

RAPPORT 99:11

Statens forurensningstilsyn



Postadresse: Pb. 8100 Dep, 0032 OSLO

Kontoradresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00 Telefax: 22 67 67 06

Organisasjonsnr.: 970 935 657

<http://www.sft.no/bestilling.html>

Utførende institusjon	Kontaktperson SFT Per Fjeldal		ISBN-nummer 82-7655-171-8
Det Norske Veritas AS	Avdeling i SFT Næringslivsavdelingen		TA-nummer 1649/1999
Oppdragstakers prosjektansvarlige Christian Rafn	År 1999	Sidetall 33	SFTs kontraktnummer 97/1910
Utgiver Statens forurensningstilsyn	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn		
Forfatter Bjørge Synnøve Nesgård og Astrid Røstad			
Tittel - norsk og engelsk Kilder til tungmetaller i kommunalt avløp - intensiv kartlegging av småindustri/annen næringsvirksomhet. Sources of heavy metals in municipal wastewater -- intensive survey of chosen smaller industry			
Sammendrag Det er gjennomført en undersøkelse av nivået av tungmetallene kvikksølv, nikkel, kobber, sink, kadmium, bly og krom til kommunalt nett fra ulike virksomhetstyper, men med fokus på bransjene bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvare industri. Med assistanse fra fem kommuner og ett interkommunalt avløpsselskap ble det prøvetatt 105 avløpsvannprøver. Det ble funnet høye verdier av tungmetaller i avløpsvannet fra bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, tekniske vaskehaller, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri. Svært høye verdier av bly ble funnet i avløpsvannet fra alle disse bransjene med unntak av metall- og maskinvareindustrien. I tillegg hadde teknisk vaskehall også svært høye verdier av kadmium. For å vurdere effektiviteten av oljeutskiller/sandfang ble det tatt prøver før og etter installasjonen. Av seks undersøkte bensinstasjoner hadde kun én bensinstasjon oljeutskiller som effektivt felte ut tungmetaller. De estimerte resultatene tyder på at metall- og maskinvareindustri fulgt av bilverksteder har de høyeste utslippene av tungmetaller til kommunalt avløpsvann. Når alle bransjene blir tatt i betraktning indikerer resultatene at småindustri bidrar med større mengder tungmetaller til kommunalt avløp enn norske husholdninger, muligens med unntak av kadmium. In conjunction with a wider government survey programme concerning the sources of environmentally hazardous substances to municipal sewage, this study investigated the contribution of heavy metals (Cd, Hg, Pb, Cu, Cr, Ni and Zn) in domestic wastewater from motor vehicle workshops, petrol stations with car washes, long haul transports depots, with "car washes", industrial laundries and mechanical industry. A total of 105 samples were sampled from various industrial and commercial sectors throughout Norway. Results from the monitoring programme shown high values of heavy metals in the wastewater from all of the investigated sectors. Moreover, the level of lead in the wastewater was very high for all the investigated sectors except for the mechanical industry. In addition, industrial laundries had very high level of cadmium. In order to estimate the efficiency of oil separators/sand traps, samples of the wastewater were taken before and after these installations. Of six investigated petrol stations, only one had an oil separator/sand trap which function satisfactorily. The estimated results indicated that the mechanical industry followed by the motor vehicle workshop contribute most to the heavy metal load in the domestic wastewater. When all of the investigated sectors were taken into consideration, the results indicated that the commercial and industrial sectors contributed with higher load of heavy metals to domestic wastewater than the household did.			
5 emneord miljøgifter tungmetaller småindustri avløpsvann avløpsslam	5 subject words environmentally hazardous substances heavy metals smaller industry wastewater sewage sludge		

FORORD

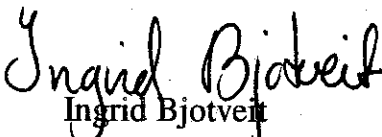
Økt kunnskap om kildene til tungmetaller i kommunalt avløpsvann er viktig for å finne frem til tiltak som kan redusere tilførslene. Tungmetaller i kommunalt avløpsvann kan i dag utgjøre en belastning på lokale resipienter og gjøre slam mindre egnet som jordforbedringsmiddel.

På bakgrunn av litteraturstudiet "Kilder til miljøgifter i kommunalt avløp og slam" SFT-rapport 97:07 (TA 1418/1997) er det satt igang oppfølgende undersøkelser for å kartlegge bidrag av miljøgifter fra utvalgte virksomheter innen småindustri og annen næringsvirksomhet som har utslipp til kommunalt nett. Hensikten har vært å få frem mest mulig data for typiske nivåer av tungmetaller i avløpsvann man kan vente seg å finne i de kartlagte virksomhetene. I tillegg har vi i denne rapporten også fokusert på mulige tiltak for å redusere utslippene av tungmetaller til kommunalt nett. Rapporten er en videreføring av "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløp – småindustri/annen næringsvirksomhet" SFT-rapport 97:27 (TA 1475/1997).

Prosjektet har vært gjennomført av Det Norske Veritas AS med assistanse fra fem kommuner og ett interkommunalt avløpsselskap. I tillegg til å bidra med delfinansiering av analysene, har kommunene og avløpsselskapene stått for den praktiske gjennomføringen av prøvetakingsprogrammet.

Ved gjennomføring av prøvetakingen dukket det opp en rekke praktiske utfordringer og vi retter i den forbindelse en stor takk til våre kontaktpersoner for stort pågangsmot og god innsats!

SFT, juni 1999


Ingrid Bjotveit

Innholdsfortegnelse

Side

1	SAMMENDRAG.....	1
2	INNLEDNING	3
2.1	Bakgrunn og hensikt	3
2.2	Vurdering av målte tungmetallnivåer	5
3	MÅLEPROGRAM OG PRØVETAKING.....	7
3.1	Måleprogram	7
3.2	Prøvetaking	8
4	RESULTATER.....	9
4.1	Avløpsvannmengder	9
4.2	Målte nivåer for hvert av tungmetallene	10
4.3	Nivået av tungmetaller i de ulike bransjene	15
4.3.1	Bensinstasjoner med vaskehall	15
4.3.1.1	Oljeutskillere	16
4.3.2	Vaskehaller for tunge kjøretøy	17
4.3.3	Teknisk vaskehall	19
4.3.4	Bilverksteder	20
4.3.5	Metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter	21
4.4	Oppsummering av målte nivåer	23
5	KARTLEGGING AV INNSATSKJEMIKALIER OG HÅNDTERING AV SPESIALAVFALL	24
5.1	Kartlegging av innsatskjemikalier	24
5.1.1	Produktregisteret	24
5.1.2	Produsenter, importører og leverandører	25
5.1.3	Kontakt med utvalgte bedrifter	25
5.2	Spesialavfall	26
5.3	Oppsummering	27
6	ESTIMERTE ÅRLIGE UTSLIPP AV TUNGMETALLER	28
6.1	Estimerte årlige utslipp av tungmetaller i avløpsvann fra enkeltbedrifter	28
6.2	Estimerte årlige utslipp av tungmetaller fra bransjen som helhet	29
7	REDUKSJON AV UTSLIPP AV TUNGMETALLER TIL KOMMUNALT AVLØPSVANN	30
8	REFERANSER.....	33
Appendiks A RESULTATER FRA IKKE-PRIORITERTE VIRKSOMHETSTYPER		

1 SAMMENDRAG

Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomførte i 1996/1997 et kartleggingsstudiet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet", SFT-rapport 97:27. Resultatene fra dette prosjektet indikerte at særlig tre bransjer pekte seg ut som betydelige bidragsytere av tungmetallholdig avløpsvann. Disse bransjene var bensinstasjoner med vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter. SFT ønsket derfor å gjøre en intensiv kartlegging av disse bransjene.

Dette prosjektet ble utført parallelt med SFT-prosjektet "Kilder til organiske miljøgifter i kommunalt avløpsvann - bidrag fra småindustri", SFT-rapport 98:22. Prøvetaking av avløpsvann for analysering av både tungmetaller og organiske miljøgifter ble utført samtidig og av de samme bedriftene. Prosjektet, som kartla kilder til organiske miljøgifter i avløpsvann, omfattet en større andel virksomhetstyper enn de bransjene SFT i utgangspunktet hadde prioritert å undersøke i dette prosjektet. Det ble derfor anledning til å analysere tungmetaller i avløpsvann fra virksomheter utover det som i første omgang var planlagt.

Måleprogrammet omfattet prøvetaking av totalt 105 avløpsvannprøver innen 13 virksomhetstyper. Prøvetakingen ble utført av fem kommuner og ett interkommunalt avløpsselskap. Ved vurdering av resultatene fra de prøvetatte virksomhetene ble det tatt utgangspunkt i målte konsentrasjoner av tungmetaller i innløpsvannet fra fire kommunale renseanlegg i Norge i 1997. Resultatene ble også sammenlignet med verdiene funnet i kartleggingsprosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet."

Det ble funnet høye verdier av tungmetaller i avløpsvannet fra alle de prioriterte virksomhetstypene; bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri, sammenlignet med innløpsvann til renseanlegg. Svært høye verdier av bly ble funnet i avløpsvannet fra alle de prioriterte bransjene med unntak av metall- og maskinvareindustrien som hadde høy verdi av bly. I tillegg hadde teknisk vaskehall også svært høye verdier av kadmium. Alle bransjene hadde normale nivåer av kvikksølv i avløpsvannet. Alle verdiene er sammenlignet med normalverdier for innløpsvann til norske renseanlegg.

For å vurdere effektivitet ble det tatt prøver før og etter oljeutskilleren. Av seks undersøkte bensinstasjoner hadde kun én bensinstasjon oljeutskiller som effektivt felte ut tungmetaller.

For å kartlegge innholdet av tungmetaller i innsatskemikalier som benyttes av de prioriterte bransjene ble Produktregisteret, produsenter, importører, leverandører, og utvalgte bedrifter fra de ulike virksomhetstypene kontaktet. Kartleggingen indikerte at innholdet av tungmetaller i innsatskemikaliene som benyttes i de prioriterte virksomhetstypene er lav. Trolig er korrosjon av metaller, tungmetaller bundet til støv og partikler større kilder til tungmetaller i avløpsvannet fra de undersøkte virksomhetstypene enn innsatskemikaliene som benyttes.

De estimerte resultatene tyder på at metall- og maskinvareindustri fulgt av bilverksteder har de høyeste utslippene av tungmetaller til kommunalt avløpsvann av de bransjene vi har undersøkt. Det totale utslippet av sink og kadmium er høyere fra norske husholdninger enn fra metall- og maskinvareindustrien som har det høyeste utslippet av disse to tungmetallene av de undersøkte bransjene. For de andre tungmetallene har enkeltbransjer innen småindustri høyere utslipp enn de norske husholdningene. Når alle bransjene blir tatt i betraktning indikerer resultatene at

småindustri bidrar med større mengder tungmetaller til kommunalt avløp enn norske husholdninger, muligens med unntak av kadmium. Det er prøvetatt få bedrifter innenfor hver bransje sammenliknet med det totale antallet og det er stor variasjon i de målte vannmengdene fra bedrifter innenfor den samme bransjen. Det er derfor knyttet usikkerhet til om de målte konsentrasjonene av tungmetaller, vannmengdene og de prøvetatte bedriftene er representative for den enkelte bransje.

Forslag til tiltak for reduksjon av utslipp av tungmetaller fra småindustri er:

- Informasjonstiltak
- Krav om regelmessig tømning av oljeutskiller/sandfang
- Nye krav til utslipp fra oljeutskiller
- Produktkontroll
- Resirkulering av vaskevann
- Økt kontroll av virksomheten
- Rensetiltak
- Frakobling fra kommunalt nett
- Forbedret håndtering av spesialavfall
- Resirkulering av prosessvann/reduksjon av vannforbruk

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn og hensikt

Resultatene fra kartleggingsstudiet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløp – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet" antyder at særlig tre bransjer peker seg ut som betydelige bidragsytere av tungmetallholdig avløpsvann. Disse bransjene er bensinstasjoner med vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter. SFT ønsket derfor å gjøre en intensiv kartlegging av disse bransjene.

Tungmetalltilførsler til kommunalt avløp kan være et problem fordi:

- Mange av tungmetallene er en betydelig kilde til miljøgiftutslipp til resipientene
- Avløpsslammets kvalitet forringes slik at det blir uegnet som gjødsel og jordforbedringsmiddel

Strengere krav til tungmetallinnhold for slam som spres på jordbruks- og grøntarealer nødvendiggjør stadige reduksjoner av kildene til disse stoffene.

Resultatene fra tidligere SFT-prosjekt antyder at småindustri, sammen med husholdninger, står for de betydeligste utslippene av en rekke tungmetaller og andre miljøgifter til kommunalt nett. Hovedårsaken til at småindustri er en betydningsfull kilde til miljøgiftutslipp til kommunalt nett kan være at disse bedriftene, i motsetning til større industri, ikke har direkte utslipp til resipienten. Ofte har småindustri en beliggenhet langt fra gode resipienter, slik at en omlegging av utslippet vil medføre betydelig ekstrakostnader.

Resultatene fra kartleggingsstudiet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – småindustri og annen næringsvirksomhet" /6/ antyder at særlig tre bransjer peker seg ut som betydelige bidragsytere av tungmetallholdig avløpsvann. SFT ønsket derfor å gjøre en intensiv kartlegging av disse bransjene:

- Metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter
- Bensinstasjoner med vaskehaller
- Bilverksteder

Dette prosjektet ble utført parallelt med SFT-prosjektet "Kilder til organiske miljøgifter i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri" /5/. Prøvetaking av avløpsvann for analysering av både tungmetaller og organiske miljøgifter ble utført samtidig og av de samme bedriftene. Prosjektet som kartla kilder til organiske miljøgifter i avløpsvann omfattet en større andel virksomhetstyper enn de bransjene SFT ønsket å undersøke i dette prosjektet. Det ble derfor anledning til å analysere for tungmetaller i avløpsvann fra virksomheter utover det som i første omgang var planlagt for.

Det er gjennomført målinger av tungmetallnivåer i avløpsvann fra følgende virksomhetstyper:

- Bensinstasjoner med vaskehaller
- Vaskehaller for tunge kjøretøy
- Teknisk vaskehall
- Bilverksteder
- Metall- og maskinvareindustri/verkstedsbedrifter
- Vaskerier
- Grafiske bedrifter
- Maling- og lakkfabrikker
- Lakkeringsbedrifter
- Kjemisk industri
- Laboratorier
- Sykehus
- Høgskole

Resultatene for alle de prøvetatte virksomhetstypene vil bli presentert i denne rapporten, men fokus vil bli rettet mot bransjene:

- Bensinstasjoner med vaskehall
- Vaskehall for tunge kjøretøy
- Teknisk vaskehall
- Bilverksteder
- Metall- og maskinvareindustri.

Analyser av avløpsvannet har omfattet de samme tungmetallene som i det forrige kartleggingsprosjektet, dvs kobber, sink, bly, kadmium, nikkel, krom og kvikksølv. Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) utførte analyseringen av prøvene. Prøvene ble oppsluttet og metallene ble bestemt med ICP-MS med unntak av kvikksølv som ble bestemt med kalddampeteknikk-AAS.

2.2 Vurdering av målte tungmetallnivåer

Ved vurdering av resultatene fra de prøvetatte virksomhetene ble det tatt utgangspunkt i målte konsentrasjoner av tungmetaller i innløpsvannet fra fire kommunale renseanlegg i Norge i 1997. Resultatene ble også sammenlignet med verdiene funnet i kartleggingsprosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet."

De målte tungmetallnivåene er sammenlignet med tungmetallnivåer funnet i innløpsvannet ved fire kommunale/interkommunale renseanlegg i 1997. De fire renseanleggene er Sentralrenseanlegget RA-2 (RA-2), Bekkelaget renseanlegg, Sentralrenseanlegg Nord-Jæren (IVAR) og Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS). /1, 2, 4, 10/

Tabell 1 viser variasjonen og medianverdiene for tungmetallkonsentrasjonen i innløpsvannet fra de fire renseanleggene. I tabellen er også erfaringstall fra registreringer av tungmetallnivåer ved 13 kommunale renseanlegg i 1992/93 presentert /8/. I rapporten "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble tungmetallverdiene fra 1992/93 benyttet som sammenligningsgrunnlag /6/.

De fire renseanleggene RA-2, Bekkelaget renseanlegg, IVAR og VEAS er alle store kommunale/interkommunale renseanlegg som mottar avløpsvann fra både husholdninger og industri. Erfaringstallene fra 1992/93 er registreringer fra 13 kommunale renseanlegg. Disse renseanleggene er en blanding av store kommunale/interkommunale renseanlegg som VEAS og Bekkelaget renseanlegg og mindre renseanlegg som Hvarnes, Ål og Andslimoen som ikke har eller har lite industri tilknyttet.

Tabell 1 Tungmetaller i innløpsvann ved kommunale renseanlegg i Norge.

Parameter	Innløpsverdier (µg/l)			
	Fra 1997 ¹		Fra 1993 ²	
	Variasjon	Median	Variasjon	Median
Hg	0.09 – 0.79	0.28	0.11 – 0.72	0.25
Ni	5.9 – 24	9.2	2.1 – 22.5	11.8
Cu	17.3 – 234	63.6	28 – 399	79
Zn	82 – 492	100	20 – 195	84
Cd	0.29 – 0.7	0.36	0.29 – 0.76	0.51
Pb	5.3 – 6.5	6.5	0.75 – 6.44	1.77
Cr	6.5 – 7.1	7.0	2.7 – 9.2	7.3

1: 4 renseanlegg /1,2,4,10/

2: 13 renseanlegg /8/

Resultatene i Tabell 1 viser at konsentrasjonen av tungmetaller i innløpsvannet varierer i de to undersøkelsene. Størst forskjell er det i konsentrasjonen av bly hvor medianverdiene er henholdsvis 1.77 µg/l og 6.5 µg/l for 1993 og 1997. Siden dette prosjektet ser på bidrag av

tungmetaller fra småindustri ble det vurdert som mest hensiktsmessig å sammenligne resultatene med innløpsvann fra renseanlegg som mottar en betydelig mengde avløpsvann fra industri. Verdiene som er presentert i tabellen er basert på resultater fra kun fire renseanlegg og det er derfor ikke gitt at de er representative for alle kommunale renseanlegg i Norge som mottar avløpsvann fra både husholdninger og industri.

Måleresultatene fra denne undersøkelsen sammenliknes med innløpsverdiene fra 1997 for hver parameter. Resultatet er angitt som lavt, høyt eller svært høyt når det ligger utenfor intervallet som angir variasjonen, mens verdier innenfor variasjonsintervallet er angitt som normalt. Resultatet er vurdert som svært høyt når verdien er 10 ganger høyere eller mer enn den øverste verdien i variasjonsintervallet.

Dessuten er resultatene fra dette prosjektet sammenliknet med verdiene funnet i SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri/annen næringsvirksomhet." /6/.

3 MÅLEPROGRAM OG PRØVETAKING

3.1 Måleprogram

Måleprogrammet omfattet prøvetaking av totalt 105 avløpsvannprøver innen 13 virksomhetstyper. Prøvetakingen ble utført av fem kommuner og ett interkommunalt avløps-selskap.

Som vist i Tabell 2 er det analysert fra 1 til 43 prøver av avløpsvann innen hver virksomhetstype. De deltakende instansene valgte ut hvilke virksomheter som skulle prøvetas og utførte prøvetakingen innen sine respektive områder.

Tabell 2 Måleprogram for prøvetaking av avløpsvann

Virksomhetstype	Kommune/interkommunalt selskap som gjennomførte prøvetakingen						Totalt antall prøver	Totalt antall virksomheter
	RA-2	Gjøvik	Sandefjord	Drammen	Oslo	Bergen		
Bensinstasjoner med vaskehall	19	2	15	3	4		43	13
Vaskehaller for tunge kjøretøy	5	1					6	2
Teknisk vaskehall	6						6	1
Bilverksteder	5		2		2	4	13	6
Metall- og maskinvareindustri	4	3	1	3			11	6
Vaskeri	5	1	1				7	3
Grafiske bedrifter	3			3			6	2
Maling- og lakkfabrikker						4	4	1
Lakkeringsbedrifter	3	1					4	2
Kjemisk industri				2			2	1
Laboratorier			1				1	1
Sykehus		1					1	1
Høyskole		1					1	1

3.2 Prøvetaking

Prøvene ble tatt både med automatiske prøvetakere og ved manuell prøvetaking. Skriftlig prosedyre for vasking av flasker og beholdere, prøvetaking, prøveoppbevaring, forsendelse etc. ble sendt de deltagende instansene før prøvetakingen startet.

Vask av flasker og beholdere

Skriftlig prosedyre for vasking av prøvetakingsbeholdere ble sendt de deltagende instansene før prøvetakingen startet. Analyselaboratoriet sendte ut ferdig vaskede prøveflasker. Flaskene for kvikksølvanalyse ble tilsatt konserveringsmiddel.

Uttak av prøver

Prosedyren for prøvetaking, prøveoppbevaring, forsendelse etc. som ble oversendt de deltagende instanser, inneholdt en prøvetakingsstrategi med fem prioriterte alternativer som følger:

1. Mengdeproporsjonal prøvetaking
2. Tidsproporsjonal prøvetaking med flere beholdere
3. Tidsproporsjonal prøvetaking med én beholder
4. Blandprøve av mange stikkprøver
5. Én stikkprøve

På grunn av små vannmengder, ujevn vannføring og små dimensjoner på avløpsrørene har det kun vært mulig å benytte automatiske vannprøvetaker ved et fåtall av prøvetakingene.

Det ble tatt stikkprøver før og etter oljeutskiller/sandfang for å vurdere utskillings effektiviteten.

Vannmengdemålinger

Prøvetakingsinstansene ble bedt om å måle avløpsvannmengden for de bedriftene som ble prøvetatt. Av praktiske årsaker var dette ved mange bedrifter ikke mulig på grunn av liten og ujevn vannføring. Det var på mange steder heller ikke mulig å montere vannmåler på grunn av små rørdimensjoner.

Som et alternativ til måling av avløpsvannmengden ble vannforbruket avlest for de bedriftene som hadde installert vannmåler.

Prøvehåndtering

Prøvene ble lagret ved 4°C før de ble oversendt NIVA for analysering.

4 RESULTATER

4.1 Avløpsvannmengder

De gjennomsnittlige vannmengdene er basert på målte avløpsvannmengder eller målt vannforbruk. Det var stor variasjon i avløpsvannmengden for virksomheter innenfor samme bransje.

I Tabell 3 er de gjennomsnittlige avløpsvannmengdene (GK) for de prioriterte bransjene, bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall og metall-/maskinvareindustri, presentert sammen med median, standardavvik (SD) og relativt standardavvik (RSD). Det var ikke praktisk mulig å måle avløpsvannmengden for alle de prøvetatte bedriftene. De gjennomsnittlige vannmengdene presentert i tabellen er derfor enten basert på målte avløpsvannmengder eller målt vannforbruk. For de bransjene hvor det er prøvetatt færre enn tre bedrifter er ikke median, standardavvik og relativt standardavvik angitt i tabellen.

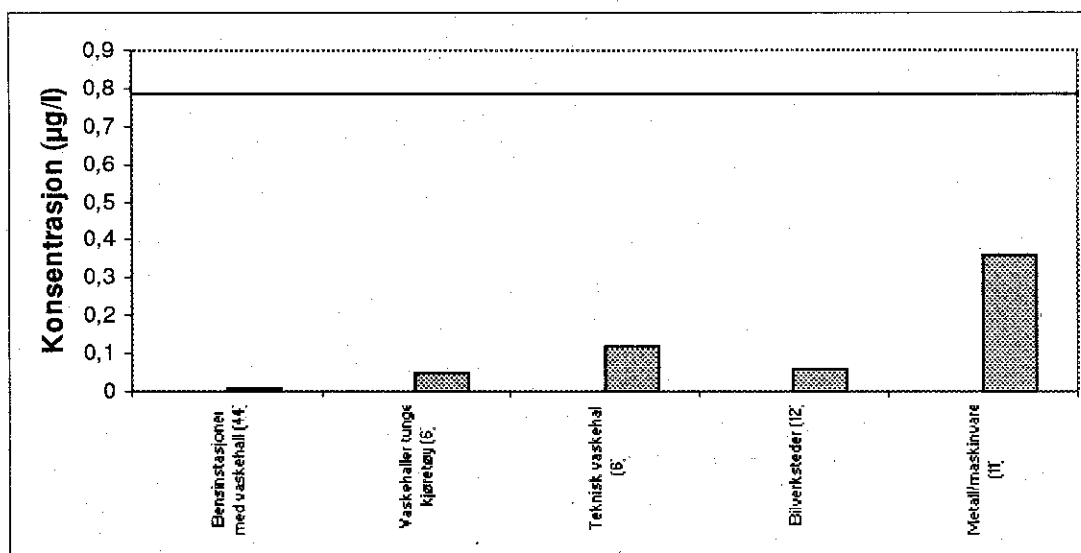
Tabell 3 Gjennomsnittlige vannmengder for de prioriterte bransjene.

Bransje	Type vannmålinger		Vannmengder (m ³ /år)		Usikkerhet	
	Avløpsvann	Vannforbruk	GK	Median	SD	RSD
Bensinstasjon med vaskehall	2	8	2 805	2 373	1 804	64
Vaskehall for tunge kjøretøy	0	2	3 568	-	-	-
Teknisk vaskehall	1	0	949	-	-	-
Bilverksteder	0	6	2 861	1 030	4 717	165
Metall-/maskinvareindustri	2	3	27 482	10 950	44 748	163

4.2 Målte nivåer for hvert av tungmetallene

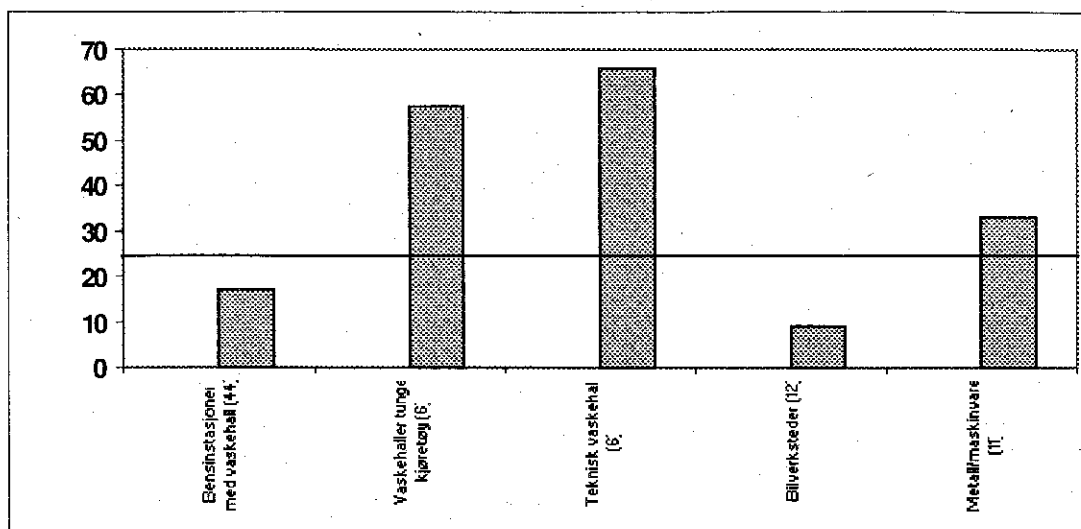
Nivåene er angitt som gjennomsnittsverdier funnet i avløpsvannet innenfor den enkelte virksomhetstype.

I figurene nedenfor er tungmetallnivåene kun angitt for de prioriterte virksomhetstypene bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall/maskinvare industri. Resultatene for de andre virksomhetstypene er presentert i Appendiks A. Nivåene er angitt som gjennomsnittsverdier for det antall virksomheter som er prøvetatt. Resultatene er sammenliknet med verdier funnet i innløpsvannet til fire renseanlegg i Norge i 1997 /1,2,4,10/. I figurene er høyeste verdi i variasjonsintervallet for hvert tungmetall angitt som en horisontal strek. Antall prøver som er prøvetatt innenfor hver virksomhetstype er angitt i parentes bak hvert bransjenavn i figuren.



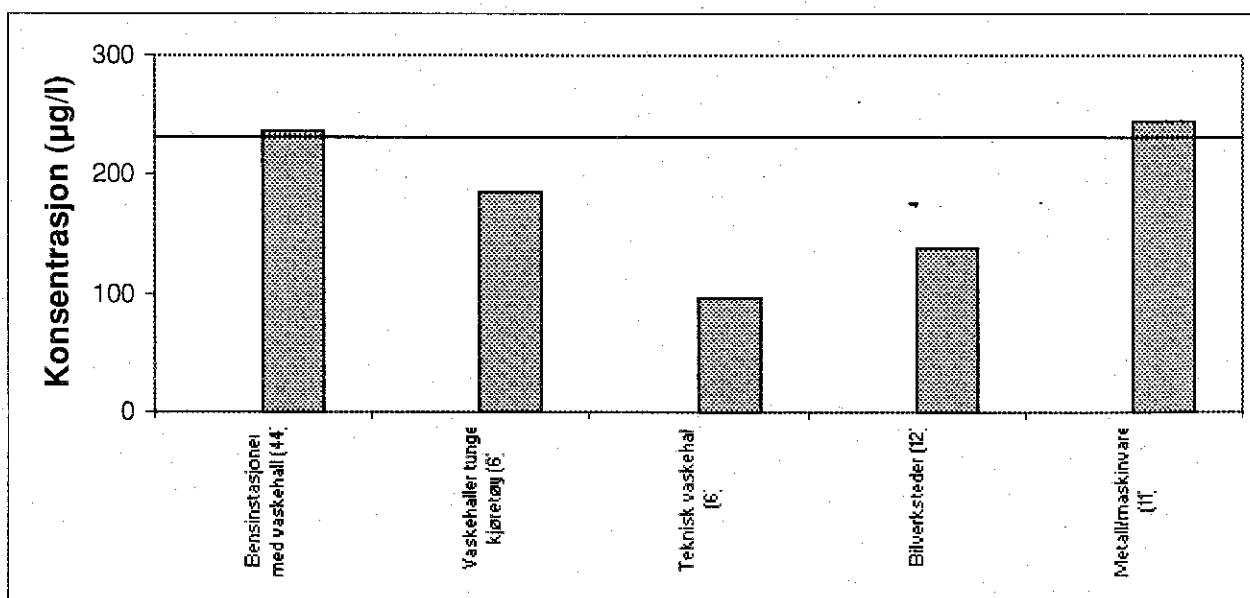
Figur 1 Målte konsentrasjoner av kvikksølv [µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Alle bransjene hadde kvikksølvkonsentrasjoner som er normale i kommunalt avløpsvann. I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble det funnet forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv i avløpsvann fra laboratorier /6/. I dette prosjektet var nivået av kvikksølv i avløpsvann fra laboratorier innenfor variasjonsintervallet for innløpsvann til renseanlegg i Norge, se Appendiks A. Imidlertid må det bemerkes at kun ett laboratorium ble prøvetatt i denne undersøkelsen, og det gir derfor ikke et representativt bilde av konsentrasjonen av tungmetaller i avløpsvann fra denne bransjen.



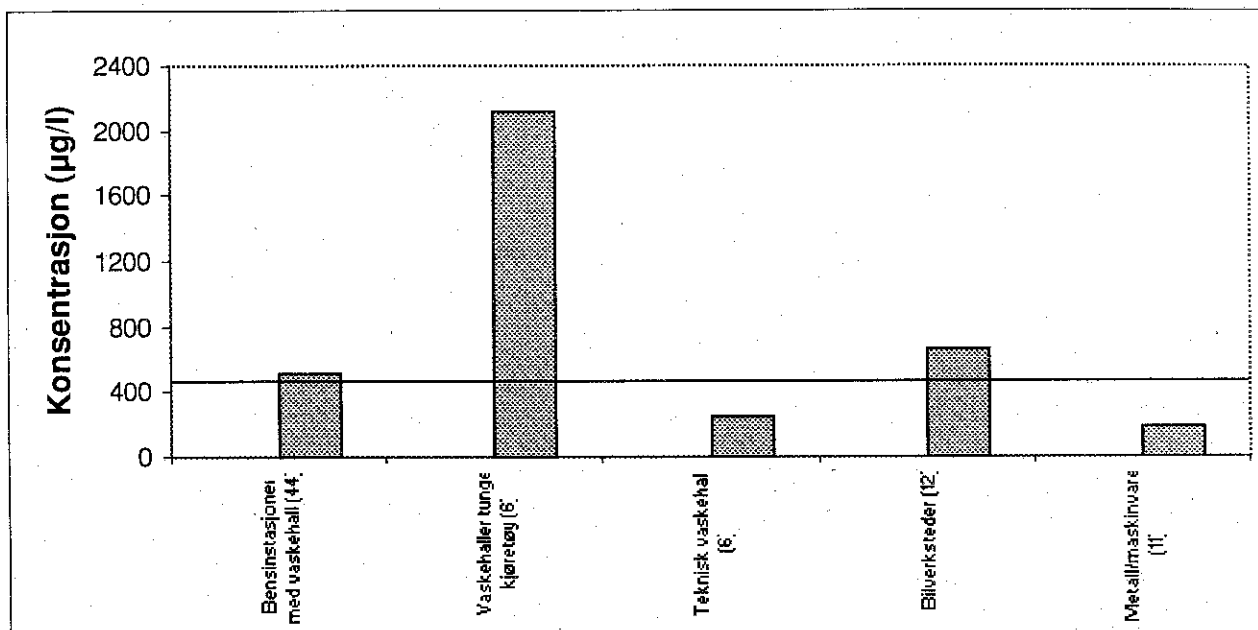
Figur 2 Målte konsentrasjoner av nikkel [µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Figuren viser at vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall og metall/maskinvareindustri hadde høy konsentrasjon av nikkel i avløpsvannet sammenlignet med innløpsvann til kommunale rensesanlegg. Resultatene presentert i Appendiks A viser også at lakkeringsbedrifter hadde høy verdi av nikkel i avløpsvannet. I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet."/6/ ble det funnet forhøyede verdier av nikkel i avløpsvann fra grafiske bedrifter, mens det i denne undersøkelsen ble funnet verdier som var ca ti ganger lavere, se Appendiks A. I SFT-prosjektet /6/ som ble utført 1996/97 ble tre grafiske bedrifter prøvetatt, mens i dette prosjektet ble to grafiske bedrifter undersøkt. Disse resultatene understreker at det er knyttet stor usikkerhet til resultatene på grunn av et begrenset antall prøvetatte bedrifter.



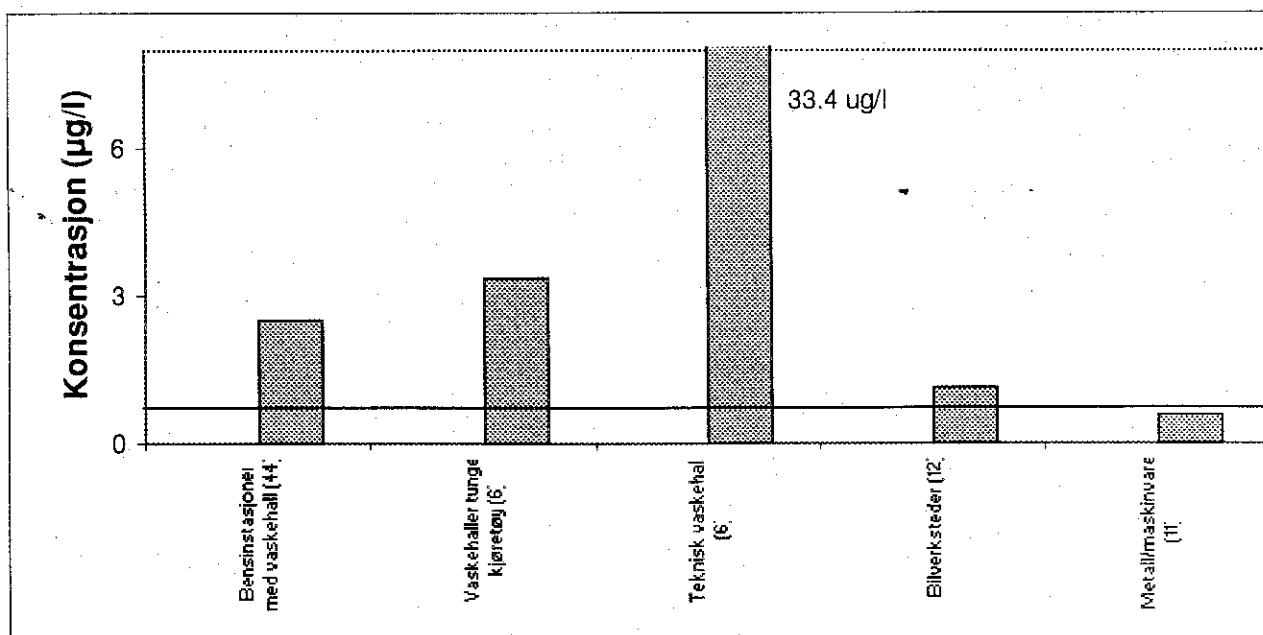
Figur 3 Målte konsentrasjoner av kopper [µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Bensinstasjoner med vaskehaller og metall/maskinvareindustri hadde konsentrasjon av kopper like over verdier funnet i innløpsvann til renseanlegg, se Tabell 1. I SFT-prosjektet som ble utført i 1996/97 ble det funnet høye verdier av kopper i avløpsvann fra apotek /6/. Apoteker ble ikke prøvetatt i denne undersøkelsen.



Figur 4 Målte konsentrasjoner av sink [µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Vaskehaller for tunge kjøretøy hadde svært høyt nivå av sink i avløpsvannet. Bensinstasjoner med vaskehall og bilverksteder hadde høye verdier av sink i avløpsvannet sammenliknet med nivået funnet i innløpsvann til kommunale renseanlegg.

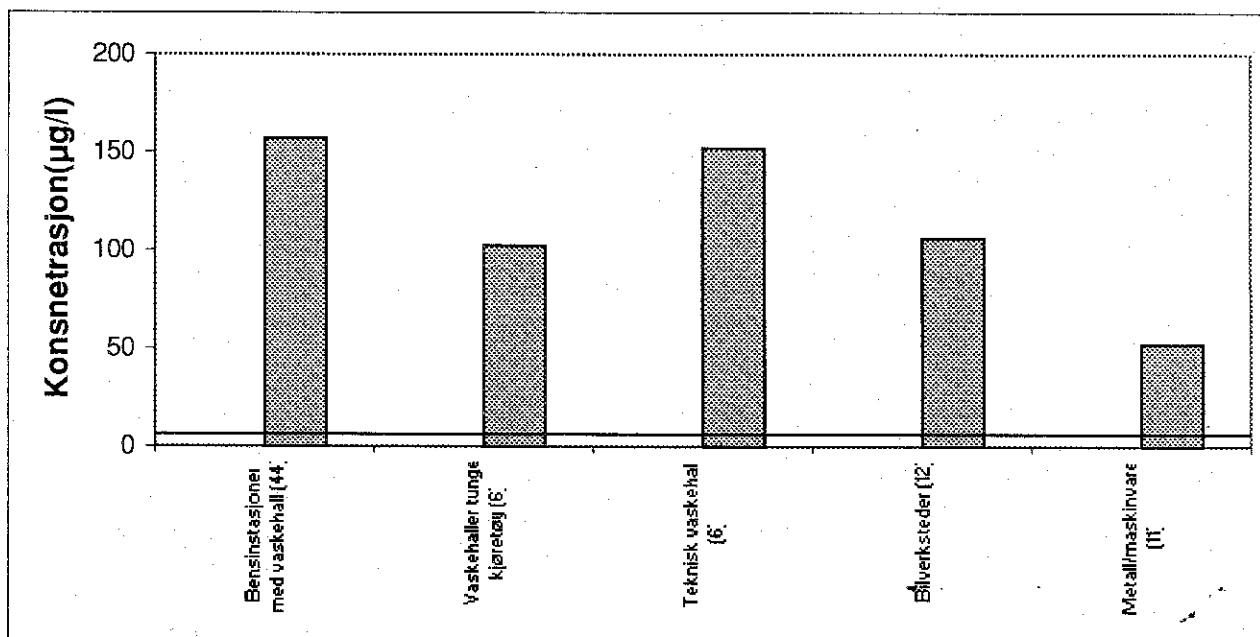


Figur 5 Målte konsentrasjoner av kadmium [µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble det funnet høyest verdi av sink i avløpsvannet fra bilverksteder og bensinstasjoner, men metall/maskinvareindustri, laboratorier og grafiske bedrifter hadde også høye verdier av sink sammenliknet med innløp til norske renseanlegg /6/.

Det ble målt svært høye konsentrasjoner av kadmium i avløpsvann fra teknisk vaskehall, mens det ble funnet høye konsentrasjoner av kadmium i avløpsvann fra bensinstasjoner med vaskehall, vaskehall for tunge kjøretøy og bilverksted. Som vist i Appendiks A ble det også funnet høye konsentrasjoner av kadmium i avløpsvannet fra grafiske bedrifter og maling- og lakkfabrikker.

I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble det funnet høyest kadmiumnivå i avløpsvann fra laboratorier, 8 $\mu\text{g/l}$, fulgt av bensinstasjoner med underkant av 6 $\mu\text{g/l}$ /6/. I dette prosjektet var imidlertid kadmiumkonsentrasjonen i avløpsvannet fra det prøvetatte laboratoriet kun 0.09 $\mu\text{g/l}$, eller nesten 100 ganger lavere, mens nivået av kadmium i avløpsvannet fra bensinstasjoner var 2.5 $\mu\text{g/l}$, med andre ord i overkant av to ganger lavere enn verdiene funnet i SFT-prosjektet utført i 1996/97 /6/.

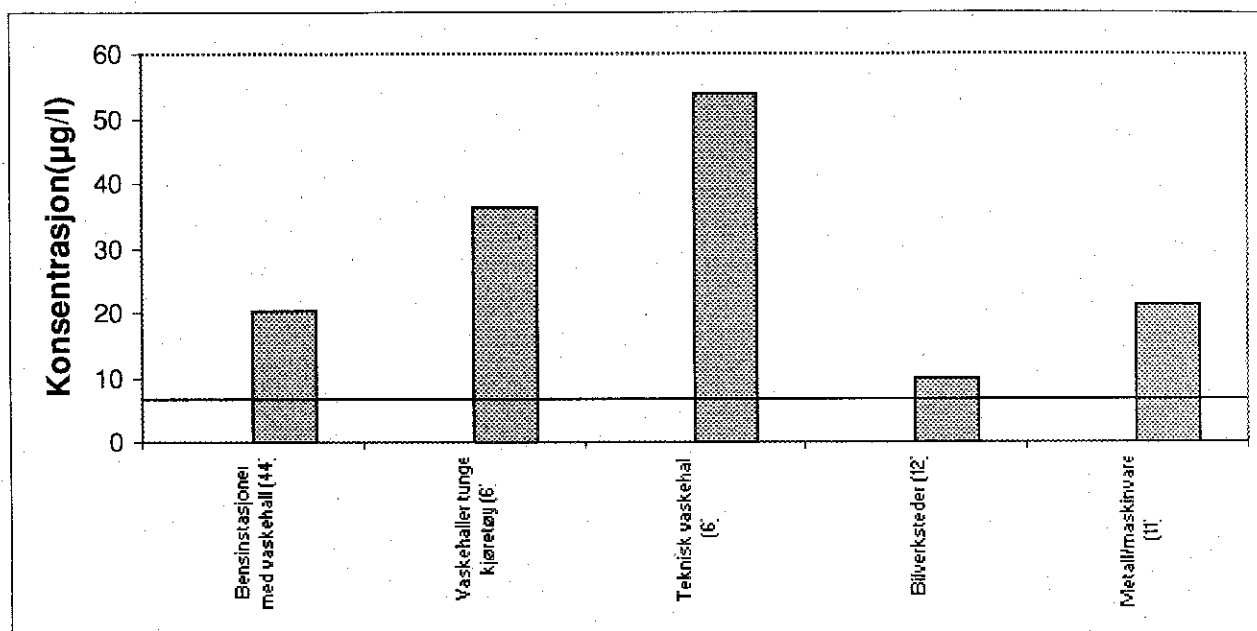


Figur 6 Målte konsentrasjoner av bly [$\mu\text{g/l}$] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Figur 6 viser at det ble målt svært høye konsentrasjoner av bly i avløpsvann fra bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder, mens det ble målt høye konsentrasjoner i avløpsvann fra metall/maskinvareindustri. Det ble også målt svært høy verdi av bly i avløpsvannet fra maling- og lakkfabrikker og høye verdier i avløpsvann fra vaskeri og lakkeringsbedrifter, se Appendiks A. Alle verdiene er sammenliknet med normalverdier inn til norske avløpsreaneanlegg.

I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble det funnet svært høy konsentrasjon av bly i avløpsvann fra bilverksteder, 105 $\mu\text{g/l}$ /6/. Nivået av bly i avløpsvann fra bilverksteder er funnet å være det samme i dette prosjektet, 106 $\mu\text{g/l}$. Det ble funnet høye konsentrasjoner av bly i avløpsvann fra

bensinstasjoner, metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter, laboratorier og grafiske bedrifter i SFT-prosjektet utført i 1996/97 /6/. I dette prosjektet ble det funnet lave verdier av bly i avløpsvann fra laboratorier og grafiske bedrifter, mens verdiene av bly i avløpsvann fra bensinstasjoner og metall- og maskinvareindustri er ca en faktor to høyere enn verdiene funnet i undersøkelsen utført i 1996/97.



Figur 7 Målte konsentrasjoner av krom[µg/l] i avløpsvann fra ulike virksomhetstyper.

Figur 7 viser at det ble målt høye konsentrasjoner av krom i avløpsvann fra bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksted og metall- og maskinvareindustri, sammenliknet med normalverdier inn til kommunale renseanlegg. Som vist i Appendiks A ble det også målt høye verdier av krom i avløpsvannet fra vaskerier, maling- og lakkfabrikker og lakkeringsbedrifter.

I SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." ble det funnet høye konsentrasjoner av krom i avløpsvann fra metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter, laboratorier, bilverksteder, bensinstasjoner og apotek /6/ sammenliknet med normalverdier for innløpsvann til renseanlegg. Laboratorier og apotek hadde de høyeste verdiene med ca 14 µg/l, fulgt av bensinstasjoner og bilverksteder med 11-12 µg/l.

4.3 Nivået av tungmetaller i de ulike bransjene

Nivået av tungmetaller i avløpsvann fra bensinstasjoner med vaskehaller, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehaller, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter er presentert i dette kapittelet.

Resultatene fra de prioriterte bransjene vil bli presentert i dette kapittelet, dvs. bensinstasjoner med vaskehaller, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehaller, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter.

4.3.1 Bensinstasjoner med vaskehaller

Tretten bensinstasjoner med vaskehaller ble prøvetatt og totalt 43 avløpsvannprøver ble analysert. Forhøyede verdier av kobber, sink, kadmium, bly og krom ble påvist sett i forhold til innløpsvann til norske renseanlegg.

Tretten forskjellige bensinstasjoner med vaskehaller ble prøvetatt. Totalt ble det analysert 43 prøver fra bensinstasjoner med vaskehaller. Ti av prøvene ble tatt før oljeutskiller/sandfang, men disse prøvene ble holdt adskilt fra prøvene tatt etter oljeutskiller/sandfang i det videre arbeidet. Alle prøvene var stikkprøver.

Tabell 4 viser gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimum- og maksimumsverdi og standardavvik (SD) for tungmetaller i 33 avløpsvannprøver tatt etter oljeutskiller/sandfang. Gjennomsnittskonsentrasjonen er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/ og gjennomsnittsverdier for bransjen funnet i SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." /6/.

Tabell 4 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra bensinstasjoner.

Parameter	Konsentrasjon (µg/l)					SFT-prosjekt 97:27 /6/	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
	GK	M	Min	Max	SD		
Hg	0.008	< 0.01	< 0.01	0.06	0.02	< 0.05	Lavt
Ni	17.1	9.0	4.0	143	25.4	17.4	Normalt
Cu	236	116	35.0	2 560	442	188	Høyt
Zn	512	339	72.0	2 660	570	882	Høyt
Cd	2.5	0.9	0.1	34.8	6.1	4.2	Høyt
Pb	157	32.8	7.8	2 430	438	66.7	Svært høyt
Cr	20.2	8.0	2.0	237	41.9	10.8	Høyt

Resultatene viser forhøyede verdier av kopper, sink, kadmium, bly og krom i forhold til verdier funnet i innløpsvann til kommunale renseanlegg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly er mest forhøyet, nærmere 25 ganger høyere enn høyeste verdi i normalintervallet.

Sammenliknet med SFT-prosjektet 97:27 ligger resultatene omtrent på samme nivå, men konsentrasjonen av bly og krom i avløpsvannet er funnet betydelig høyere i dette prosjektet.

4.3.1.1 Oljeutskillere

For å vurdere effektiviteten av oljeutskillere ble det tatt prøver før og etter oljeutskilleren. Av seks undersøkte bensinstasjoner hadde kun én bensinstasjon oljeutskiller som fungerte tilfredsstillende.

Oljeutskillere/sandfang skal primært fjerne olje i avløpsvannet. Konsentrasjonen av tungmetaller i avløpsvannet før og etter oljeutskiller/sandfang kan gi en indikasjon på hvor godt de fungerer. Tungmetallene er hovedsakelig bundet til partikler. Fjernes ikke partikler i oljeutskilleren/sandfanget er det heller ikke sannsynlig at oljen i avløpsvannet blir fjernet til et akseptabelt nivå. For å vurdere effektiviteten av oljeutskiller/sandfang ble det tatt prøver før og etter oljeutskilleren. Prøvene ble analysert på tungmetaller.

Det ble tatt prøver av oljeutskillere/sandfang fra 6 forskjellige bensinstasjoner. I Tabell 5 er rensegraden for de undersøkte oljeutskillerne presentert. Prøvene er tatt av bensinstasjoner lokalisert i tre forskjellige kommuner og tilhørende fem forskjellige oljeselskap.

Tabell 5 Rensegrad for oljeutskillere

	Bensin- stasjon A	Bensin- stasjon B	Bensin- stasjon C	Bensin- stasjon D	Bensin- stasjon E	Bensin- stasjon F
Rensegrad (%)	17	0	17	0	3	92

For bensinstasjon B og D, som hadde en rensegrad på null prosent, var konsentrasjon av tungmetaller etter oljeutskilleren høyere enn konsentrasjonen av tungmetaller før oljeutskilleren. Bensinstasjon D og F er lokalisert i samme kommune og tilhører det samme oljeselskapet.

4.3.2 Vaskehaller for tunge kjøretøy

To vaskehaller for tunge kjøretøy ble prøvetatt og totalt seks avløpsvannprøver ble analysert. Det ble funnet forhøyede verdier av nikkel, sink, kadmium, bly og krom sett i forhold til innløpsvann til norske renseanlegg.

Det er tatt prøver av avløpsvann fra to vaskehaller for tunge kjøretøy. Totalt ble seks prøver av avløpsvann fra vaskehaller for tunge kjøretøy prøvetatt. Det ble tatt fem stikkprøver av én vaskehall og én døgnblandprøve av én vaskehall.

Tabell 6 viser gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimum- og maksimumsverdi og standardavvik (SD) for tungmetaller i seks avløpsvannprøver. Gjennomsnittskonsentrasjonen er sammenliknet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Tabell 6 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra vaskehaller for tunge kjøretøy.

Parameter	Konsentrasjon (µg/l)					Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
	GK	M	Min	Max	SD	
Hg	0.05	0.07	< 0.01	0.08	0.04	Lavt
Ni	57.3	54.5	6.0	111	37.1	Høyt
Cu	185	183	38.0	364	136	Normalt
Zn	2 113	2 355	123	4 100	1 559	Høyt
Cd	3.4	2.6	0.2	8.7	3.4	Høyt
Pb	102	88.6	21.1	235	81.7	Svært høyt
Cr	36.3	34.0	4.0	74.0	24.0	Høyt

Resultatene viser forhøyede verdier av nikkel, sink, kadmium, bly og krom i forhold til verdier funnet i innløpsvannet til kommunale renseanlegg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly er mest forhøyet, 15 ganger høyere enn høyeste verdi i normalintervallet.

I Tabell 7 er prøvene fra vaskehaller for tunge kjøretøy inndelt etter prøvetype:

- Døgnblandprøve (én prøve fra én bedrift)
- Én stikkprøve (fem stikkprøver fra én bedrift)

Resultatene for stikkprøvene er presentert som gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimums- og maksimumsverdier. Det ble tatt kun én døgnblandprøve og resultatet av denne prøven er presentert i tabellen.

Tabell 7 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra vaskehaller for tunge kjøretøy, inndelt etter prøvetype.

Parameter	En stikkprøve (µg/l)				Døgnblandprøve (µg/l)
	GK	M	Min	Max	En prøve
Hg	0.06	0.07	< 0.01	0.08	<0.01
Ni	67.6	68.0	37.0	111	6.0
Cu	213	238	38.0	364	45.0
Zn	2 511	3 040	634	4 100	123
Cd	4.0	4.2	0.5	8.7	0.2
Pb	117	104	21.1	235	25.0
Cr	42.8	40.0	23.0	74	4.0

4.3.3 Teknisk vaskehall

En teknisk vaskehall ble prøvetatt og totalt seks avløpsvannprøver ble analysert. Det ble tatt prøver både før og etter on-site behandling av avløpsvannet. Forhøyede verdier av nikkel, sink, kadmium, bly og krom ble påvist i avløpsvannet etter behandling. Fra 92 til 99 % av tungmetallene i avløpsvannet ble fjernet gjennom on-site behandling av avløpsvannet.

Det er tatt prøver av avløpsvann fra én teknisk vaskehall. Den tekniske vaskehallen rengjør motorer, fly og andre tunge kjøretøy. Før avløpsvannet blir sluppet ut til det kommunale nettet blir det behandlet i en vakuuminndamper. Kondensatet blir sluppet ut på det kommunale nettet, mens konsentratet blir levert til godkjent mottaker av spesialavfall. Det ble tatt to prøver av avløpsvannet før behandling og fire prøver etter behandling. Alle prøvene er døgnblandprøver.

Tabell 8 viser gjennomsnittskonsentrasjon (GK), minimum- og maksimumsverdi i avløpsvannet før og etter behandling. I tillegg er median (M) og standardavvik (SD) for prøvene etter behandling presentert. Gjennomsnittskonsentrasjonen er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Tabell 8 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra teknisk vaskehall før og etter rensing.

Parameter	Før behandling (µg/l)			Etter behandling (µg/l)					Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/	
	GK	Min	Max	GK	M	Min	Max	SD	Før	Etter
Hg	1.5	0.25	2.75	0.12	0.11	< 0.01	0.26	0.12	Høyt	Normalt
Ni	3 733	965	6 500	65.8	60.0	3.0	140	72.5	Svært høyt	Høyt
Cu	7 045	1 890	12 200	96.5	25.5	7.0	328	155	Svært høyt	Normalt
Zn	20 530	3 860	37 200	248	54.5	25.0	857	407	Svært høyt	Normalt
Cd	14 810	919	28 700	33.4	6.4	1.8	119	57.2	Svært høyt	Svært høyt
Pb	20 000	3 000	37 000	152	19.0	8.0	561	273	Svært høyt	Svært høyt
Cr	2 933	966	4 900	53.8	15.5	3.0	181	85.6	Svært høyt	Høyt

Nivået av tungmetallene i avløpsvannet før behandling er svært høyt sammenliknet med innløpsvann til kommunale renseanlegg. Selv etter behandling er gjennomsnittskonsentrasjonen for flere av tungmetallene forhøyet. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kadmium og bly er mest forhøyet, henholdsvis 40 og 20 ganger høyere enn høyeste verdi i normalintervallet.

Vakuuminndamperen fjerner mellom 92 og 99 % av tungmetallene i avløpsvannet. Men som vist i Tabell 8 er konsentrasjonen av de fleste tungmetallene i det behandlede avløpsvannet fremdeles høyere enn verdier funnet i innløpsvannet til kommunale renseanlegg.

4.3.4 Bilverksteder

Seks bilverksteder ble prøvetatt og totalt 13 prøver av avløpsvannet ble analysert. Det ble påvist forhøyede verdier av sink, kadmium, bly og krom sammenlignet med normalverdier for innløpsvann til norske renseanlegg.

Seks forskjellige bilverksteder ble prøvetatt. Totalt ble det analysert 13 prøver fra bilverksteder. Alle prøvene var stikkprøver.

Tabell 9 viser gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimum- og maksimumsverdi og standardavvik (SD) for tungmetaller i 13 avløpsvannprøver. Gjennomsnittskonsentrasjonen er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/ og gjennomsnittsverdier for bransjen funnet i SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." /6/.

Tabell 9 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra bilverksteder.

Parameter	Konsentrasjon (µg/l)					SFT-prosjekt 97:27 /6/	Normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
	GK	M	Min	Max	SD		
Hg	0.06	0.05	< 0.01	0.24	0.07	< 0.05	Lavt
Ni	9.2	4.0	2.0	38.0	11.7	7.0	Normalt
Cu	138	18.0	10.0	769	266	67	Normalt
Zn	656	202	41.0	4 460	1 288	270	Høyt
Cd	1.1	0.2	0.1	7.8	2.2	2.7	Høyt
Pb	107	15.0	3.0	987	270	20	Svært høyt
Cr	9.8	5.0	2.0	43.0	12.7	6.0	Høyt

Resultatene viser forhøyede verdier av sink, kadmium, bly og krom i forhold til verdier funnet i innløpsvann til kommunale renseanlegg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly er mest forhøyet, nærmere 17 ganger høyere enn høyeste verdi i normalintervallet.

Sammenliknet med SFT-prosjektet 97:27 /6/ er spesielt konsentrasjonen av bly betydelig (fem ganger) høyere i denne undersøkelsen.

4.3.5 Metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter

Seks bedrifter innen metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter ble prøvetatt og totalt elleve avløpsvannprøver ble analysert. Forhøyede verdier av nikkel, kopper, bly og krom ble påvist sammenliknet med innløpsvann til kommunale renseanlegg.

Seks forskjellige bedrifter innenfor metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter ble prøvetatt. Totalt ble det analysert elleve prøver fra disse bedriftene. Én av prøvene var ukesblandprøve, ni døgnblandprøver og én blandprøve av flere stikkprøver.

Tabell 10 viser gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimum- og maksimumsverdi og standardavvik (SD) av tungmetaller i elleve avløpsvannprøver. Gjennomsnittskonsentrasjonen er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/ og gjennomsnittsverdier for bransjen funnet i SFT-prosjektet "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." /6/.

Tabell 10 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra metall/maskinvare industri.

Parameter	Konsentrasjon (µg/l)					SFT-prosjekt 97:27 /6/	Normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
	GK	M	Min	Max	SD		
Hg	0.36	0.13	< 0.01	2.29	0.7	0.11	Normalt
Ni	33.1	11.0	1.0	167	50.2	8.6	Høyt
Cu	245	178	12.0	685	240	188	Høyt
Zn	190	122	48.0	384	142	483	Normalt
Cd	0.6	0.3	< 0.05	1.6	0.5	1.4	Normalt
Pb	52.5	33.1	31.0	197	69.3	44	Høyt
Cr	21.1	6.0	1.0	94.0	31.9	12.6	Høyt

Resultatene viser forhøyede verdier av kopper, nikkel, bly og krom i forhold til verdier funnet i innløpsvann til kommunale renseanlegg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly er mest forhøyet, ca. åtte ganger høyere enn høyeste verdi i normalintervallet.

I Tabell 11 er prøvene fra vaskehaller for tunge kjøretøy inndelt etter prøvetype:

- Ukesblandprøve (én prøve)
- Døgnblandprøver (ni prøver)
- Blandprøve av flere stikkprøver (én prøve)

Resultatene for døgnblandprøvene er presentert som gjennomsnittskonsentrasjon (GK), median (M), minimums- og maksimumsverdier. Det ble prøvetatt kun én ukesblandprøve og én blandprøve av flere stikkprøver. Resultatet av disse prøvene er presentert som enkelt resultat i tabellen.

Tabell 11 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i avløpsvann fra metall- og maskinvare-industri/verkstedbedrifter, inndelt etter prøvetype.

Parameter	Døgnblandprøver (µg/l)				Ukesblandprøve (µg/l)	Blandprøve av flere stikkprøver (µg/l)
	GK	M	Min	Max	Én prøve	Én prøve
Hg	0.44	0.17	0.03	2.29	< 0.01	< 0.01
Ni	21.1	11.0	1.0	68.0	167	7.0
Cu	227	178	12.0	685	633	12.0
Zn	216	166	48.0	384	48.0	97.0
Cd	0.7	0.6	0.07	1.63	< 0.05	0.3
Pb	42.0	33.1	4.0	182	197	3.1
Cr	24.9	8.0	1.0	94.0	6.0	2.0

4.4 Oppsummering av målte nivåer

Det ble funnet høye verdier av tungmetaller i avløpsvannet fra alle de prioriterte virksomhetstypene; bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri, sammenliknet med innløpsvann til norske renseanlegg for kommunalt avløp. Svært høye verdier av bly ble funnet i avløpsvannet fra alle de prioriterte bransjene med unntak av metall- og maskinvareindustrien som hadde høy verdi av bly sammenliknet med verdier funnet i innløpsvannet til norske renseanlegg. I tillegg hadde teknisk vaskehall også svært høye verdier av kadmium. Alle bransjene hadde normale nivåer av kvikksølv i avløpsvannet.

Det ble funnet høye verdier av tungmetaller i avløpsvannet fra alle de prioriterte virksomhetstypene, bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri. Alle verdiene er sammenliknet med normalverdier inn til norske kommunale renseanlegg for kommunalt avløp.

Bensinstasjoner med vaskehall hadde svært høy verdi av bly og høye verdier av kobber, sink, kadmium og krom. Vaskehaller for tunge kjøretøy hadde svært høy verdi av bly og høye verdier av nikkel, sink, kadmium og krom. Teknisk vaskehall hadde svært høye verdier av både kadmium og bly og høye verdier nikkel, og krom. Svært høye verdier av bly hadde også bilverksteder, i tillegg til høye verdier av sink, kadmium og krom. Høye verdier av nikkel, kobber, bly og krom ble funnet i avløpsvannet fra metall- og maskinvareindustri. Alle bransjene hadde normale nivåer av kvikksølv i avløpsvannet sammenliknet innløpsvann til avløpsrenseanlegg.

5 KARTLEGGING AV INNSATSKJEMIKALIER OG HÅNDTERING AV SPESIALAVFALL

5.1 Kartlegging av innsatskjemikalier

Produktregisteret, produsenter, importører, leverandører, og utvalgte bedrifter fra de ulike virksomhetstypene ble kontaktet for å kartlegge innholdet av tungmetaller i innsatskjemikalier i de prioriterte bransjene.

For å kartlegge innholdet av tungmetaller i innsatskjemikalier som brukes i de prioriterte bransjene ble følgende kilder kontaktet:

- Produktregisteret
- Produsenter, importører og leverandører
- Utvalgte bedrifter fra de ulike virksomhetstypene

5.1.1 Produktregisteret

Det ble utført et søk i Produktregisterets database for å identifisere produkter som inneholder de undersøkte tungmetallene.

Det ble utført søk i Produktregisterets database med bistand fra SFT. I Produktregisterets database er kun produkter som er klassifisert som helseskadelig registrert. Søket omfattet produkter som inneholder de undersøkte tungmetallene – kvikksølv, nikkel, kopper, sink, kadmium, bly og krom. Følgende opplysninger kom frem i søket:

- Produkttype
- Konsentrasjon av tungmetallforbindelser
- Årlig forbruk

Datasøket ga en generell informasjon om hvilke produkttyper som inneholder de ulike tungmetallforbindelsene. Det var imidlertid ikke mulig basert på informasjonen fra datasøket å beregne bidrag av hvert enkelt tungmetall forbindelse for de undersøkte bransjen.

5.1.2 Produsenter, importører og leverandører

Produsenter, importører og leverandører av produkter som benyttes i de prioriterte bransjene ble kontaktet for å identifisere hvilke produkter de selger til disse bransjene og om disse produktene inneholder tungmetaller.

Oljeselskapene ble kontaktet for å kartlegge kilder til tungmetaller i produkter som benyttes på bensinstasjoner. Undersøkelsen indikerte som forventet at produktene som benyttes på bensinstasjoner inneholder ubetydelige mengder av tungmetaller. Motoroljer, hydraulikkoljer og smøreoljer inneholder små mengder sink.

Bransjen metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter kjøper sine produkter fra mange produsenter/importører. Oljeselskapene er også for denne bransjen en betydelig leverandør. Hydraulikkoljer, smøreoljer, kjøleoljer, motoroljer, oljeemulsjoner etc. er produkter som kjøpes fra oljeselskapene, og som beskrevet ovenfor inneholder disse produktene ubetydelige mengder med sink.

Andre firmaer som leverer produkter til metall- og maskinvareindustrien/verkstedbedrifter ble også kontaktet for å innhente opplysninger om tungmetaller i produktene. Det var imidlertid lite informasjon å få. Enten ga de et umiddelbart svar på at deres produkter ikke inneholdt tungmetaller eller så hadde de ikke tid til å besvare henvendelsen.

5.1.3 Kontakt med utvalgte bedrifter

Utvalgte bedrifter innenfor metall- og maskinvareindustrien/verkstedbedrifter ble kontaktet for å identifisere hvilke produkter som ble benyttet i bedriften, sammensetning av produktene og navn på leverandør.

Utvalgte bedrifter, spesielt innenfor metall- og maskinvareindustrien/verkstedbedrifter, ble kontaktet for å få mer informasjon om typer produkter som ble benyttet, om de hadde opplysninger om sammensetningen av produktene og hvilke leverandører de benyttet. De aller fleste bedriftene oppga at de bare kjøper inn ulike typer oljer og at de kjøper disse produktene fra oljeselskapene.

Den begrensede informasjonen som var tilgjengelig viser at produkter som benyttes i metall- og maskinvareindustrien/verkstedbedrifter inneholder noe sink, kobber og krom.

5.2 Spesialavfall

Det ble utført et søk i NORSAS database. Hensikten var å kartlegge hvor mye tungmetaller hver av de prioriterte bransjene leverer som spesialavfall.

Det ble utført et søk i NORSAS database for å kartlegge hvor mye tungmetallholdig spesialavfall de undersøkte bransjene leverte i 1996 /3/.

Det ble søkt på spesialavfallsgruppene:

- Gr. 05 Maling, lim, lakk og trykkfarger
- Gr. 08 Avfall som inneholder kvikksølv og kadmium
- Gr. 09 Helse- eller miljøskadelige metaller eller metallforbindelser
- Gr. 15 Annen meget giftig, giftig eller miljøskadelig avfall

Næringsområdene ble valgt ut slik at de i størst mulig grad overlappet med de bransjene som ble prøvetatt i prosjektet. Følgende næringsområder inngikk i søket:

- Næringsområde 27, 28, 29 og 35: Jern og metall, maskinvare, verksteder
- Næringsområde 50: Bensinstasjoner, verksteder
- Næringsområde 93.01: Vaskeri- og renserivirksomhet

Tabell 12 gir en oversikt over innlevert mengde spesialavfall innenfor hvert næringsområde. Spesialavfallet er inndelt i spesialavfallsgruppene beskrevet ovenfor.

Tabell 12 Innlevert spesialavfall fra utvalgte bransjer.

Næringsområde	Spesialavfall levert i 1996 (kg)			
	Gr. 05	Gr. 08	Gr. 09	Gr. 15
27	17 717	589	191 449	44 434
28	145 087	1 687	165 073	9 526
29	68 765	183	4 845	36 771
35	164 410	435	8 310	66 228
50	29 214	64	145 370	4 363
93.01	23	-	-	3 838

”Standard for næringsgrupperinger” utgitt av Statistisk sentralbyrå blir benyttet når NORSAS registrerer innlevert spesialavfall på bransje. Denne inndelingen er ikke identisk med den inndelingen av bransjer som er blitt benyttet i dette prosjektet. Det er derfor ikke mulig å trekke ut fra søket i NORSAS database hvor mye f.eks. bensinstasjoner med vaskehaller leverer av de ulike typer spesialavfall. Dessuten er også spesialavfallsgruppene noe diffuse og det er derfor uvisst om hvor mye av avfallet innenfor enkelte av gruppene som inneholder tungmetaller.

5.3 Oppsummering

Kartleggingen indikerer at innholdet av tungmetaller i innsatskemikaliene som benyttes i de prioriterte virksomhetstypene er lav. Trolig er korrosjon av metaller, tungmetaller bundet til støv og partikler større kilder til tungmetaller i avløpsvannet.

Kartleggingen indikerer at innholdet av tungmetaller i innsatskemikaliene som benyttes i de prioriterte virksomhetstypene er lav. Trolig er korrosjon av metaller, tungmetaller bundet til støv og partikler større kilder til tungmetaller i avløpsvannet fra de undersøkte virksomhetstypene enn innsatskemikaliene som benyttes.

Et eksempel er avløpsvannet fra vaskehaller som inneholder høye verdier av tungmetaller. Kilden er ikke innsatskemikaliene, men tungmetaller som avgis fra vaskeobjektet, f.eks. bilen, som stammer fra partikler/støv og korrosjon av bildeler.

6 ESTIMERTE ÅRLIGE UTSLIPP AV TUNGMETALLER

6.1 Estimerte årlige utslipp av tungmetaller i avløpsvann fra enkeltbedrifter
Metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter slipper ut størst mengde av de kartlagte tungmetaller med unntak av kadmium. Teknisk vaskehall har høyest utslipp av kadmium.

Gjennomsnittlig årlig utslipp fra én bedrift fra de ulike bransjene er estimert. Resultatene er presentert i Tabell 13.

Tabell 13 Estimert gjennomsnittlig årlig utslipp av tungmetaller fra én bedrift.

Bransje	Estimert utslipp (g/år)						
	Hg	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr
Bensinstasjon med vaskehall	0.03	45	485	1 400	5	545	45
Vaskehall for tunge kjøretøy	0.05	73	300	2 400	4	165	47
Teknisk vaskehall	0.1	62	92	235	32	144	51
Bilverksted	0.3	35	575	2 750	5	512	37
Metall- og maskinvareindustri	3.6	450	10 800	4 600	14	2 000	310

Det må bemerkes at de estimerte verdiene er forbundet med stor usikkerhet og kun gir en indikasjon på nivået av det gjennomsnittlige utslippet av de ulike tungmetallene til kommunalt avløpsvann fra én bedrift innenfor hver bransje. Kun et fåtall virksomheter innenfor hver bransje er prøvetatt. For å kunne sikre et representativt utvalg måtte et langt større antall virksomheter være prøvetatt innenfor hver bransje, men dette lot seg ikke gjøre innenfor prosjektets rammer.

Utslippsberegningene er basert på målte konsentrasjoner av tungmetaller og oppgitte vannmengder fra de enkelte bedriftene. Antall prøvetatte bedrifter innenfor hver bransje er få og det er stor variasjon i de målte vannmengdene fra bedrifter innenfor den samme bransjen. Det er derfor knyttet usikkerhet til om de målte konsentrasjonene av tungmetaller og vannmengdene er representative for den enkelte bransje. Resultatene gir imidlertid en indikasjon på hvilke bransjer som har de største utslippene av tungmetaller i avløpsvann.

Resultatene viser at metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter slipper ut størst mengde av alle tungmetaller med unntak av kadmium. Teknisk vaskehall har høyest utslipp av kadmium.

Det var ekstrem stor variasjon i vannmengden for de prøvetatte bedriftene innenfor metall- og maskinvareindustri. Variasjonen i vannmengde var mellom 237 m³/år og 104 000 m³/år. Når én bedrift har en vannmengde som er ekstrem høy medfører det at gjennomsnittlig utslipp av tungmetaller blir høy for bransjen som helhet. Om dette gir et riktig bilde for bransjen er derimot usikkert og et større antall bedrifter må prøvetas før et sikrere anslag på årlig utslipp kan angis.

6.2 Estimerte årlige utslipp av tungmetaller fra bransjen som helhet

Metall- og maskinvareindustri og bilverksteder er de bransjene som har de høyeste totale utslippene av tungmetaller til kommunalt avløpsvann.

For de prioriterte bransjene, bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy, teknisk vaskehall, bilverksteder og metall- og maskinvareindustri, er årlig utslipp for hele bransjen estimert. Resultatene er presentert i Tabell 14. Antall bedrifter innenfor de enkelte bransjene er hentet fra SFT-rapporten "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet" /6/ og i SSBs statistikk /9/.

Tabell 14 Estimert årlig utslipp av tungmetaller i avløpsvann fra bransjen som helhet

Bransje	Antall bedrifter	Estimert utslipp (kg/år)						
		Hg	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr
Bensinstasjoner med vaskehall	1 000	0.03	45	485	1 400	5	545	45
Vaskehall for tunge kjøretøy	100	0.005	7.3	30	240	0.4	16.5	4.7
Teknisk vaskehall	10	0.001	0.6	0.9	2.4	0.3	1.4	0.5
Bilverksteder	3 517	1.1	120	2 000	9 700	18	1 800	130
Metall- og maskinvareindustri	4 920	18	2 200	50 000	23 000	70	9 800	1 500
Norske husholdninger /7/	- ¹	-	540	5 400	26 500	110	850	930

1) Basert på antall innbyggere i Norge pr 1.januar 1997, dvs 4392714

De estimerte resultatene i Tabell 14 tyder på at metall- og maskinvareindustri fulgt av bilverksteder har de høyeste utslippene av tungmetaller til kommunalt avløpsvann.

Det totale utslippet av sink og kadmium er høyere fra norske husholdninger enn fra metall- og maskinvareindustrien som har det høyeste utslippet av disse to tungmetallene av de undersøkte bransjene. For de andre tungmetallene har enkeltbransjer innen småindustri høyere utslipp enn de norske husholdningene.

Selv om teknisk vaskehall og vaskehaller for tunge kjøretøy hadde høye-konsentrasjoner av tungmetaller er det årlige utslippet av tungmetaller fra disse to bransjene relativt lavt. Dette skyldes beskjedne vannmengder sammenlignet med metall- og maskinvareindustri og at de to bransjene har få bedrifter totalt.

Når alle bransjene blir tatt i betraktning indikerer resultatene i Tabell 14 at småindustri bidrar med større mengder tungmetaller til kommunalt avløp enn norske husholdninger, muligens med unntak av kadmium.

Det er prøvetatt få bedrifter innenfor hver bransje sammenliknet med det totale antallet og det er stor variasjon i de målte vannmengdene fra bedrifter innenfor den samme bransjen. Det er derfor knyttet usikkerhet til om de målte konsentrasjonene av tungmetaller, vannmengdene og de prøvetatte bedriftene er representative for den enkelte bransje.

7 REDUKSJON AV UTSLIPP AV TUNGMETALLER TIL KOMMUNALT AVLØPSVANN

Forslag til tiltak for reduksjon av tungmetaller for hver av de prioriterte bransjene er beskrevet i dette kapittelet.

Resultatene fra undersøkelsen indikerer at småindustri og annen næringsvirksomhet bidrar betydelig til nivået av tungmetaller i kommunalt avløpsvann.

Forslag til tiltak for reduksjon av tungmetaller for hver av de prioriterte bransjene er gitt nedenfor. Tiltak som er foreslått for flere bransjer kommenteres kun under den første bransjen hvor tiltaket er foreslått.

Bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy og tekniske vaskehall

Resultatene fra bensinstasjoner med vaskehall, vaskehaller for tunge kjøretøy og teknisk vaskehall viser at det er forhøyede verdier av tungmetaller i avløpsvannet fra disse bransjene. Av seks undersøkte oljeutskiller med sandfang var det kun én som fungerte tilfredsstillende med tanke på utfelling av tungmetaller. I tillegg ble det rapportert fra én av kommunene at prøvetaking av enkelte bensinstasjoner ble kansellert på grunn av tydelig oljeholdig avløpsvann. Dette skyldtes oljeutskiller som ikke fungerte.

Tiltak for reduksjon av utslipp av tungmetaller til kommunalt nett fra bensinstasjoner med vaskehall kan være:

- Informasjonstiltak
- Krav om regelmessig tømning av oljeutskiller/sandfang
- Nye krav til utslipp fra oljeutskiller
- Produktkontroll
- Resirkulering av vaskevann
- Økt kontroll av virksomheten
- Rensetiltak
- Frakobling fra kommunalt nett

Reduksjon av utslipp av tungmetaller fra bensinstasjoner med vaskehall kan oppnås med bedret informasjon til bensinstasjonseiere. For å oppnå et resultat gjennom økt informasjon bør ansvaret ligge hos den enkelte kommune og informasjonen bør gies ved en kombinasjon av utlevering av skriftlig materiale og oppsøkende virksomhet. Informasjonen bør konsentreres om bevisst valg av produkter, drift, kontroll og tømning av oljeutskiller, samt håndtering av spesialavfall.

Som beskrevet tidligere viser dette prosjektet at oljeutskillerne som ble undersøkt fungerte dårlig med tanke på utfelling av tungmetaller. Én av årsakene er trolig mangelfull tømning av oljeutskiller og sandfang. Myndighetene kan innføre krav om at oljeutskiller og sandfang skal tømmes regelmessig. Intervallet mellom hver tømning bør fastsettes av myndighetene og det er en fordel om tømningen utføres automatisk, for eksempel ved ansvaret for at oljeutskilleren og sandfanget blir tømt til fastsatt tid ligger hos kommunene. Kommunene kan eventuelt leie inn firma for tømning av oljeutskiller og sandfang. Ordningen kan finansieres ved at hver eier

betaler en årlig avgift som dekker de faktiske kostnadene for organisering og gjennomføring av tiltaket.

Utslipp av tungmetaller kan reduseres ved at vaskevannet resirkuleres, men dette krever at vaskevannet må behandles før det kan benyttes på nytt. Behandling av vaskevannet er teknisk komplisert og medfører ekstrakostnader for enkelte vaskehalleier.

Økt kontroll av virksomhetene vil trolig avdekke oljeutskillere som ikke fungerer. Økt kontrollvirksomhet vil kreve betydelig økning av bemanningen hos kontrollmyndighetene. Det er usikkert om økt kontrollvirksomhet er nytte/kostnadseffektivt.

Utvidet behandling av vaskevann fra ordinære bensinstasjoner med vaskehall er ikke realistisk, verken teknisk eller økonomisk. For tekniske vaskehaller med meget høye konsentrasjoner av tungmetaller bør det derimot være ett krav om utvidet behandling. Den tekniske vaskehallen som ble undersøkt i dette prosjektet renses avløpsvannet med en vakuuminndamper, men likevel var konsentrasjonen av tungmetaller i avløpsvannet høyt. For å redusere tungmetallnivået ytterligere må bedriften innføre mer avansert behandling.

Frakobling av avløpsvannet fra kommunalt nett er en effektiv måte å redusere utslipp av tungmetaller. Dette medfører imidlertid at utslippet går til en nærliggende resipient og problemet med tungmetaller overføres fra slam til resipienten. Når tungmetallene havner i slammet kan man ved analyser finne ut om det har skjedd større utslipp til avløpsnettet. Hvis avløpsvannet tilføres direkte til resipient har man ikke like god kontroll med utslippene.

Bilverksteder

Resultatene fra bilverksteder viste forhøyede verdier av sink, kadmium, bly og krom sammenliknet med innløpsvann til kommunale renseanlegg.

Tiltak for reduksjon av utslipp av tungmetaller fra bilverksteder kan være:

- Informasjonstiltak
- Forbedret håndtering av spesialavfall
- Krav om regelmessig tømning av oljeutskillere/sandfang
- Nye krav til utslipp fra oljeutskillere
- Økt kontroll av virksomheten
- Frakobling fra kommunalt nett

Reduksjon av tungmetaller i avløpsvann fra bilverksteder kan trolig oppnås ved forbedret rutiner for oppsamling og håndtering av spesialavfall. Det er ikke utenkelig at en del av tungmetallene i avløpsvann fra bilverksteder kommer fra avfall som skulle ha vært levert som spesialavfall.

Metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter

Resultatene fra metall- og maskinvareindustri/verkstedbedrifter viser forhøyede verdier av koppar, nikkel, bly og krom, sammenliknet med innløpsvann til kommunale renseanlegg. Noen av de prøvetatte bedriftene hadde ekstrem høy avløpsvannmengde. Hvis dette viser seg å være representativt innebærer det at bransjen har relativt store årlige utslipp av tungmetaller.

Tiltak for reduksjon av utslipp av tungmetaller fra metall og maskinvareindustri/verksted-bedrifter kan være:

- Informasjonstiltak
- Resirkulering av prosessvann/reduksjon av vannforbruk
- Forbedret håndtering av spesialavfall
- Økt kontroll av virksomheten
- Frakobling fra kommunalt nett

De store avløpsvannmengdene fra enkelte av de prøvetatte bedriftene indikerer at den største reduksjonen i utslipp av tungmetaller kan oppnås ved reduksjon av avløpsvannmengden, forutsatt at dette ikke øker konsentrasjonen av tungmetallene i det vannet som slippes ut. Bedriftene bør gjennomgå prosessene og identifisere hvor vannforbruket kan reduseres. Dessuten bør det vurderes om vannet kan resirkuleres og hvilken behandling av vannet som eventuelt er nødvendig før påslipp til kommunalt nett. Kostnader for gjennomføring av tiltak for reduksjon av vannforbruket vil i de fleste tilfellene tjenes inn i løpet av kort tid ved reduksjon i vannavgiften.

8 REFERANSER

- /1/ IVAR. Skriftlig informasjon mottatt per brev. Mai 1998.
- /2/ Oslo vann- og avløpsverk. Skriftlig informasjon mottatt per fax. Mai 1998.
- /3/ NORSAS: Databasesøk på innlevert spesialavfall. 1997
- /4/ Sentralrenseanlegget RA-2. Skriftlig informasjon mottatt per fax. Juli 1997.
- /5/ SFT-rapport nr 98:22: "Kilder til organiske miljøgifter i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet." TA-nr. 1589/1998.
- /6/ SFT-rapport nr. 97:27: "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra småindustri og annen næringsvirksomhet". Statens forurensningstilsyn. TA-nr. 1475/1997.
- /7/ SFT-rapport nr 97:28: "Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra husholdninger". Statens forurensningstilsyn. TA-nr. 1476/1997
- /8/ SFT-rapport nr 93:10: "Miljøgifter i kommunalt avløpsvann." Statens forurensnings-
tilsyn. TA-nr 952/1993
- /9/ Statistisk sentralbyrå: "standard for næringsgruppeinndeling", 1994, ISBN 82-537-
4063-8
- /10/ VEAS. Skriftlig informasjon mottatt per fax. Mai 1998.

- oOo -

APPENDIKS

A

RESULTATER FRA IKKE-PRIORITERTE VIRKSOMHETSTYPER

VASKERIER

Sju vaskerier ble prøvetatt. Vannforbruket ble avlest for to av de prøvetatte vaskeriene og gjennomsnittsverdien for de to målingene var 11 255 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.10	Normalt
Ni	7.7	Normalt
Cu	46.1	Normalt
Zn	135	Normalt
Cd	0.4	Normalt
Pb	15.7	Høyt
Cr	8.1	Høyt

GRAFISKE BEDRIFTER

Seks grafiske bedrifter ble prøvetatt. Vannforbruket ble avlest for en av de prøvetatte bedriftene og avløpsmengden ble målt hos en av bedriftene. Gjennomsnittsverdien for de to målingene var 1 550 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.14	Normalt
Ni	3.7	Lavt
Cu	25.8	Normalt
Zn	53.8	Lavt
Cd	5.2	Høyt
Pb	1.8	Lavt
Cr	4.2	Lavt

MALING- OG LAKKFABRIKKER

Fire maling – og lakkfabrikker ble prøvetatt. Hverken avløpsvannmengder eller vannforbruk var tilgjengelig for noen av de prøvetatte bedriftene. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.23	Normalt
Ni	18.0	Normalt
Cu	187	Normalt
Zn	430	Normalt
Cd	2.3	Høyt
Pb	104	Svært høyt
Cr	21	Høyt

LAKKERINGSBEDRIFTER

Fire lakkeringsbedrifter ble prøvetatt. Avløpsvannmengden ble målt for to av de prøvetatte bedriftene og gjennomsnittsverdien for de to målingene var 1 551 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.17	Normalt
Ni	39.5	Høyt
Cu	55	Normalt
Zn	254	Normalt
Cd	0.55	Normalt
Pb	32.2	Høyt
Cr	20.3	Høyt

KJEMISK INDUSTRI

To kjemiske industribedrifter ble prøvetatt. Vannforbruket ble avlest for én de prøvetatte bedriftene og verdien var 284 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.20	Normalt
Ni	7.5	Normalt
Cu	23.5	Normalt
Zn	181	Normalt
Cd	0.13	Lavt
Pb	2.6	Lavt
Cr	2.5	Lavt

LABORATORIER

Ett laboratorium ble prøvetatt. Hverken avløpsvannmengden eller vannforbruket var tilgjengelig for den prøvetatte bedriften. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.38	Normalt
Ni	2.0	Lavt
Cu	24.0	Normalt
Zn	46.0	Lavt
Cd	0.09	Lavt
Pb	2.3	Lavt
Cr	0	Lavt

HØYSKOLE

En høyskole ble prøvetatt. Vannforbruket ble avlest og mengden var 121 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0.04	Lavt
Ni	4.0	Lavt
Cu	70.0	Normalt
Zn	29.0	Lavt
Cd	0.06	Lavt
Pb	4.0	Lavt
Cr	3.0	Lavt

SYKEHUS

Ett sykehus ble prøvetatt. Vannforbruket ble avlest og mengden var 56 575 m³/år. Gjennomsnittsverdiene av de målte tungmetallene i avløpsvannet er presentert i tabellen nedenfor. Gjennomsnittskonsentrasjonene er sammenlignet med normalverdier funnet i innløp til norske renseanlegg /1,2,4,10/.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/l)	Sammenliknet med normalverdier i innløp til renseanlegg /1,2,4,10/
Hg	0	Lavt
Ni	1.0	Lavt
Cu	37.0	Normalt
Zn	90.0	Normalt
Cd	0.19	Lavt
Pb	3.0	Lavt
Cr	2.0	Lavt

