftvirkning (utslipp av tungmetaller) som har størst betydning for bransjen.

Når det gjelder tungmetallkonsentrasjoner, er det klart at fisk ikke vil kunne leve i rensed avløpsvann fra galvanoteknisk industri selv om konsentrasjonskravene overholdes.

I tabellen under er stilt sammen noen metaller og forurensningsklasser samt drikkevannsnormer og utslippskrav.

	Kl. 1	Kl. 2	Kl. 3	Kl. 4	Drikkevannsnormer	Utslippskrav
Kobber $\mu\text{g/l}$	<3	3-15	15-90	>30	<100	1000
Sink $\mu\text{g/l}$	<30	30-60	60-300	>300	<300	3000
Kadmium $\mu\text{g/l}$	<0.5	0.5-1	0.5-1	>5	<1	100
Bly $\mu\text{g/l}$	<1	1-5	5-10	>10	<5	500
Nikkel $\mu\text{g/l}$	<10	10-30	30-100	>100	-	5000
Krom $\mu\text{g/l}$	<10	10-40	40-100	>100	<10	1000

Krav til utslippsmengder vurderes i forhold til ønske om forurensningsklasse i resipienten.

Eksempelvis kan et utslipp med konsentrasjon 1 mg Cu/l og vannmengde 10 m<sup>3</sup>/h alene gi en konsentrasjonsøkning på 3  $\mu\text{g/l}$  i en elv med vannføring på 1 m<sup>3</sup>/s.

#### Utslipp til sjøvannsresipient

Ved fastsettelse av krav ved utslipp til sjøvannsresipient, benyttes det samme klassifiseringssystem som for ferskvannsresipient. Det vil bli utarbeidet en tilsvarende håndbok for sjøvann som for ferskvann. Når det gjelder konsentrasjonskrav, foreslås det imidlertid et par endringer:

Fluorid Da naturlig bakgrunnsnivå i sjøvann er ca 1 mg/l og utslippene fra bransjen relativt beskjedne, foreslås det et nytt utslippskrav på



30 mg/l. Dette er et praktisk resultat man som regel oppnår ved felling med kalk eller kalsiumklorid. Ut fra løselighetsbetraktninger kan man teoretisk oppnå ca 8 mg F/l når fluoridet felles som  $\text{CaF}_2$ .

### Sulfat

Sjøvann inneholder fra før mye sulfat. Det settes derfor ikke noe krav til sulfatfjerning ved direkte utslipp til sjøvann. Dersom avløpet må ledes via kommunalt nett, må det imidlertid tas hensyn til dette for å unngå korrosjon på rørnett.

### Utslipp til kommunal kloakk

Her er det hovedsakelig to hensyn å ta:

- Hensynet til driften av det kommunale renseanlegg
- Hensynet til rørnett

Når det gjelder muligheter for å forstyrre driften av det kommunale renseanlegg er disse i første rekke knyttet til pH-verdien og utslipp av metaller. Det vil imidlertid bare være under ekstreme omstendigheter at slike forstyrrelser vil kunne forekomme, som f.eks. et stort utslipp av industriavløp inn på et forholdsvis lite kommunalt renseanlegg. Et stort utslipp med høy pH-verdi (9-9.5) kan være lite ønskelig for driften av et lite kommunalt anlegg som ønsker å drive med en betydelig lavere pH. Når det gjelder metallutslipp burde det normalt ikke bli driftsforstyrrelser dersom utslippsgrensene overholdes. Et kommunalt renseanlegg med biologisk trinn er imidlertid meget sårbart dersom det skjer overskridelser av utslippskravene. Særlig vil store utslipp av seksverdig krom være lite ønskelig.

Hensynet til rørnett gjør det nødvendig å stille krav til sulfatinnholdet. Årsaken til at det er satt begrensninger for sulfatinnholdet i avløpsvann er å unngå korrosjon på ledningsnett. Ledningsnett for avløpsvann er vanligvis av betong hvor sementen er normal portlandsement. Sulfationene trenger inn i betongen og reagerer med kalsium i sementen. Det dannes mineraler med større volum enn utgangsstoffene og betongen smuldrer opp. Det er to typer mineraler som kan dannes, det ene er gips og det andre er etringitt. For å få dannet gips, gipskorrosjon, må sulfatinnholdet i vannet være over 1000 mg/l  $\text{SO}_4$ . Under gipsdannelsen øker volumet med 17.7%. Dannelse av etringitt krever lavere sulfatinnhold. Vanligvis settes en grense på 250 mg/L  $\text{SO}_4$ : Under etringittdannelsen øker volumet med hele 227%.

For å få sulfatangrep på betong må sulfatene i vannet dominere fullstendig i forhold til andre ioner. I sjøvann med et sulfatinnhold på 2650 mg/L  $\text{SO}_4$ , har man f.eks. ikke sulfatangrep. Årsaken er det høye magnesiuminnholdet. Magnesiumhydroksid avsetter seg på betongoverflaten og hindrer dermed sulfatene i å trenge inn i materialet.

I ferskvann dominerer vanligvis hydrogenkarbonat (bikarbonat) i forhold til andre ioner. Hydrogenkarbonat danner sammen med fri kalk fra betongen, kalsiumkarbonat som tetter betongen og hindrer at sulfatene trenger inn i materialet. Jo høyere hydrogenkarbonatinnholdet i vannet er, desto mer sulfat kan tolereres uten at sulfatangrep oppstår.

Hydrogenkarbonatinnholdet i det sterkt sure overflatevannet her i landet er meget lavt.

## EKSEMPEL PÅ MULIG FREMGANGSMÅTE VED KONTROLL AV AVLØPSVANN

Eksemplet gjelder bare kopper, men er ment å gjelde uavhengig for enhver analysevariabel.

Krav:

Konsentrasjonen av kopper (totalt) i bedriftens avløpsvann skal i minst 95 % av driftstiden ikke overskride 1 mg Cu/l.

Mengden av kopper (totalt) i avløpsvannet skal aldri overskride 15 mg Cu/l eller 150 mg Cu/time (laveste alternativ). (Maksimale krav settes ut fra en vurdering av aktuell minstefortynning i lokal resipient.)

Kontrollresultater:

10. februar	1989	Cu : 0,84 mg/l
15. mai	"	Cu : 0,63 "
10. august	"	Cu : 1,34 "
13. oktober	"	Cu : 0,42 "
18. desember	"	Cu : 0,45 "

-----

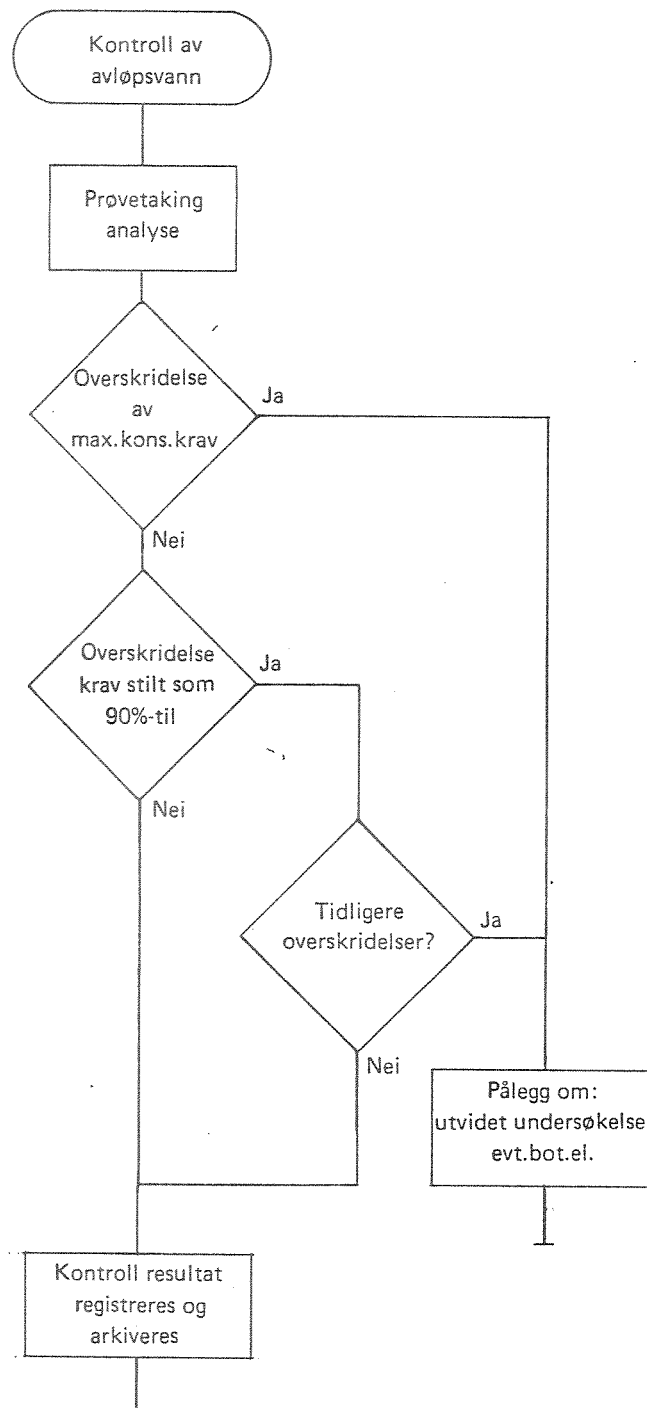
Konklusjon: Ingen reaksjon fra SFT

22. februar	1990	Cu : 2,32 mg/l
16. mai	"	Cu : 2,04 "

-----

Konklusjon: Bedriften pålegges utvidet undersøkelse.

Figur 1 viser et prinsippdiagram for systemet. Et egnet EDB-opplegg kan gi betydelig rasjonaliseringsgevinst ved et slikt kontrollsystem.



Skjematisk flyt-skjema for gangen i et kontrollopplegg. Diagrammet kan danne utgangspunkt for arbeidet med et EDB-basert system

# 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 Sivevann 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 renseanlegg.  
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 Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad  
Forurensningstilførsler og beregning av  
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg 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. (Sperrret)  
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  
flytestoffer 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 forskningshall Sentralrenseanlegg 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 vannføringsmålere  
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstrukser 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. (Sperrret)  
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 Eileen 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 industrirenseanlegg  
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 (Sperrret)
- 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 rensedistrikt, 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 (Sperrret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg  
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)
- 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 (Sperrret)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**  
Fysisk-kjemisk karakterisering av dreinsvann og virkninger av dreinsvann på biologiske forhold i resipienten  
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**  
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrret)
- 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 **Tørrvæsavsetninger 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 (Sperrret)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**  
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrret)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Mikrobiell nedbrytning av kløret organisk materiale i blekeriavløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. 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. (Sperrret)
- 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 (Sperrret)
- 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 (Sperrret)
- 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 (Sperrret)
- 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 Fundo Aluminium  
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forurensningsparameter**  
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. (Sperrret)
- 20/84 **Forurensningsproduksjon fra husholdning**  
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen 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

- 1/85 Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning  
Enkel litteraturstudie  
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger  
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 Treatment of leachate in aerated lagoons  
Lab-scale study  
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden  
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S  
Forprosjekt  
O-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson  
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S  
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal  
Forprosjekt  
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 Driftsassistanse - Avløpsledning  
Høvik Lys A/S  
O-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,  
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 Teknologi og miljø i oppdrettsnæring  
O-84159/O-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 Rensing av blyholdig avløpsvann.  
Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S  
O-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning  
til Sauda Smelteverk A/S  
O-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt  
til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.  
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser  
O-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde  
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune  
O-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 Fremdriftsrapport for Frøgn Vannverk  
Perioden juni-oktober 1985  
O-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad  
O-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,  
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)
- 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
- 4/86 Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg  
O-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp  
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget  
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 Virkning av dynamisk regn på hydrogram  
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk  
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg  
ved Akersvann  
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 Følsomhetsanalyse for parametre i  
avløpsnettberegninger. Fase I  
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget  
Oppegård kommune  
O-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 Bestemmelse av tilføringsgrad  
O-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett  
for drikkevann  
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 Driftserfaringer for hvirveloverløp  
O-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 Vannkvalitet Vansjø vannverk  
O-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 Evaluering av ABW-filter  
O-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.  
Renseeffekter for alger, algetoksiner og  
andre vannkvalitetsparametre  
O-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986





# rapporter utgitt av NIVA

- 1/88 **Etablering av hotell ved Gjersjøen**  
O-87220 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 2/88 **Tilsetning av kalsiumkarbonat til vann**  
E-88402 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 3/88 **Endringer av aluminiumsinnhold gjennom vannbehandlingsprosessen**  
E-88401 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 4/88 **Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Litlvatn, Agdenes kommune**  
O-87045 Hans Holtan. Februar 1988
- 5/88 **Undersøkelser og vurderinger av forurensningseffekter ved eventuell utbygging av Napetjern kraftverk**  
O-87155 Hans Holtan. Mars 1988
- 6/88 **Utprøving av Unik Hjulfilter for rensing av vann i settefiskanlegg**  
O-88027 Helge Liltved. Juni 1988
- 7/88 **Levetid for aspestsementrør. Tilstandsvurdering og beregning av restlevetid**  
Prosjektrapport nr. 2  
O-85208, E-85534 Lars Aaby. Juli 1988
- 8/88 **Levetid for aspestsementrør. En veileder**  
Prosjektrapport nr. 3  
O-85208, E-85534 Lars Aaby. Juli 1988
- 9/88 **Revurdering av krav til utslipp fra galvanoidindustri**  
O-87070 Eigil Rune Iversen. August 1988