

Anne Finstad og Kristin Rypdal

**Utslipp til luft av kobber,
krom og arsen i Norge –
Dokumentasjon av metode og
resultater**

Rapporter

I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

Reports

This series contains statistical analyses and method and model descriptions from the different research and statistics areas. Results of various single surveys are also published here, usually with supplementary comments and analyses.

© Statistisk sentralbyrå, april 2003
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537-6356-5 Trykt versjon
ISBN 82-537-6357-3 Elektronisk versjon
ISSN 0806-2056

Emnegruppe
01.04.10

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Statistisk sentralbyrå/210

Standardtegn i tabeller	Symbols in tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpig tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Desimalskilletegn	Decimal punctuation mark	,(,)

Sammendrag

Anne Finstad og Kristin Rypdal

Utslipp til luft av kobber, krom og arsen i Norge – Dokumentasjon av metode og resultater

Rapporter 2003/7 • Statistisk sentralbyrå 2003

I dette arbeidet er det samlet informasjon om utslipp til luft av tungmetallene kobber, krom og arsen i Norge. Dataene er basert på utslipp rapportert direkte fra store bedrifter og beregninger basert på aktivitetsdata og utslippsfaktorer. Utslippsfaktorene er i hovedsak hentet fra internasjonal litteratur.

Tallene viser at det ble sluppet ut 19,6 tonn kobber til luft i 2001. Utslipp fra veitrafikk er helt klart den største kilden. Utslippene har blitt redusert med 10 prosent fra 1990 til 2001. De største reduksjonene har vært innenfor kjemisk og metallurgisk industri, som følge av omlegging av drift og installering av renseanlegg.

For krom ble utslippene i 2001 beregnet til 7 tonn. Over halvparten av utslippene skyldes utslipp fra ferrolegeringsindustrien. Utslippene er redusert med 45 prosent siden 1990, hovedsakelig som følge av nedleggelse av ferrokromproduksjon og installering av renseanlegg.

Arsenutslippene til luft ble beregnet til å være 2,2 tonn i 2001. Dette er en nedgang på 30 prosent siden 1990. Prosessutslippene fra karbidproduksjon er den viktigste kilden til utslipp av arsen i Norge i dag. Tidligere dominerte utslipp fra ferrolegeringsindustrien, men på grunn av redusert drift og stans ved et sinterverk ble utslippene sterkt redusert.

Prosjektstøtte: Arbeidet er finansiert av Statens forurensningstilsyn.

Innhold

Forord	7
Oppsummering	8
1. Innledning	9
2. Metode	10
3. Utslipp av kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As)	11
3.1. Skadevirkninger.....	11
3.2. Datagrunnlag og definisjoner.....	11
3.3. Tiltak.....	12
3.4. Utslipp fra stasjonær forbrenning.....	12
3.5. Prosesutslipp.....	18
3.6. Utslipp fra mobil forbrenning.....	22
4. Resultater	23
4.1. Kobber.....	23
4.2. Krom.....	24
4.3. Arsen.....	24
Referanser	26
Vedlegg	28
Tabeller.....	28
Tidligere utgitt på emneområdet	32
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter	33

Tabellregister

3. Utslipp av kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As)

3.1.	Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av kull. g/tonn	13
3.2.	Utslippsfaktorer for tungmetaller fra forbrenning av treavfall. g/tonn	13
3.3.	Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av lett fyringsolje og spesialdestillat. g/tonn energivare	14
3.4.	Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av tungolje. g/kg energivare	14
3.5.	Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av spillolje. g/tonn	14
3.6.	Utslippsfaktorer for landbruk, bygg og anlegg og tjenesteytende næringer. g/tonn energivare	15
3.7.	Utslipp av kobber, krom og arsen fra kommunale avfallsanlegg. kg	16
3.8.	Utslipp av kobber, krom og arsen fra sykehusanlegg. kg	16
3.9.	Utslippsfaktorer for tungmetaller fra kremasjoner. g/kremasjon	17
3.10.	Utslipp av tungmetaller fra produksjon av jern, stål og ferrolegeringer. kg	18
3.11.	Utslipp av tungmetaller fra aluminiumsproduksjon. kg	19
3.12.	Utslipp av tungmetaller fra produksjon av andre lettmetaller. kg	19
3.13.	Utslipp av tungmetaller fra produksjon av mineralprodukter. kg	20
3.14.	Utslipp av tungmetaller fra produksjon av karbider, kobberoksid og sinkkromat. kg	20
3.15.	Metallinnholdet av kobber og krom i bremseklosser. mg/kg	20
3.16.	Utslipp av krom og kobber fra bremseklosser. kg	21
3.17.	Utslippsfaktorer for slitasje av bildekk. g/km	21
3.18.	Utslippsfaktorer for tungmetaller fra veitrafikk. g/tonn	22
3.19.	Utslippsfaktorer for tungmetaller for motorredskaper, småbåter og jernbane. g/tonn	22
3.20.	Utslippsfaktorer for tungmetaller fra skip og fiskebåter. g/tonn	22
3.21.	Utslippsfaktorer for tungmetaller fra luftfart. g/tonn	22

Vedlegg

Utslippsfaktorer for arsen, kobber og krom. g/tonn	28
Utslipp av kobber etter aktivitet. 1990-2001. kg	29
Utslipp av arsen etter aktivitet. 1990-2001. kg	30
Utslipp av krom etter aktivitet. 1990-2001. kg	31

Figurregister

4. Resultater

4.1.	Utslipp til luft av kobber. 1990-2001. kg	23
4.2.	Utslipp av kobber etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg	23
4.3.	Utslipp til luft av krom. 1990-2001. kg	24
4.4.	Utslipp av krom etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg	24
4.5.	Utslipp til luft av arsen. 1990-2001. kg	25
4.6.	Utslipp av arsen etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg	25

Forord

Arsen, kobber og krom er viktige miljøgifter som er omfattet av internasjonale avtaler. Det er tidligere ikke blitt utarbeidet offisiell statistikk over disse miljøgiftene.

Formålet med dette arbeidet har vært å lage en fullstendig oversikt over utslipp av arsen, kobber og krom i Norge fra 1990 til 2001. Dataene er basert på utslipp rapportert direkte fra store bedrifter og forbrenningsanlegg til Statens forurensningstilsyn (SFT) og beregninger basert på aktivitetsdata og utslippsfaktorer for andre kilder. Det er generelt knyttet stor usikkerhet til utslippene siden mange utslippskilder er dårlig kartlagt, det er stor spredning i måledata og vektfaktorene er usikre. Usikkerheten er høyere for 1990 enn for de senere år.

Fra og med 2002 vil arsen, kobber og krom inngå i den ordinære statistikken over utslipp til luft.

En stor takk rettes til Christel Benestad, Trine Berntzen og Hanne Aronsen i SFT som har bidratt med opplysninger om utslipp fra industri og forbrenningsanlegg og som velvillig har sjekket opplysninger og besvart spørsmål.

Oppsummering

Kobber og krom er oppført på myndighetens prioriteringsliste, der målsetningen er at utslippene skal reduseres vesentlig og senest innen 2010 i forhold til dagens nivå, der 1995 er satt som basismål for vurderinger av denne målsetningen. Arsen er ikke på denne prioriteringslisten, men inngår i myndighetenes OBS-liste, hvor stoffer som man anser kan representere særlige problemer på nasjonalt nivå inngår. Arsen, kobber og krom er også omfattet av konvensjonen som skal begrense regional luftforurensning i Europa (LRTAP). I konvensjonen foreligger det ingen konkrete utslippsforpliktelser for disse komponentene, men krav om utslippsrapportering.

I dette arbeidet er det samlet informasjon om utslipp til luft av tungmetallene kobber, krom og arsen i Norge. Dataene er basert på utslipp rapportert direkte fra store bedrifter og beregninger basert på aktivitetsdata og utslippsfaktorer. Utslippsfaktorene er i hovedsak hentet fra internasjonal litteratur.

Utslipp er beregnet fra alle kjente kilder hvor aktivitetsdata og utslippsfaktorer foreligger. Det er generelt knyttet stor usikkerhet til utslipp av miljøgifter. For innrapporterte utslipp varierer måleresultatene mye, og utslipp fra tidligere år er til dels mangelfulle. Tilbakeberegningene er derfor nødvendigvis basert på en del antagelser. For beregnede utslipp vil valgte utslippsfaktorer være basert på litteraturverdier som kan variere avhengig av kilde og komponent og ikke nødvendigvis være representative for norske forhold. Utslippsfaktorer for arsen, kobber og krom kan for flere kilder være mangelfulle. Dette har gjort at vi for enkelte kilder har måttet gjøre en del generalisering og benytte utslippsfaktorer foreslått for andre lignende kilder. Utslipp fra bilbranner og forbrenning av dyreskrotter er ikke beregnet da aktivitetsdata og utslippsfaktorer mangler. Det kan også forekomme utslipp fra ukjente kilder.

Det ble i 2001 sluppet ut 19,6 tonn kobber til luft. Utslipp fra veitrafikk er helt klart den største kilden. Over 40 prosent av kobberutslippene i 2001 stammer fra slitasje av bremseklosser, mens forbrenningsutslippene av bensin og diesel står for 26 prosent.

Prosessindustrien bidro med 13 prosent av utslippene, mens 5 prosent av de totale utslippene i 2001 kom fra elektriske togledninger.

For krom er luftutslippene beregnet til sju tonn i 2001. Over halvparten av utslippene skyldes utslipp fra ferrolegeringsindustrien. Andre viktige kilder er forbrenning i industrien (23 prosent) og veitrafikk (8 prosent). Utslippene er redusert med 45 prosent siden 1990 og 37 prosent siden 1999. Nedgangen er størst innenfor metallurgisk industri som følge av installering av renseanlegg og nedleggelse av ferrokromproduksjon.

I 2001 ble det sluppet ut 2,2 tonn arsen. Dette er en nedgang på 30 prosent siden 1990. Prosessutslippene fra karbidproduksjon er den viktigste kilden til utslipp til luft av arsen i Norge i dag. Disse utgjorde i 2001 34 prosent av totale utslipp. Før 2000 dominerte utslipp fra ferrolegeringsindustrien, men på grunn av redusert drift og stans av et sinterverk ble arsenutslippene i denne virksomheten redusert med over 80 prosent fra 1999 til 2001. I 2001 utgjorde utslipp fra ferrolegeringsindustrien kun 12 prosent av de totale arsenutslippene.

1. Innledning

Miljøgifter er siden 1998 omfattet av konvensjonen som skal begrense regional luftforurensning i Europa (Convention on Long Range Transport Air Pollution - LRTAP). Miljøgiftene er regulert i to protokoller, en for tungmetaller (LRTAP-HM) og en for organiske forbindelser (LRTAP-POP). Så langt inneholder protokollene forpliktelse for reduksjon i utslipp av bly, kadmium og kvikksølv. For kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As) er det ikke konkrete utslippsforpliktelser, men konvensjonen inneholder krav om utslippsrapportering også av disse tre komponentene. I Stortingsmelding nr. 58 (1996-97) er det angitt nasjonale målsetninger. Utslippene av bl.a. kobber og krom *skal reduseres vesentlig senest innen år 2010* i forhold til dagens nivå. Man har valgt å bruke 1995 som basisår for vurderinger av denne målsetningen.

Denne rapporten dokumenterer beregningene av utslipp av krom, kobber og arsen i perioden 1990-2001. Et lignende arbeid har tidligere blitt gjennomført for bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og PAH (Finstad mfl. 2001), samt for dioksiner (Finstad mfl. 2002).

Det er knyttet stor usikkerhet til utslipp av miljøgifter. Dette skyldes dels at det er gjennomført relativt få målinger fra diffuse kilder (kilder utenom industrien), og utslippsfaktorer gjengitt i litteraturen kan til dels sprike mye. Utslippsfaktorene benyttet trenger heller ikke å være direkte relatert til norske forhold. Videre er det for utslipp fra industrien ofte kun rapportert data for de senere årene, og utslippsnivået for tidligere år kan være ukjent. Tilbakeberegningene er derfor nødvendigvis basert på en del antagelser. Det kan også forekomme utslipp fra ukjente kilder. Dataene som presenteres i denne rapporten må derfor ses på som foreløpige og vil bli forbedret ettersom kunnskapsnivået øker.

2. Metode

Oversikter over nasjonale og kommunale utslipp til luft produseres i et samarbeid mellom SFT og SSB. SFT har ansvar for å levere data på utslipp fra store industri-bedrifter og for å forbedre datagrunnlaget (for eksempel utslippsfaktorer). SSB har ansvar for aktivitetsdata, utvikling av utslippsmodellen og selve beregningene.

Miljøgiftene blir beregnet i SSBs utslippsmodell på linje med andre komponenter slik som klimagasser og forsurende gasser. Utslippsmodellen er dokumentert i Flugsrud mfl. (2000) for utslipp av disse komponentene. Utslipp knyttet til energibruk og prosessutslipp beregnes separat. Utslipp knyttet til kull og koks brukt som reduksjonsmidler defineres som prosessutslipp.

Utslipp fra energibruk beregnes ut fra følgende ligning:

$$1.1. \quad E_{ijkl} = [C_{jkl} - CPS_{jkl}] * EF_{ijkl} + EPS_{ijkl}$$

Hvor

- E_{ijkl} = Utslipp av komponent i fra forbrenning av energivare j i kilde k i sektor l
- C_{jkl} = Forbruk av energivare j i kilde k i sektor l
- CPS_{jkl} = Forbruk av energivare j i kilde k i punktkilder i sektor l
- EF_{ijkl} = Utslippsfaktor for komponent i fra forbrenning av energivare j i kilde k i sektor l
- EPS_{ijkl} = Utslipp av komponent i fra forbrenning av energivare j i kilde k i punktkilder i sektor l

Utslipp fra veitrafikk beregnes i en egen satellittmodell.

Utslipp fra punktkilder (EPS) gjelder direkte rapporterte utslipp. Dette gjelder vanligvis for hele bedriften og er fordelt på energivare av SSB ved hjelp av forbruk (CPS) og faktor (EF).

Prosessutslippene beregnes i et fritt format som er avhengig av type utslipp. For utslipp fra industrien benyttes om mulig data som er rapportert fra bedriftene til SFT og lagt inn i databasen *Inkosys*. For

de bedrifter som rapporterer prosessutslipp blir det ikke beregnet forbrenningsutslipp da det antas at forbrenningsutslippene er inkludert i de rapporterte prosessutslippene. Prosessutslippene blir tildelt en utslippsbærer (analog til energivare) og utslippskilde (analog til teknologi for forbrenningskilder) og prosesseres videre i utslippsmodellen.

Utslippsfaktorer for forbrenningsutslipp og prosessutslipp der det ikke foreligger data rapportert direkte fra bedriftene er bestemt ut fra litteraturdata som beskrevet under hver enkelt utslippskilde. Aktivitetsdata er ofte hentet fra Statistisk sentralbyrå, men av og til er det brukt statistikk fra andre institusjoner eller anslag.

Utslippene kan presenteres etter utslippskilde, utslippsbærer og næring (økonomisk sektor). Inkludering av miljøgifter i utslippsmodellen innebærer at ytterligere utslippskilder og utslippsbærere må defineres sammenlignet med Flugsrud mfl. (2000). Foreløpig er det ikke lagt opp til at utslipp til luft av miljøgifter beregnes på fylkes- eller kommunenivå.

3. Utslipp av kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As)

3.1. Skadevirkninger

De tre metallene kobber, krom og arsen har ulike egenskaper med hensyn på bioakkumulering og giftighet. Kobber og krom akkumuleres i organsimer og kan gi uønskede langtidsvirkninger. Det er imidlertid stor variasjon i hvorvidt ulike arsenforbindelser bioakkumuleres.

Både kobber og krom er essensielle spormetaller, men blir giftige hvis eksponeringen blir for stor. Rent kobber viser seg å ha lav giftighet, men i form av løselige salter kan kobber være meget giftig selv i små mengder. Flere kobberforbindelser og seksverdig krom (Cr^{6+}) er klassifisert som meget giftige for vannlevende organismer og kan forårsake uønskede langtidsvirkninger, som redusert tilvekst og reproduksjon i vannmiljøet.

Når det gjelder giftighet for pattedyr kan kobberforbindelser være akutt giftige samt at enkelte er klassifisert som irriterende. For krom er seksverdige kromforbindelser (Cr^{6+}) vist å være kreft- og allergifremkallende. Nyre- og leverskader kan også forekomme som følge av opptak via tarmen.

Uorganiske arsenforbindelser (arsenat) er sterkt akutt og kronisk giftige for de fleste organsimer, der selv små konsentrasjoner kan forårsake kreft. Organiske arsenforbindelser er derimot langt mindre giftige.

3.2. Datagrunnlag og definisjoner

3.2.1. Datagrunnlag

Litteraturgjennomgangen er hovedsakelig basert på EPA (2002), EEA (2001), DMU (1999) samt faktorer fra Parcom-Atmos (TNO, 1992). Når det gjelder forbrenning av ulike oljedestillater, har vi i hovedsak benyttet faktorene foreslått av DMU (1999). Årsaken er at det forventes mer lignende forhold i Norge som i Danmark. Metallinnholdet i norsk råolje (Nordsjøolje) er lavt i forhold til andre typer olje, og bruk av utslippsfaktorer foreslått av andre kilder kan overestimere utslippene mer enn de foreslått av DMU (1999). For andre kilder har vi i hovedsak benyttet faktorer foreslått av EPA (2002) eller EEA (2001). Utslippsfaktorer for kobber, krom og arsen kan for flere

kilder være mangelfulle. Dette har gjort at vi for enkelte kilder har måttet gjøre en del generalisering og benytte utslippsfaktorer foreslått for andre lignende kilder for å få beregnet utslippene.

Utslipp til luft av kobber, krom og arsen stammer fra energibruk, ulike industriprosesser og andre kilder som f.eks. slitasje av blant annet bremseklosser, togledning-er og bildekkslitasje. Det er ikke kjente utslippskilder knyttet til bruk i produkter.

Utslipp fra bruk av oljeprodukter er avhengig av metallinnholdet i produktene og rensegrad for partikler. Metallinnholdet i oljeproduktene er igjen avhengig av metallinnholdet i råoljen de stammer fra. Dette metallinnholdet vil variere mye mellom oljetyper. Det kan derfor være galt å bruke generelle litteraturdata for Norge fordi nordsjøolje er forventet å kunne ha et annet (ofte lavere) metallinnhold enn andre råoljetyper (Olsen, 1996). Selv om metallinnholdet i norsk råolje er analysert, finnes det ikke nyere data for oljeproduktene (Jensen, pers. meddelelse). Inntil det gjennomføres nyere målinger for Norge må vi altså basere oss på litteraturdata. Dette kan bety at utslippene av tungmetaller fra forbrenning blir noe overestimert. Ved valg av utslippsfaktorer for forbrenning er det lagt vekt på å oppnå konsistens mellom de ulike kilder og energibærere.

Data på utslipp fra store industribedrifter er levert av SFT basert på bedriftenes egenrapportering av utslipp. Dataene er basert på uttak fra Inkosys per juni 2002, men det er tatt hensyn til rettelser til og med oktober 2002. Bedriftenes egenrapportering av miljøgifter er vesentlig forbedret de senere årene. Ofte finnes ikke data for årene før 1999. Dersom bedriften har vært i drift før dette, er utslipp for tidligere år beregnet ut fra endringer i produksjon, renseteknologi, rapporterte støvutslipp eller holdt konstant. Rettinger i inkonsistens i rapportering og beregning av tidsserier er beskrevet under hver enkelt utslippskilde.

3.2.2. Definisjoner/forkortelser

Stasjonær forbrenning	Omfatter utslipp fra all forbrenning av energivarer (utslippsbærere) i ulike typer stasjonære utslippskilder som direktefyrte ovner, fyrkjeler, småovner, turbiner eller fakling.
Prosessutslipp	Omfatter alle utslipp som ikke er knyttet til forbrenning.
Mobil forbrenning	Omfatter utslipp fra all forbrenning av energivarer knyttet til transportmidler og mobile motorredskap.
Utslippsfaktor	En proporsjonalitetsfaktor som knytter sammen aktivitetsdata og utslipp.
LRTAP-HM	Convention on Long-Range Transport Air Pollution - Heavy Metals
LRTAP-POP	Convention on Long-Range Transport Air Pollution - Persistent Organic Pollution
EPA	Environmental Pollution Agency, USA
DMU	Danmarks miljøundersøke
EEA	European Environmental Agency (EUs miljøbyrå)
As	Arsen
Cu	Kobber
Cr	Krom

3.3. Tiltak

Kobber og krom er oppført på myndighetenes prioriteringsliste, der målsetningen er at utslippene skal reduseres vesentlig og senest innen 2010. Man har valgt å bruke 1995 som basisår for denne målsetningen. Arsen er ikke på denne listen, men inngår i myndighetenes OBS-liste, hvor stoffer som man anser kan representere særlige problemer på nasjonalt nivå inngår. Både kobber, krom og arsen omfattes av Nordsjødeklarasjonene. Utslipsreduserende tiltak og ulike konsesjonskrav har redusert utslippene av disse metallene betydelig i løpet av de siste årene. I det nye vedtatte EU-direktivet om forbrenning av avfall blir det stilt strengere krav for en rekke av tungmetallene. Dette vil kunne medføre en reduksjon av utslippene.

3.4. Utslipp fra stasjonær forbrenning

Tungmetaller føres ut fra en forbrenningsprosess via røykgassene, med flygeasken eller via bunnasken (slagget). Generelt gjelder det at mesteparten av arsen og kobber fra brenselet vil adsorbere på partiklene i røykgassen og flygeasken, mens mesteparten av krom muligens vil havne i bunnasken. Innholdet av tungmetaller kan variere mye mellom ulike typer brennstoff og også innen samme type. Standardiserte utslippsfaktorer er derfor meget usikre.

3.4.1. Kullkraftverk

På Svalbard forbrennes det kull til produksjon av elektrisitet og fjernvarme. Anlegget består av to ristfyrte kjeler, hver på 30 MWh, og utslippene renses ved multisykloner. Faktorene hentet fra EEA er 0,089

g/tonn for arsen, 0,065 g/tonn for krom, mens faktoren for kobber ligger på 0,087 g/tonn. Benyttes disse faktorene sammen med forbruket av kull i 2001 blir utslippet på henholdsvis 2,3 kg arsen, 1,7 kg krom og 2,2 kg kobber. Dette viser at utslipp av disse tungmetallene fra kullkraftverk er små i nasjonal sammenheng.

3.4.2. Raffinerier

Norge har i dag to relevante anlegg. Vi velger å benytte de samme utslippsfaktorene for forbrenning i industrien (3.4.4). Et forbruk i 2001 på 471 ktonn raffinerigass, 3 ktonn tungolje og 30 ktonn LPG ga et utslipp på 3,7 kg arsen, 9,7 kg kobber og 14,7 kg krom.

3.4.3. Utvinning

Norge utvinner olje, gass og kull, og det er forbrenning knyttet til alle disse aktivitetene. For kullutvinning er eneste kilde kullgruvene på Svalbard. Utslippene beregnes ut fra generelle utslippsfaktorer foreslått for industrien.

Når det gjelder olje- og gassutvinning er utslippene knyttet til forbrenning av gass i turbiner og forbrenning av diesel eller marint brennstoff i turbiner og motorer. Utslippsfaktorene foreslått for industrien benyttes. Dette ga i 2001 et utslipp på 22 kg arsen, 89 kg kobber og 71 kg krom.

3.4.4. Industri

Forbrenningsutslippene er avhengige av metallinnholdet i energivarere og rensing av utslippene. Det antas at kun utslipp fra industrien renses. I de tilfellene hvor bedrifter har rapportert forbrenningsutslipp av tungmetaller, vil disse benyttes istedenfor beregnede verdier. Noen bedrifter som rapporterer har imidlertid rapportert kobber og krom som en samlegruppe sammen med vanadium. Ett utslippstall blir derfor rapportert for alle de tre komponentene. Vi har ikke kunnskap om hvordan det rapporterte tallet fordeler seg på de tre ulike komponentene. Hvis man i disse tilfellene beregner utslipp ved hjelp av generelle utslippsfaktorer, blir resultatet et utslipp som er mye større enn det bedriftene har rapportert. Dette skyldes at bedriftene ofte har rensing og at metallinnholdet i norsk råolje er lavt i forhold til de fleste andre råoljetyper.

For å få benyttet de rapporterte tallene, har vi splittet disse opp ved hjelp av utslippsfaktorer for de tre komponentene. Utslippsfaktorene sier noe om hvor stor andel man kan regne med stammer fra hver enkelt komponent. De bedriftene som har rapportert forbrenningsutslipp, brenner avfall eller spillolje. For de bedrifter som rapporterer sine utslipp som prosessutslipp vil det ikke bli beregnet forbrenningsutslipp, da man antar at forbrenningsutslippene inngår i de rapporterte prosessutslippene.

Tabell 3.1. Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av kull. g/tonn

	Arsen	Kobber	Krom
EEA	0,089	0,087	0,065
U.S. EPA ¹	0,001-0,012	..	0,003-0,023
DMU	0,089	0,087	0,065
PARCOM-ATMOS	0,085	0,11	0,045
Valgt faktor	0,089	0,087	0,065

¹ Faktorene varierer avhengig av type forbrenningsteknologi og kjele benyttet.

For andre industribedrifter som ikke rapporterer, foreligger det ingen samlet informasjon om rensing av utslippene. Vi velger derfor å benytte de generelle utslippsfaktorene, selv om vi vet at dette vil kunne overestimere utslippene.

Kull og koks

Kull og koks brukes bare i begrenset grad til forbrenning i Norge¹. Mengden av et gitt metall som slippes ut ved forbrenning av kull i industrien, avhenger av flere forhold, blant annet metallens egenskaper, konsentrasjonen av metallet i kullet, forbrenningsforholdene samt hvilke rensesystemer for partikler som er til stede. Utslipp av blant annet kobber, krom og arsen er avhengig av partikkelkonsentrasjonen og partikkelstørrelsen, og utslippene er direkte relatert til hvilke rensesystemer og renseseffektivitet som inngår. Utslippsfaktorene som vises i tabell 3.1 er faktorer for ukontrollert forbrenning. Faktorene foreslått i litteraturen stemmer godt overens med hverandre. EPA (2002) opererer imidlertid med faktorer som er litt lavere, og faktorene varierer avhengig av type forbrenningsteknologi og kjele benyttet. Siden faktorene oppgitt av EEA (2001) og DMU (1999) er helt like, virker det som faktorene er hentet fra samme kilde, Jockel, 1995. Vi velger å benytte faktorene foreslått av EEA (2001). Dette ga i 2001 et samlet utslipp på ca. 4 kg arsen og krom og 5 kg kobber.

Ved og treavfall

Ved og treavfall forbrennes blant annet ved sagbruk, i treforedlingsindustrien og i møbelindustrien. Treavfall fra ulike industrier kan inneholde maling, konserveringsmidler og mye annet som ved brenning kan gi utslipp av ulike metaller. Brenning av trykkimpregnert trevirke med kobber, krom og arsen (CCA) er imidlertid forbudt (SFT, 1998). Slik trevirke skal derfor bare brennes i godkjente anlegg med røykgassrensning, hvor asken behandles som spesialavfall, men det kan være vanskelig å sortere ut alle impregnerte materialer fra avfallet.

EEA (2001) kommer ikke med noen faktorer knyttet til forbrenning av treavfall i industrien. Vi velger å benytte faktorene foreslått av EPA (2002) (tabell 3.2). Disse faktorene representerer forbrenning av treavfall i kjeler uten kontrollsystemer eller partikkelreduksjoner.

¹ For bruk av kull og koks som reduksjonsmidler regner vi med at utslippene fanges opp gjennom bedriftenes egenrapportering.

Tabell 3.2. Utslippsfaktorer for tungmetaller fra forbrenning av treavfall. g/tonn

	Arsen	Kobber	Krom
U.S. EPA	0,159	0,354	0,152
EPA (1998)	0,179
DMU	..	0,11	..
PARCOM-ATMOS	..	0,1	..
Valgt faktor	0,159	0,354	0,152

Med et forbruk på 917 tonn treavfall, inkludert de bedrifter som rapporterer, ble utslippet i 2001 på 12 kg arsen, 107 kg krom og 252 kg kobber.

Avlut

Avlut forbrennes i treforedlingsindustrien. Det er imidlertid ikke funnet egne utslippsfaktorer for forbrenning av avlut slik at vi velger å benytte de samme utslippsfaktorene som for forbrenning av treavfall i industrien (tabell 3.2). Det ble brukt omtrent 1010 ktonn avlut i 2001. Dette ga et utslipp på 161 kg arsen, 154 kg krom og 358 kg kobber.

Gass

Forbrenning av gass antas å føre til kun neglisjerbare utslipp av disse tungmetallene. Parcom-Atmos (TNO, 1992) oppgir ingen utslippsfaktorer for forbrenning av naturgass. EPA (2002) oppgir faktoren for arsen til å være 0,0038 g/tonn, krom 0,021 g/tonn mens faktoren for kobber er på 0,016 g/tonn. I mangel av andre utslippsfaktorer blir disse faktorene også benyttet for LPG, brenngass og jernverksgass i industrien. Med et forbruk på 542 ktonn naturgass, 166 ktonn LPG, 98 ktonn jernverksgass og 246 ktonn brenngass ga dette et samlet utslipp på 4 kg arsen, 22 kg krom og 17 kg kobber.

Parafin

Parafin brukes i industrien og i husholdningene. Det er forventet at innholdet av tungmetaller er meget lavt. Det er ikke funnet egne faktorer for parafin i litteraturen. Vi velger derfor å benytte de samme faktorene som for lett fyringsolje (tabell 3.3). Med et forbruk i 2001 på 586 tonn ga dette et utslipp på 29 gram arsen og kobber og 23 gram krom.

Lett fyringsolje og spesialdestillat

I Parcom-Atmos (TNO, 1992) antas det at alt metall i flytende brensel slippes ut. Utslippsfaktorene er dermed bestemt av innholdet av de ulike metallene i brennstoffet. Vi har ikke data på innholdet av tungmetaller i fyringsoljer og spesialdestillater i Norge.

I Finstad mfl. (2001) ble utslippsfaktorene for bly, kadmium og kvikksølv fra DMU benyttet. Årsaken var at man antok lignende forhold i Norge som i Danmark. Vi velger å gjøre det samme for disse tungmetallene.

Det ble i 2001 brukt 192 ktonn lett fyringsolje, 2 ktonn tungdestillat og 3 ktonn marint brensel. Dette ga et utslipp på 10 kg arsen, 8 kg krom og 10 kg kobber.

Tabell 3.3. Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av lett fyringsolje og spesialdestillat. g/tonn energivare

	Arsen	Kobber	Krom
EEA	0,073	0,11	0,0556
U.S. EPA	0,074	0,11	0,056
EPA (1998)	0,077
DMU	0,05	0,05	0,04
PARCOM-ATMOS	0,05	0,05	0,02
Valgt faktor	0,05	0,05	0,04

Tabell 3.4. Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av tungolje. g/kg energivare

	Arsen	Kobber	Krom
EEA	0,5	1,0	2,5
DMU	0,57	0,53	1,35
U.S. EPA	0,16	0,22	0,1
PARCOM-ATMOS	1,0	1,0	2,5
Valgt faktor	0,57	0,53	1,35

Tungolje

Hvis en antar at alt metall slippes ut til luft ved forbrenning av flytende brensel (TNO, 1992) er utslippsfaktorene gitt av innholdet av tungmetaller i tungoljen. Vi har imidlertid ikke nyere data på tungmetallinnholdet i norsk olje. Siden metallinnholdet sies å være meget lavt i norsk råolje (nordsjøolje) (Larsen, pers. meddelelse), velger vi å benytte en faktor i midtre del av intervallet. Tungolje brukes også i stor grad av bedrifter med krav til partikkelrensing, noe som tilsier at en relativ lav faktor bør benyttes. Vi velger å benytte faktorene foreslått av DMU (1999), slik som blir gjort for fyringsolje (tabell 3.4).

Med et forbruk av tungolje i 2001 på 252 ktonn, inkludert de bedrifter som rapporterer, ga dette et utslipp på 130 kg arsen, 307 kg krom og 133 kg kobber

Spillolje

Spillolje kan inneholde en del tungmetaller. Det er foretatt målinger av tungmetaller i norsk spillolje. Data fra NSO (Norsk spesialolje) samlet inn av Rypdal og Mykkelbost (upublisert notat, 1997) er vist sammen med litteraturdata i tabell 3.5.

Noen bedrifter som brenner spillolje rapporterer utslipp til SFT, men det gjelder absolutt ikke alle, og ikke alle rapporterer utslipp av alle de relevante tungmetallene. Bedrifter som har anledning til å brenne spillolje har ifølge SFT egen utslippstillatelse. Det stilles krav til kvaliteten på denne oljen, og også utslippene. Det beste hadde derfor vært å ikke bare anvende gjennomsnittlige utslippsfaktorer fra litteraturen, men i stedet benyttet utslippsfaktorene som fås ut fra de bedriftene som rapporterer. Dette ble gjort for tungmetallene bly og kadmium (Finstad mfl. 2001).

Problemet som imidlertid dukker opp når det gjelder utslipp av kobber og krom, er at disse tungmetallene stort sett blir rapportert som en samleggruppe sammen med vanadium. Dette gjør det vanskelig å finne en

Tabell 3.5. Utslippsfaktorer for tungmetaller ved forbrenning av spillolje. g/tonn

	Arsen	Kobber	Krom
U.S. EPA	0,3-8,0	Ikke målt	24,0-25,3
EPA (1998)	7,8
NSO ¹	31
PARCOM-ATMOS	1	25	13
Valgt faktor	1	25	31

¹ Data fra Norsk Spesialolje (NSO) basert på norske målinger

utslippsfaktor ut fra rapporterte tall fra spilloljeforbrenning. En mulighet er å splitte opp de rapporterte tallene ut fra utslippsfaktorene for de enkelte komponentene kobber, krom og arsen. Det er imidlertid ikke funnet utslippsfaktorer for vanadium fra spilloljeforbrenning i litteraturen, men det finnes i EEA (2001) en utslippsfaktor for vanadium fra forbrenning av tungolje. Vi har derfor benyttet forholdet mellom utslippsfaktorene fra tungoljeforbrenning til å splitte opp de rapporterte tallene fra spilloljeforbrenning. Dette er usikkert, men bedre enn å benytte generelle utslippsfaktorer for å beregne utslipp av kobber og krom fra disse bedriftene. Det viser seg som regel at når generelle utslippsfaktorer benyttes, fås et utslipp som er større enn det bedriftene har rapportert.

Når det gjelder bedrifter som har rapportert utslipp av hver enkelt komponent, benyttes disse. Ut fra rapportert utslipp og forbrent mengde spillolje for disse bedriftene beregnes det en utslippsfaktor som blir benyttet for tilbakeberegning av tidligere utslipp fra bedriftene for år da utslipp ikke ble rapportert. I tillegg benyttes denne utslippsfaktoren for tilsvarende bedrifter med samme produksjon som ikke har rapportert.

For andre bedrifter som ikke har rapportert og hvor ingen bedrifter i samme næring har rapportert, benyttes generelle utslippsfaktorer fra litteraturen. EEA (2001) oppgir ingen faktorer for disse tungmetallene i sin rapport, og valgte utslippsfaktorer tar utgangspunkt i faktorer foreslått av EPA (2002) og Parcom-Atmos (tabell 3.5).

Med et forbruk av spillolje på 58 ktonn i 2001 inkludert de bedrifter som rapporterer, ble utslippet 35 kg arsen, 1006 kg krom og 768 kg krom.

3.4.5. Landbruk, bygg og anlegg og tjenesteytende næringer

I Parcom-Atmos (TNO, 1992) har de benyttet de samme faktorene som for forbrenning i industrien. Når det gjelder de andre datakildene gjennomgått i denne rapporten, er det ikke blitt funnet egne faktorer knyttet til disse næringene. Vi velger derfor å benytte de samme faktorene som foreslått for industrien (tabell 3.6). I 2001 var forbruket av fyringsparafin 6 ktonn, LPG 17 ktonn, fyringsolje 293 ktonn, tungdestillat 19 ktonn, marint brensel 3 ktonn, treavfall 13 ktonn, 3 ktonn spillolje og 48 ktonn gass, 3 ktonn autodiesel og 570 kg kull for disse næringene. Dette ga et samlet utslipp på 22 kg arsen, 115 kg krom og 107 kg kobber.

Tabell 3.6. Utslippsfaktorer for landbruk, bygg og anlegg og tjenesteytende næringer. g/tonn energivare

	Arsen	Kobber	Krom
Kull/koks	0,089	0,087	0,065
Treavfall/avlut	0,159	0,354	0,152
Gass/LPG	0,0038	0,016	0,021
Fyringsparafin	0,05	0,05	0,04
Fyringsolje/spesialdestillat	0,05	0,05	0,04
Tungolje	0,57	0,53	1,35
Spillolje	1	25	31

3.4.6. Husholdningene

Ved er den viktigste energivaren når man skal beregne utslipp av tungmetallene arsen, kobber og krom fra husholdningene, men det brennes også parafin og fyringsolje samt mindre mengder kull og koks.

Det finnes lite informasjon knyttet til tungmetallutslipp av arsen, kobber og krom fra husholdningene. Parcom-Atmos opererer med de samme utslippsfaktorene for husholdningene som de benyttet for forbrenning i industrien. EPA (2002) har hovedsakelig heller ikke egne utslippsfaktorer for husholdningene. Unntaket er vedfyring. Når det gjelder EEA (2001), har de egne faktorer for kull og koks.

Kull og koks

Det benyttes lite kull og koks i norske husholdninger i dag, slik at totalutslippene knyttet til dem blir små. Siden det er kun EEA som foreslår egne faktorer, benyttes disse. Med faktorer på 1,2 g/tonn for arsen og kobber og 0,9 g/tonn for krom ble utslippet på 4,5 kg arsen og kobber og 3,4 kg krom i 2001.

Ved i vedovn og peis

Forbrenning av ren ved forventes å gi lite utslipp av arsen, kobber og krom. Problemet oppstår hvis det brennes andre ting i ovnen som kan inneholde disse metallene. Brenning av blant annet CCA-impregnert trevirke vil gi store utslipp av arsen, kobber og krom.

Det er forbudt å brenne CCA-holdig trevirke, men ifølge Levekårsundersøkelsen 2000 oppga 12 prosent av de spurte at de fyrte med planker/materialer (Haakonsen og Kvingedal, 2001). Man kan ikke se bort ifra at noe av dette kan være impregnerte materialer. Fra og med oktober 2002 ble det imidlertid forbudt å selge og bruke trykkimpregnert trevirke med krom og arsen (SFT, 2002). Dette vil etterhvert føre til at tilgjengeligheten til slikt avfall reduseres.

I Levekårsundersøkelsen 2000 oppga videre 8 prosent av de spurte at de brente aviser (utenom opptenning), mens 9 prosent brente drikkekartonger, annen papp eller kartonger. Disse tre sistnevnte materialene kan ventes å inneholde kobber og krom (fargestoff). Brenning av slikt materiale vil derfor ventes å gi utslipp av disse metallene.

Vi har dessverre ingen utslippsfaktorer som tar i betraktning at annet enn ved blir benyttet som brensel. I tillegg finnes det lite data knyttet til utslipp av kobber, krom og arsen fra vedfyring. I EPA (2002) er det oppgitt faktorer kun for utslipp av krom. Faktoren på 0,0005 g/tonn (0,5 g/kg) er den samme uavhengig av type ovn som benyttes. For de andre datakildene finnes det ingen egne utslippsfaktorer for vedfyring i husholdningene. Av mangel på andre data velger vi derfor å benytte de samme utslippsfaktorene som for forbrenning av treavfall i industrien (tabell 3.2).

Med et vedforbruk i 2001 på 1 162 ktonn (tørrvekt) ga dette et utslipp på 185 kg arsen, 177 kg krom og 411 kg kobber.

Fyringsparafin

Egne utslippsfaktorer er ikke funnet i litteraturen. Vi velger å benytte de samme som er foreslått for forbrenning av lett fyringsolje i industrien (tabell 3.3). Med et forbruk i 2001 på 122 ktonn ga dette et utslipp på 6 kg arsen og kobber og 5 kg krom.

Fyringsolje og spesialdestillat

Som for fyringsparafin er det heller ikke her funnet egne faktorer i litteraturen, og utslippsfaktorene fra industrien benyttes (tabell 3.3). Med et forbruk i 2001 på 106 ktonn fyringsolje og 16 ktonn tungdestillat ble utslippet på 6 kg kobber og arsen. For krom var utslippet på 4,9 kg.

Gass

Gass utgjør i dag en ubetydelig del av energiforbruket i husholdningene. Noen få boliger har installert gasspeis eller gasskomfyr. I tillegg inngår også bruk av propan på hytter o.l. samt gassgriller i denne kilden. Ingen egne utslippsfaktorer er funnet i litteraturen. Med bruk av de samme utslippsfaktorene som foreslått for industrien og totalforbruket i 2001 blir utslippene av de aktuelle metallene så små at vi velger å se bort fra denne kilden.

3.4.7. Avfallsforbrenning

Fjernvarmeanlegg

Utslippsestimaterne er basert på bedriftenes egenrapportering til SFT der dette finnes. Det er for øvrig meget få anlegg som har rapportert inn utslipp av kobber, krom og arsen. Data før 1999 er mangelfulle og selv etter 1999 er det noen anlegg som ikke har rapportert og noen som ikke har rapportert for alle år. Rapporterte utslipp fra anleggene varierer også for de årene som bedriften har rapportert for. Dette skyldes at årlige utslipp er beregnet ut fra enkeltmålinger som nødvendigvis ikke er representative med hensyn på avfallssammensetning og driftsforhold. Før 1999 ble kobber og krom rapportert samlet sammen med bly og mangan, mens arsen ble rapportert sammen med nikkel.

Tabell 3.7. Utslipp av kobber, krom og arsen fra kommunale avfallsanlegg. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	23,6	23,6	23,1	24,1	24,7	7,6	7,6	8,2	11,7	7,2	6,4	9,4
Cu	224,4	224,4	221,3	236,0	240,3	73,6	72,1	76,7	76,2	89,2	71,0	57,4
Cr	299,2	299,2	293,5	316,5	320,2	96,0	93,8	98,6	98,5	145,7	111,4	83,6

Tabell 3.8. Utslipp av kobber, krom og arsen fra sykehusanlegg. kg

	1990-1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	9,9	9,3	2,3	2,1	2,2	2,3	2,9	0,4	0,3
Cu	5,5	4,7	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,5	1,0
Cr	2,7	2,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,1	0,1

Vi har beregnet en utslippsfaktor for hvert enkelt anlegg ved hjelp av rapporterte utslipp og mengde avfall forbrent for tilsvarende år. Utslippsfaktoren for hvert enkelt anlegg har blitt brukt til å beregne utslipp for tidligere år ved å multiplisere med avfallsmengden for tilsvarende år. Noen anlegg har for noen komponenter ikke rapportert for noen av årene. For å finne en utslippsfaktor for slike anlegget har vi benyttet utslippsfaktoren for et annet anlegg med tilsvarende kapasitet. For kobber varierer den avledede faktoren fra 8-1145 mg/tonn, for arsen fra 2-5100 mg/tonn og for krom fra 10-1210 mg/tonn. Dette indikerer stor usikkerhet i dataene. Imidlertid finner vi stort sett de høyeste verdiene for noen av de minste anleggene, som tradisjonelt har høyest utslipp i forhold til mengde avfall forbrent, særlig hvis forbrenningen er diskontinuerlig. Selv om data for individuelle anlegg er svært usikre, vil usikkerheten være lavere for nasjonale tall siden noen feil trolig vil kansellere hverandre.

Alle utslippsanleggene fikk skjerpet utslippskrav for partikler fra og med 1995. Endringen var fra 100 til 30 mg/Nm³. Det ble antatt at utslippene av bly og kadmium ble redusert tilsvarende (Finstad mfl. 2001). Ifølge SFT (Benestad, pers.med.) følger utslippene av kobber, krom og arsen tilnærmet samme mønster som bly og kadmium. Man skulle derfor anta at utslippene av disse tungmetallene ble redusert på samme måte.

Tabell 3.7 viser beregnede utslipp av kobber, arsen og krom fra avfallsforbrenning i perioden 1990 til 2001.

Antagelsene ovenfor gjør at utslippene av kobber og krom reduseres med ca. 75 prosent fra 1990 til 2001, mens utslippene av arsen blir redusert med 60 prosent i samme periode.

I tillegg til ordinært avfall forbrennes det treavfall, fyringsolje og mindre mengder gass og tungdestillat ved ulike fjernvarmeanlegg. For beregning av utslipp fra disse energikildene benyttes de samme faktorene som benyttet i industrien. Bortsett fra forbrenning av treavfall er utslippene fra de andre energikildene neglisjerbare. Med et forbruk på 56 ktonn treavfall i 2001 ga dette et utslipp på 9 kg arsen, 8 kg krom og 20 kg kobber.

Sykehusanlegg

Utslipp av kobber, krom og arsen fra forbrenning av sykehusavfall er veldig dårlig kartlagt. Før 1999 var det noen anlegg som rapporterte utslipp av kobber, arsen og krom. Disse tallene ble imidlertid levert som samletall sammen med andre metaller og kan ikke benyttes i våre beregninger. Fra 1999 er det kun to sykehusforbrenningsanlegg som har rapportert sine utslipp. Det ene av disse to ble imidlertid nedlagt i 2000.

Det blir ut fra dette vanskelig å beregne utslipp fra de andre anleggene som ikke har rapportert, samt gjøre tilbakeregninger for de som har rapportert. For å gjøre et anslag på utslippene fra denne kilden har vi beregnet en utslippsfaktor ut fra rapportert utslipp i 1999 fra de to anleggene og dividert med avfallsmengde forbrent for tilsvarende anlegg. Denne utslippsfaktoren blir benyttet til å beregne utslipp ut fra hvor mye hvert anlegg har forbrent hvert år.

Fra og med 1995 ble det satt strengere krav til utslipp fra avfallsforbrenning. Dette har blitt tatt hensyn til ved tilbakeberegningene. Årsaken til nedgangen på midten av nitti-tallet er som nevnt strengere utslippskrav, mens nedgangen fra 1999 til 2001 skyldes at et par anlegg har blitt nedlagt. Utslippstallene som presenteres i tabell 3.8 er meget usikre.

Annen avfallsforbrenning

To bedrifter i Norge rapporterer utslipp fra forbrenning av avfall fra treforedlingsindustrien. Dette kan være returpapir og annet som følger med, som for eksempel binders og plast. Den ene bedriften rapporterer kun utslipp av arsen og har rapportert inn siden 1996. Årsaken er at tillatelse til avfallsforbrenning ble gitt i 1995 med krav om måling av blant annet arsen. I 2001 har bedriften rapportert utslippene av tungmetallene sammen i en samlegruppe. Dette gjør det ikke mulig for oss å vite hvor mye som stammer fra hver enkelt komponent. Utslipp i 2001 er derfor satt lik utslippet rapportert i 2000.

Den andre bedriften har rapportert siden 1999 da den begynte å forbrenne avfall dette året. Det har vært store variasjoner i utslippene fra år til år. Årsaken til dette er blant annet at det kun blir tatt noen få stikkprøver av

utslippene som ved oppskalering kan gi store utslag på årsutslipp. I tillegg vil sammensetningen av avfallet samt reelle driftsvariasjoner gi utslag på tallene.

Det er også rapportert utslipp av kobber fra ett anlegg som har forbrent maling og lakk. Utslippstall før 1995 finnes ikke, da bedriften ikke var pålagt å måle. Det er antatt at utslippene i perioden 1990 til 1994 er lik utslippet i 1995. Dataene rapportert varierer, noe som antagelig skyldes måleusikkerheter og variasjoner i forbrent mengde. Det har vært en nedgang i utslippene fra og med 1996 som et resultat av redusert drift ved anlegget. I 1999 var utslippet høyt, da virksomheten skulle legges ned og store avfallsmengder ble brent for å få avsluttet virksomheten.

På grunn av få bedrifter presenteres ikke utslippstallene i egen tabell. Utslippene for alle tre komponentene er imidlertid lave.

3.4.8. Krematorier

Når det gjelder utslipp av kobber, krom og arsen fra kremasjoner, baserer EEA (2001) sine faktorer på EPA (1996) (tabell 3.9). Med bruk av disse faktorene og 11 000 kremasjoner i Norge i 2001 blir utslippet av kobber, arsen og krom kun på henholdsvis 120 mg, 92 og 84 mg.

Tabell 3.9. Utslippsfaktorer for tungmetaller fra kremasjoner. g/kremasjon

	Faktor (g/kremasjon)
As	$1,097 \cdot 10^{-5}$
Cu	$7,710 \cdot 10^{-6}$
Cr	$8,440 \cdot 10^{-6}$

3.4.9. Brønntesting

Det er ikke funnet egne utslippsfaktorer for arsen, kobber og krom fra brønntesting. Vi velger å benytte de samme faktorene som ved forbrenning av tungolje i industrien (tabell 3.4). I 2001 gikk det med 12 ktonn olje til brønntesting. Dette ga et utslipp på 2 kg arsen, 3 kg kobber og 1 kg krom.

3.4.10. Annet

Husbranner

Branner vil man kunne anta er en kilde til utslipp av kobber, krom og arsen. Kobber inngår i mange produkter som metallegeringer, elektriske ledninger, takrenner, rør og rørdeler. I tillegg er kobber et fargestoff i maling. Når det gjelder krom benyttes dette ofte som overflatebehandling av ulike metallprodukter og inngår i tillegg også i ulike stållegeringer. Videre benyttes krom som fargestoff i maling, lakk, plast og glass. Arsen benyttes i mindre grad, men finnes i ulike glassprodukter. Husbranner vil derfor kunne bidra til et vesentlig utslipp av disse tungmetallene. I hvilken mengde vil avhengige av mengden av de ulike produktene til stede og omfanget av brannen. Hvis det i tillegg brennes CCA-trykkimpregnert trevirke, vil utslippene bli enda større.

For beregning av utslipp av kobber, krom og arsen fra husbranner er det tilgjengelige aktivitetsdata, men utslippsfaktorer for denne kilden er ikke funnet i litteraturen. Vi velger å benytte utslippsfaktorene fra forbrenning av treavfall i industrien for å få et estimat av utslippene (tabell 3.2). Med 3195 hus- og bygningsbranner i 2001 ga dette et utslipp på 2 kg arsen, 5 kg kobber og 2 kg krom.

Bilbranner

Som for husbranner vil man kunne anta utslipp til luft av kobber og krom ved bilbranner da ulike bestanddeler vil kunne inneholde kobber- og kromholdige forbindelser. Det er imidlertid ikke funnet utslippsfaktorer for kobber, krom og arsen fra denne kilden i litteraturen. Det blir derfor ikke beregnet utslipp fra denne kilden.

Andre branner

Herunder kommer skogbranner, bålbrenning av brenning av hageavfall.

Utslipp fra skogbranner anses imidlertid å være en naturlig utslippskilde som ikke skal inngå i totale utslippstall ved rapportering til nasjonale miljøprotokoller (EEA 2001). Det blir derfor ikke beregnet noe utslipp fra denne kilden i dette arbeidet.

Når det gjelder brenning av bål, mangler vi aktivitetsdata. Disse utslippene blir derfor ikke beregnet i dette arbeidet.

Halmbrenning

Det er ikke funnet egne utslippsfaktorer for kobber, krom og arsen fra denne kilden i litteraturen. I Finstad mfl. (2001) ble det foreslått å benytte faktorene for vedfyring i mangel av annen informasjon. Aktivitetsdata fra halmbrenning kan baseres på anslag gjort ved Planteforsk (Stabbetorp, 2001). I utslippsberegningene har vi lagt til grunn at halmbrenning er redusert fra anslagsvis 30 prosent av avlingen i 1990 til 15 prosent i 2000 (Finstad mfl. 2001). Med 183 ktonn halm brent i 2001 og ved bruk av utslippsfaktorene for vedfyring ble utslippet 29 kg arsen, 65 kg kobber og 28 kg krom.

Forbrenning av dyreskrotter

Forbrenning av dyreskrotter er ofte dårlig kontrollert og forbrenningen er ofte ufullstendig da det viktigste er desinfisering og fullstendig utrydding av biologisk aktivitet (UNEP 2001). Type ovn som blir benyttet varierer, men de er ofte enkle og ikke konstruert for å garantere kontrollerte forbrenningsforhold. Det finnes liten informasjon om utslippsfaktorer knyttet til denne kilden i litteraturen. Det eneste som er funnet er i EPA (2001) der det oppgis en faktor for arsen på 0,18 g/tonn og 0,18 g/tonn krom. Vi mangler imidlertid aktivitetsdata, slik at utslipp fra denne kilden er ikke beregnet i dette arbeidet.

Grilling med trekull

Vi har ikke funnet utslippsfaktorer for denne kilden. Forbrenningen vil være dårlig ved utegrilling grunnet avkjøling av bålet ved fri lufttilgang. Utslippsfaktorer knyttet til denne aktiviteten vil være minst like store som for forbrenning av kull i husholdningene. I Finstad mfl. (2001) ble det anbefalt å bruke samme faktorer som for husholdningene. Gjesdal mfl. (1998) anslo forbruket av grillkull til å være i størrelsesorden 2000 tonn årlig. Dette fører til et årlig utslipp på 2,4 kg arsen og kobber og 1,8 kg krom.

Sigarettrøyking

I mangel av utslippsfaktorer benyttes utslippsfaktorer for vedfyring, slik som det ble anført for andre tungmetaller i Finstad mfl. (2001). Med et forbruk av tobakk i 2001 på 5533 tonn ble utslippet på 0,9 kg arsen, 2 kg kobber og 0,8 kg krom.

3.5. Prosessutslipp**3.5.1. Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer***Produksjon av jern og stål*

Utslipp fra stålproduksjon skyldes den metalliske smelteprosessen. Det finnes to bedrifter i denne næringen, og begge rapporterer inn sine utslipp til SFT. Den ene bedriften har rapportert siden 1992/1993 avhengig av type metall, mens den andre kun har rapportert siden 1999. De rapporterte dataene for den bedriften som har rapportert lengst har variert betydelig for de ulike årene. Dette skyldes i tillegg til variasjoner i råmaterialene hovedsakelig måleusikkerheter i prøvetakningen. De rapporterte tallene er basert på et begrenset antall prøver, og siden stålfremstillingen er en ikke-kontinuerlig prosess, vil utslippene variere fra minutt til minutt. Vi har derfor gjort endringer for de år der det viser seg at de rapporterte tallene skiller seg mye ut sammenlignet med andre år.

Det var en nedgang i utslippene i 2000 som, ifølge SFT, skyldes måleusikkerheter og variasjoner i råmaterialene.

Produksjon av ferrolegeringer

Alle ferrolegeringsbedrifter rapporterer i dag inn sine utslipp av metaller etter at SFT i 1999 påla alle større metallurgiske bedrifter å kartlegge sine utslipp av tungmetaller. De aller fleste bedriftene har derfor rapportert inn sine utslipp siden 1999, men det er noen som kun har rapportert for 2000 og 2001. For å beregne

historiske utslipp har vi tatt utgangspunkt i første gangen bedriften rapporterte og justert med hensyn til produksjonsnivå for de aktuelle årene. Historiske utslipp kan også beregnes ved hjelp av støvutslipp for de ulike årene hvor innrapporterte tall mangler.

Tallene som fås ved tilbakeberegning med støvutslipp varierer mer fra år til år enn hvis man beregner ved hjelp av produksjonsendringer. I tillegg er kvaliteten på rapporterte støvutslipp variabel. SSB og SFT har et pågående prosjekt som går igjennom rapporterte støvutslipp. Feil og mangler kan her bli rettet opp, og det vil derfor være uhensiktsmessig å benytte nåværende støvutslipp til å beregne historiske utslippstall for metaller. Historiske tilbakeberegninger gjort for tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv har også benyttet produksjonsendringer. Det vil derfor være mest riktig å bruke samme metode for kobber, krom og arsen.

Utslippene av kobber har holdt seg relativt konstant siden 1990. Utslippene av arsen og krom har imidlertid gått ned med henholdsvis 79 og 54 prosent fra 1990 til i dag. Når det gjelder utslippene av arsen stammer over 60 prosent fra en bedrift. Årsaken til nedgangen fra 1999 til 2000 og videre i 2001 skyldes endringer i driftstiden ved ett sinterverket. Sinterverket ble stanset på slutten av 1999 og var kun i drift i noen uker i 2000. I 2001 var det full stans. Når det gjelder krom, stammer over 90 prosent av kromutslippet fra en bedrift. Nedgangen i utslippet fra 1999 skyldes ifølge SFT i hovedsak nedleggelse av ferrokromproduksjon ved et av anleggene samt bedre drift, mer omfattende oppsamling av støv og bedre rensing.

Utslippstall for produksjon av jern, stål og ferrolegeringer er presentert samlet i tabell 3.10.

3.5.2. Produksjon av aluminium*Produksjon av primær aluminium*

Alle aluminiumsbedriftene rapporterer i dag inn sine utslipp. Det første kravet om rapportering av tungmetaller ble gitt i 1999. På grunn av dette er dataene før 1999 mangelfulle. Tungmetallkonsentrasjonene i luftutslippene fra aluminiumsverkene er så lave at de ikke lar seg måle, og de har derfor blitt beregnet på grunnlag av massestrømmene. Rapporteringen har vist veldig store forskjeller fra verk til verk, også der råmaterialene stammer fra samme leverandør.

Tabell 3.10. Utslipp av tungmetaller fra produksjon av jern, stål og ferrolegeringer. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	1 154	1 154	1 189	1 448	1 684	1 463	1 350	1 220	1 512	1 485	625	254
Cu	737	737	725	743	747	728	743	748	778	749	672	708
Cr	7 896	7 896	7 869	7 907	7 935	7 896	7 910	7 899	7 918	7 916	5 586	3 665

Tabell 3.11. Utslipp av tungmetaller fra aluminiumsproduksjon. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cu	30	30	30	30	30	30	30	30	9	5	5	5
Cr	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	5	5

Tabell 3.12. Utslipp av tungmetaller fra produksjon av andre lettmetaller. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	8	8	5	5	5	6	7	7	8	9	9	9
Cu	3 828	4 728	1 828	2 028	2 248	1 878	1 516	1 449	1 954	2 290	1 581	1 340
Cr	303	303	208	187	188	217	257	274	296	354	342	342

Nye beregninger viser at tidligere rapporterte tall er altfor høye. Disse har tidligere ligget på ca. 75 kg kobber, 100 kg arsen og 50 kg krom. I 2000 var totalutslippene på kun 4 kg kobber, 0,2 kg arsen og 4,4 kg krom. Ut fra dette anbefales det fra SFT at utslippstall fra 2001, beregnet etter den nye metoden, legges til grunn når man skal beregne historiske utslippsdata. Tidligere rapporterte tall beregnet etter gammel metode strykes. Historiske tall justeres vanligvis etter produksjonsendringer, men på grunn av at utslipps-tallene er så små og produksjonen har vært relativt stabil, settes utslippstall for tidligere år lik utslippet rapportert i 2001.

Produksjon av sekundær aluminium

Ett valseverk i Norge driver med sekundær aluminiumsproduksjon, der utslippene skyldes omsmeltningsprosessen. Bedriften har rapportert inn utslipp av kobber og krom siden 1997. Reduksjonen i utslippene skyldes installasjon av posefiltre i 1998 og 1999. På grunn av manglende utslippsdata er utslippstall fra 1990 til og med 1996 satt lik utslippet i 1997. I denne perioden har det ikke har vært nevneverdige endringer i produksjonen og ingen innføring av nye rensemetoder.

Utslippstall fra produksjon av primær og sekundær aluminiumsproduksjon i perioden 1990 til og med 2001 er presentert i tabell 3.11.

3.5.3. Produksjon av andre metaller

Magnesiumproduksjon

Det er rapportert utslipp av arsen og krom fra en magnesiumbedrift. Bedriften rapporterte for første gang utslipp av arsen og krom i 2000. Utslippene før det har blitt beregnet ut fra produksjonsvolum for hvert enkelt år. Bedriften skal legge ned produksjonen av primær magnesium i 2002, mens sekundærproduksjonen opprettholdes.

Nikkelproduksjon

En bedrift produserer nikkel og har rapportert inn sine kobberutslipp siden 1990. Utslippene varierer en del fra år til år, hovedsakelig på grunn av variasjoner i råvarekvaliteten, men også som et resultat av måleusikkerheter. Bedriften har ikke utslipp av arsen og krom til luft.

Støping av ikke-jernholdige metaller

To bedrifter rapporterer inn et prosessutslipp som følge av støping av ikke-jernholdige metaller. Den ene bedriften rapporterer imidlertid inn så lave utslippstall at vi velger å se bort fra dem. Med så små utslipp er også usikkerheten knyttet til utslippene betydelig større.

Den andre bedriften rapporterte første gang i 1995 og deretter ikke før i 1998. Årsaken til dette er at bedriften ikke var pålagt å rapportere før 1997. Utslipp fra 1990 til og med 1994 har derfor blitt satt lik utslippet rapportert inn i 1995. For årene 1996 og 1997 har vi midlet utslippet rapportert i 1995 og 1998. Det ble rapportert henholdsvis et lavt og høyt utslippstall i 1999 og 2000. Dette forklarer bedriften med "uregelmessigheter i produksjonen".

Den andre bedriften som har rapportert, rapporterte for første gang utslipp i 1998. Utslippene rapportert er derimot så lave at vi har valgt å se bort fra dem. Med så små utslipp er også usikkerheten knyttet til utslippene betydelig større.

Utslippstall fra produksjon av magnesium og nikkel samt fra støping av ikke-jernholdige metaller er presentert samlet i tabell 3.12.

3.5.4. Produksjon mineralprodukter

Produksjon av sement

To norske bedrifter produserer sement. Utslippene av kobber, krom og arsen er et prosessutslipp fra denne produksjonen. Begge bedriftene rapporterer utslipp til Inkosys, men startet ikke å rapportere disse metallene før i 1999. Tallene som har blitt rapportert har vært preget av variasjoner som en følge av måleusikkerheter. Bedriftene har derfor fra 2001 blitt pålagt å foreta flere målinger for at dataene skal bli mer pålitelige. Som en følge av dette har vi gjort tilbakeregninger for de årene man ikke har rapportert, ut fra rapporterte tall i 2001, samt gjort endringer i de innrapporterte dataene hvor det helt klart har vært en inkonsistens. Det antas at de rapporterte utslippene også inkluderer utslipp fra forbrenning av kull, koks og spillolje mm. i denne industrien. For å unngå dobbelttelling blir det derfor ikke beregnet utslipp fra forbrenning i denne næringen.

Tabell 3.13. Utslipp av tungmetaller fra produksjon av mineralprodukter. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	45	44	44	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Cu	28	30	30	34	34	35	34	37	35	34	35	35
Cr	46	45	45	51	59	66	69	74	74	68	66	64

Tabell 3.14. Utslipp av tungmetaller fra produksjon av karbider, kobberoksid og sinkkromat. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
As	607	607	607	542	599	643	407	367	491	581	697	736
Cu	2 403	2 403	2 403	1 833	767	785	770	773	733	591	514	521
Cr	1 927	1 927	1 927	1 411	453	471	458	461	421	281	209	224

Steinullproduksjon

Tre bedrifter i Norge produserer steinull, men kun en bedrift rapporterer sine utslipp. De rapporterte utslippene er beregnede verdier ut fra produksjonsmengdene av steinull for hvert enkelt år. De to andre bedriftene beregner sine utslipp på samme måte, men er ikke pålagt å rapportere. Vi har imidlertid tall for hvor mye de to andre bedriftene produserer. Ut fra dette og utslippsfaktorer utledet fra den bedriften som rapporterer, har vi beregnet utslipp for de to andre bedriftene.

Glassproduksjon

En bedrift har rapportert utslipp av arsen i 1992 som følge av glassproduksjon. Utslipp før dette har blitt satt lik utslippet i 1992, mens det senere ikke har vært utslipp av arsen fra denne bedriften. Årsaken til dette er at det fra 1992 ikke har blitt benyttet arsen i glassmassen. I 1999 ble bedriften lagt ned.

Utslippstall fra produksjon av sement, steinull og glass er presentert samlet i tabell 3.13.

3.5.5. Kjemisk industri

Produksjon av karbider

De fire bedriftene med karbidproduksjon rapporterer inn sine utslipp. Tre av bedriftene produserer silisiumkarbid, mens den fjerde produserer kalsiumkarbid. Bedriftene har kun rapportert siden 1999/2000, slik at tilbakeberegning er nødvendig for å få historiske data. Det anbefales fra SFT at tidligere utslipp beregnes ved hjelp av rapporterte støvutslipp for de aktuelle årene. Selv om dette er usikre tall som vil bli revurdert høsten 2002 av SFT/SSB, vil dette her være det mest hensiktsmessige, da produksjonstall mangler for visse år fra noen av bedriftene. I tillegg vil man fange opp endringer i utslippene, da blant annet installering av støvrenseanlegg vil redusere utslipp av tungmetaller.

Utslipp av kobber, krom og arsen fra produksjon av karbider er relativt stor. På begynnelsen av nitti-tallet kom det meste av kobber- og kromutslippene fra en bedrift med store utslipp. Nedgangen fra 1993 til 1994 skyldes en omlegging av driften. Den videre nedgangen på slutten av nittitallet skyldes installering av renseanlegg. I dag kommer det meste av kobber- og kromutslippet fra to av bedriftene som produserer silisiumkarbider.

Hovedsakelig alt utslippet av arsen stammer fra bedriften som produserer kalsiumkarbid. Utslippene har holdt seg relativt stabile i hele perioden.

Produksjon av kobberoksid og sinkkromat

En bedrift som produserer kobberoksid til bunnmaling rapporterer årlig inn et utslipp av kobber. En annen bedrift som produserer sinkkromater, som medfører utslipp av krom, har rapportert siden 1992. I løpet av denne perioden har størrelsen på de rapporterte kromutslippene variert som følge av målesikkerheter, antall målinger og variasjon i produksjonsvolumene for de enkelte årene. Det har vært en nedgangen i utslippene fra 1999 til 2001 som ikke er kjent. Man antar imidlertid at det kan skyldes en reduksjon i produksjonen.

Utslippstall fra produksjon av karbider, kobberoksid og sinkkromat er presentert samlet i tabell 3.14.

3.5.6. Gjenvinning

En gjenvinningsbedrift har rapportert utslipp av kobber og krom. Utslipp er kun rapportert for 1996 og 1997. Det antas at utslipp før og etter dette ikke har blitt rapportert fordi utslippene er relativt lave. Det rapporterte utslippet i 1996 har blitt brukt for utslipp fra 1990 t.o.m 1995, mens utslippet i 1997 har blitt brukt for etterfølgende år. Utslippstallene presenteres ikke i egen tabell da utslippene kun stammer fra en bedrift. Årlige utslipp av kobber og krom er imidlertid meget lave.

3.5.7. Prosessutslipp fra veitrafikk

Prosessutslipp fra veitrafikk er en kilde til utslipp av blant annet kobber og krom (SLB, 1998 og England & Wales Environment Agency, 1998). Utslippene stammer både fra slitasje av asfalt, bremseklosser og bildekk. Hovedsakelig stammer utslippene av kobber og krom fra slitasje av bremseklosser (England & Wales Environment Agency, 1998). Nedenfor følger en beskrivelse og beregning av utslipp fra slitasje av bremseklosser og bildekk. Asfaltslitasje er ikke beskrevet da dette viser seg å være en mindre utslippskilde for disse tungmetallene.

Tabell 3.15. Metallinnholdet av kobber og krom i bremseklosser. mg/kg

	Nye personbiler		Gamle personbiler		Tunge kjøretøy
	Foran	Bak	Foran	Bak	Foran og bak
Krom	137	73,4	92	151	165
Kobber	117 941	92 198	71 990	51 240	9 031

Tabell 3.16. Utslipp av krom og kobber fra bremseklosser. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cr	22	22	22	22	23	24	24	26	26	26	26	27
Cu	7 135	6 804	6 684	6 743	7 009	7 131	7 089	7 873	8 178	8 259	8 306	8 367

Slitasje av bremseklosser

Slitasje av bremseklosser slipper ut ulike typer metaller, deriblant kobber og krom (SLB, 1998). Slitasje av bremseklosser for ulike kjøretøy blir beregnet ved hjelp av antall kjørte kilometer, total slitasje hvert år samt metallinnholdet i bremseklossene.

I den svenske rapporten (SLB, 1998) antas det at personbiler bytter bremseklosser hvert fjerde år. Bakgrunnen er at ved vanlig kjøring bytter normalt personbiler bremseklosser foran etter 3000-4000 mil og bak etter 6000-8000 mil. Undersøkelsen viste at hver personbil gjennomsnittlig kjører 1500 mil hvert år. Hvis det antas at bremseklossene byttes etter 6000 mil, så har dette skjedd når bilen er 4 år gammel.

For personbiler veier bremseklossene 0,13-0,15 kg foran og 0,09-0,11 kg bak. Ved å anta at klossene foran veier 0,15 kg og klossene bak 0,11 kg samt at bremseklossene slites 70 prosent før de byttes og klossene foran byttes etter 4000 mil (fire klosser) og bak etter 6000 mil. Fra personbiler får vi da et forbruk av fremre bremseklosser på $0,7 \cdot 4 \cdot 0,15 / 4000 \cdot \text{antall kjørte mil foran}$ og av bakre bremseklosser på $0,7 \cdot 4 \cdot 0,11 / 6000 \cdot \text{antall kjørte mil}$. I 2001 tilsvarte dette et forbruk i Norge på nær 400 tonn.

De samme antagelsene blir gjort for varebiler og minibuss. Forbruket her ble for 2001 beregnet til å være 85 tonn.

For større kjøretøy (HDV) som lastebiler og busser varierer antall klosser mellom merke og modell. I rapporten fra SLB ble det antatt at for hvert hjul foran veide belegget 2,5 kg og bak 3,5 kg. Dette tyder på at en lastebil med 4 hjul har 12 kg med bremseklosser. Ved antagelsen om at klossene byttes etter 70 prosent slitasje og at klossene byttes etter hver 10 000 mil ga dette et forbruk på 470 tonn i 2001.

Metallinnholdet i bremseklosser foran og bak, samt metallinnholdet i bremseklosser fra nye og gamle personbiler ble undersøkt (SLB, 1998). For beregning av utslipp fra bremseklosser fra personbiler multipliseres årlig slitasje av bremseklosser med metallinnholdet i bremseklossene (tabell 3.15). For personbiler skilles det mellom nye og eldre biler, der biler fire år eller yngre regnes som nye biler. I tillegg er metallinnholdet i bremseklossene foran og bak forskjellig. For tyngre kjøretøy skilles det verken på alder eller metallinnholdet i bremseklossene.

Hvor mye av de totale utslippene som blir sluppet ut til luft ble undersøkt av Sternbeck mfl. (2001). Tunnel-eksperimenter viste at metallutslippene av blant annet

kobber var betydelig mindre, noe som indikerer at av de totale bremseklossutslippene blir mindre enn 20 prosent sluppet ut til luft.

I våre beregninger har vi derfor antatt at 20 prosent av utslippene går til luft. Utslipp av kobber og krom fra slitasje av bremseklosser fra 1990 til og med 2001 er vist i tabell 3.16.

Slitasje av bildekk

Slitasje av bildekk er en kilde til utslipp av kobber (England & Wales Environment Agency, 1998). Dekkene slites 10 til 20 prosent av sin totale vekt i løpet av sin levetid og dette tilsvarer et tap på 4444 tonn gummi hvert år i Norge. Ved å anta lik fordeling på veinettet i Norge tilsvarer dette at 48 gram gummi tapes fra bildekkene per år for hver meter av veien. Men det meste mistes under akselerasjon og bremsing, slik at mengden gummi som tapes er større ved mer belastende områder. Dette er imidlertid en grov beregning siden det antas at alt gummi som slites av er partikler. Noe av tapet som skyldes slitasje kan være vann og karbondioksid, men uten annen informasjon er det vanskelig å gjøre et bedre estimat.

Både England & Wales Environmental Agency (1998) og European Communities (2001) oppgir utslippsfaktorer for bildekkslitasje hentet fra Muschack (1990). Utslippsfaktorene varierer avhengig av type vei slitasjen forekommer på (tabell 3.17). Faktorene er over 60 ganger høyere for slitasje på motorvei i forhold til privat vei. Ved utgangen av 1999 var den samlede lengden av det offentlige veinettet i Norge på 90 880 kilometer (SSB, 2001). Av dette var 29 prosent riksveier, 30 prosent fylkesveier og 41 prosent kommunale veier. Det er få motorveier. Av de 26 705 kilometerne med riksvei, utgjorde motorvei klasse A en halv prosent (144 km) og klasse B snaut 2 prosent (445 kilometer).

Ved å benytte utslippsfaktorer knyttet til de ulike veiene fås et årlig utslipp av kobber på 2,3 tonn. Faktorene oppgir imidlertid ikke hvor mye av dette som faktisk blir sluppet ut til luft. Hvis vi antar som for slitasje av bremseklosser at 20 prosent blir sluppet ut til luft, fås et årlig utslipp fra slitasje av bildekk på 463 kg kobber og 340 kg krom.

Tabell 3.17. Utslippsfaktorer for slitasje av bildekk. g/km

	Utslippsfaktorer (g/km)			Utslipp (kg)	
	Veinett (km)	Kobber	Krom	Kobber	Krom
Kommunal vei	36 962	8,9	6,9	329	255
Fylkesvei	27 213	22,75	16,8	619	457
Riksvei	26 116	48	35,2	1254	919
Motorvei A	144	57,6	51,2	8	7
Motorvei B	445	230	168	102	75

3.5.8. Elektriske togledninger

Elektriske togledninger er av Parcom-Atmos nevnt som en mulig kilde til utslipp av kobber. De har foreslått en faktor på 40 g Cu/togkilometer. Det er imidlertid uklart hvor mye av dette som blir et reelt utslipp til luft. Ifølge teknisk sjef Frode Nilsen i NSB er vekten av en kontakttråd 0,91 kg/m. Vekten av en slik ledning blir redusert med 20 prosent etter 3 millioner togpasseringer. Dette gir en utslippsfaktor på 0,06 g/togkilometer. Regnes halvparten som sluppet ut til luft blir faktoren på 0,03 g/km. I utlandet kan det være flere strømvtagere per tog (kun ett i Norge) og høyere bøyetrykk (65-70 N i Norge). Med 33 mill. togkilometer med elektriske motorvogner og lokomotiver gir dette et utslipp på 990 kg kobber.

3.5.9. Bruk av produkter

Det er ikke registrert noen utslipp av disse komponentene fra bruk av produkter til luft. Avdunstning fra impregnert trevirke under normale betingelser antas å være minimale både når det gjelder arsen, krom og kobber (SFT, 1992).

3.6. Utslipp fra mobil forbrenning

Tungmetallutslippene er først og fremst avhengig av hvilken energivare som brukes og forbrenningsteknologi.

3.6.1. Veitrafikk

EEA (2001) opererer med utslippsfaktorer for kobber og krom fra forbrenning av drivstoff. Faktorene, som for kobber er 1,7 g/tonn drivstoff og for krom 0,05 g/tonn drivstoff, er uavhengig av type kjøretøy og om kjøretøyet har katalysator eller ikke (tabell 3.18). I litteraturen er det ikke funnet egne utslippsfaktorer for LPG-drevne biler. For disse benyttes generelle utslippsfaktorer for forbrenning av gass i industrien.

Det er ikke funnet utslippsfaktorer for arsen fra bensin og diesel, slik at vi velger å benytte faktoren for fyringsolje i industrien på 0,05 g/tonn (tabell 3.3). Med et forbruk av bilbensin og diesel i 2001 på 2968 ktonn ble utslippet på 5 tonn kobber og 149 kg arsen og krom.

3.6.2. Motorredskaper, småbåter og jernbane

EEA (2001) opererer med de samme utslippsfaktorene her som for veitrafikk. Det gjør også DMU (1999) (tabell 3.19). Ellers i litteraturen er det heller ikke funnet egne faktorer. For arsen velger vi, som for veitrafikk, å benytte faktoren for fyringsolje i industrien på 0,05 g/tonn (tabell 3.3). Med disse faktorene og et forbruk på 3 ktonn fyringsolje, 65 kg bensin og 266 ktonn diesel ble utslippet på 563 kg kobber og 16 kg arsen og krom i 2001.

3.6.3. Skip og fiskebåter

EEA (2001) oppgir utslippsfaktorer basert på Lloyds' målinger. Dette er de samme faktorene som DMU (1999) oppgir. I Finstad mfl. (2001) ble Lloyds

Tabell 3.18. Utslippsfaktorer for tungmetaller fra veitrafikk. g/tonn

	Bensin		Diesel	
	Kobber	Krom	Kobber	Krom
EEA	1,7	0,05	1,7	0,05
DMU	1,7	0,05	1,7	0,05
PARCOM-ATMOS	0,5-3,0	0,05	0,05	..
Valgt faktor	1,7	0,05	1,7	0,05

Tabell 3.19. Utslippsfaktorer for tungmetaller for motorredskaper, småbåter og jernbane. g/tonn

	Bensin		Diesel	
	Kobber	Krom	Kobber	Krom
EEA	1,7	0,05	1,7	0,05
DMU	1,7	0,05	1,7	0,05
PARCOM-ATMOS	0,5-3,0	0,5	1-10	..
Valgt faktor	1,7	0,05	1,7	0,05

Tabell 3.20. Utslippsfaktorer for tungmetaller fra skip og fiskebåter. g/tonn

	Marint brennstoff		
	Arsen	Kobber	Krom
EEA	0,05	0,05	0,04
PARCOM-ATMOS	0,05	0,05	0,02
DMU	0,05	0,05	0,04
Valgt faktor	0,05	0,05	0,04

Tabell 3.21. Utslippsfaktorer for tungmetaller fra luftfart. g/tonn

	As	Cu	Cr
	Flybensin	0,05	1,7
Jetparafin	0,05	0,05	0,04

målinger ansett å være mindre relevante på grunn av annen drivstoffkvalitet i norsk olje, og utslippsfaktorer for fyringsolje anbefalt under stasjonær forbrenning ble benyttet. Utslippsfaktorene for marint brennstoff i tabell 3.20 er imidlertid de samme som foreslått for fyringsolje (tabell 3.3). For tungolje velger vi å benytte de samme faktorene som for stasjonær forbrenning i industrien (tabell 3.4).

Med bruk av de valgte utslippsfaktorene og et forbruk i 2001 på 1071 ktonn marint brennstoff, 6 ktonn tungolje og 139 ktonn tungdestillat ble utslippet på 64 kg arsen og kobber og 57 kg krom.

3.6.4. Luftfart

Det finnes lite data på denne kilden i litteraturen. De oppgitte faktorene i tabell 3.21 gjelder generell forbrenning av bensin og parafin. Dette ble foreslått å gjøre i Rypdal og Myklebost (upublisert notat, 1997). Imidlertid er ikke utslipp fra denne kilden veldig vesentlig i Norge ut fra drivstoff brukt i fly. Det er ikke funnet utslippsfaktorer for arsen fra bensin og diesel, slik at vi velger å benytte faktoren for fyringsolje på 0,05 g/tonn. Med et forbruk i 2001 på 2,4 ktonn flybensin og 358 ktonn jetparafin ga dette et utslipp på 18 kg arsen, 14 kg krom og 22 kg kobber.

4. Resultater

4.1. Kobber

Det ble i 2001 sluppet ut 19,6 tonn kobber til luft. Utslipp fra veitrafikk er helt klart den største kilden. Over 40 prosent av kobberutslippene i 2001 stammer fra slitasje av bremseklosser, mens forbrenningsutslippene av bensin og diesel står for 26 prosent. Prosessindustrien bidro med 13 prosent av utslippene, mens 5 prosent av de totale utslippene i 2001 kom fra elektriske togledninger.

Utslippene ble redusert med 10 prosent fra 1990 til 2001 og 4 prosent fra 1999 til 2001. Fra 2000 har det imidlertid vært en liten økning på nær 2 prosent som følge av høyere utslipp fra forbrenning av bensin og diesel. De største reduksjonene har på 90-tallet har vært innenfor prosessindustrien, særlig fra kjemisk og metallurgisk industri. Årsaken til reduksjonen er omlegging av drift og installering av renseanlegg. Utslipp fra veitrafikk har imidlertid økt med 18 prosent fra 1990 til 2001.

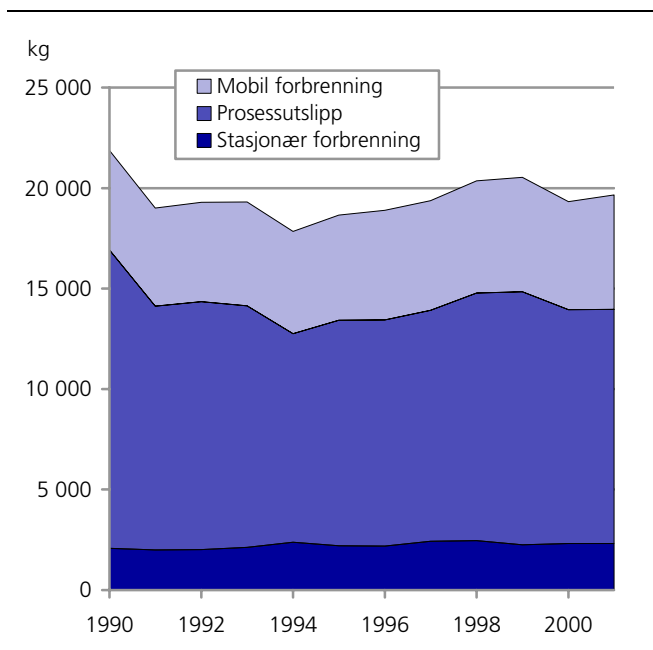
4.1.1. Stasjonær forbrenning

Stasjonær forbrenning bidro med kun 12 prosent av alt kobberutslipp i 2001. Nær 70 prosent av dette stammer fra forbrenning i industrien, hovedsakelig fra forbrenning av treavfall, mens utslipp fra vedfyring sto for 18 prosent av utslippene fra stasjonær forbrenning. Utslipp av kobber fra stasjonær forbrenning har hatt en økning på 12 prosent fra 1990 til 2001.

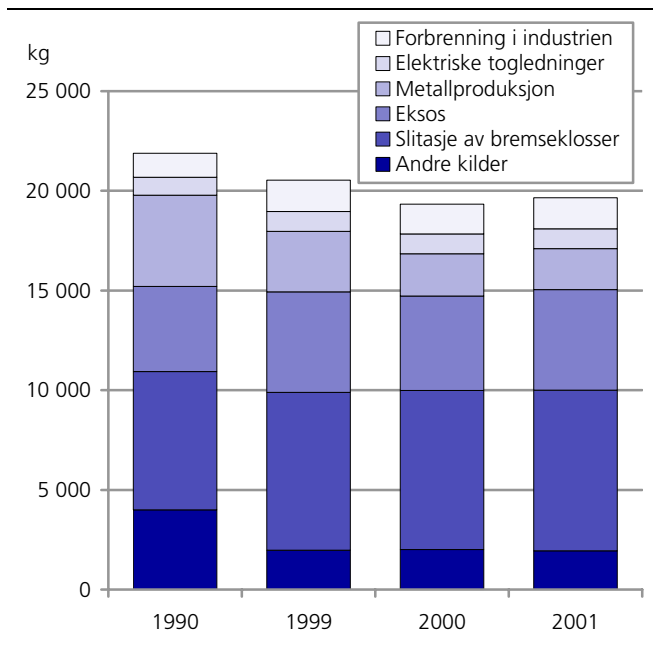
4.1.2. Prosessutslipp

60 prosent av alt kobberutslipp i 2001 er prosessutslipp. 70 prosent av dette igjen er utslipp fra slitasje av bremseklosser, som totalt er den største kilden til kobberutslipp til luft i Norge i dag. 17 prosent av prosessutslippene kommer fra metallurgisk industri, hovedsakelig fra nikkelproduksjon. Nær 9 prosent av prosessutslippet er utslipp fra elektriske togledninger. Det har vært en nedgang i prosessutslippene på over 20 prosent fra 1990 til 2001. Fra 1999 til 2001 var nedgangen på 7 prosent, mens utslippet har holdt seg på samme nivå som i 2000. Nedgangen i utslippene skyldes reduserte utslipp fra kjemisk og metallurgisk industri, som følge av installering av renseanlegg og omlegging av drift.

Figur 4.1. Utslipp til luft av kobber. 1990-2001. kg



Figur 4.2. Utslipp av kobber etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg



4.1.3. Mobil forbrenning

Mobil forbrenning sto for 28 prosent av de totale kobberutslippene i 2001. Nær 90 prosent av dette stammer fra veitrafikk og forbrenning av bensin og diesel. De mobile utslippene er på samme nivå som utslippene i 1999, mens det fra 1990 har vært en økning på nesten 15 prosent.

4.2. Krom

For 2001 er luftutslippene av krom beregnet til sju tonn. Over halvparten av utslippene skyldes utslipp fra ferrolegeringsindustrien. Andre viktige kilder er forbrenning i industrien (23 prosent) og veitrafikk (8 prosent). Utslippene er redusert med 45 prosent siden 1990 og 37 prosent siden 1999. Nedgangen er størst innenfor metallurgisk industri som følge av installering av renseanlegg og nedleggelse av ferrokromproduksjon.

4.2.1. Stasjonær forbrenning

30 prosent av de totale utslippene av krom til luft stammer fra stasjonær forbrenning. Mesteparten av dette kommer fra forbrenning i industrien, hovedsakelig innenfor treforedlingsindustrien. Vedfyring og annen fyring i husholdningene bidro kun med 12 prosent av de stasjonære utslippene. Det har vært en økning i de stasjonære utslippene på 7 prosent siden 1999 og 12 prosent siden 1990. Økningen har vært størst innenfor industrien og tjenesteytende næringer, mens det har vært en klar nedgang i utslippene fra forbrenning av avfall og annen forbrenning.

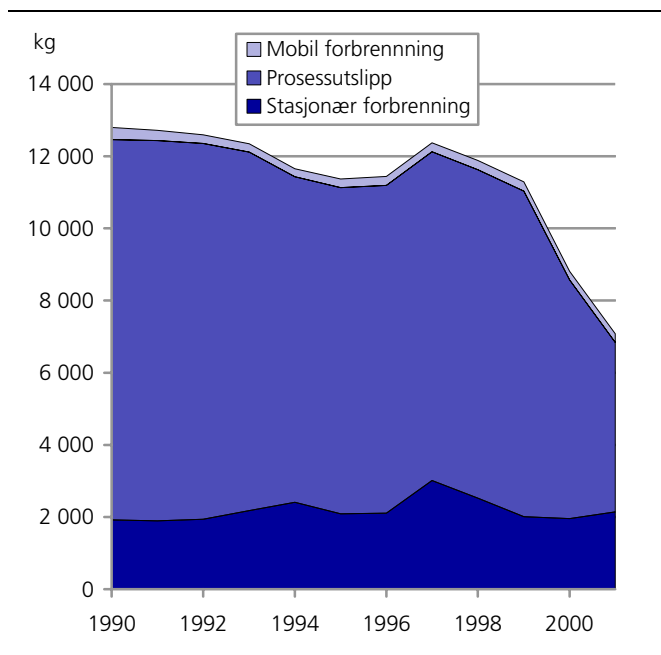
4.2.2. Prosessutslipp

Prosessutslipp sto for 66 prosent av kromutslippene til luft i 2001, mens prosessutslippene i 1990 og 1999 sto for omkring 80 prosent av de totale utslippene. Det har vært en nedgang i prosessutslippene på hele 48 prosent fra 1999. Dette skyldes i all hovedsak en nedgang i utslippene fra ferrolegeringsindustrien som følge av nedleggelse av ferrokromproduksjon ved ett anlegg. Også innenfor produksjon av karbider har det vært store reduksjoner i utslippene fra 1990. Dette skyldes ett anlegg som tidlig på nitti-tallet hadde store utslipp, men som følge av omlegging av driften og installering renseanlegg har klart å redusere utslippene betydelig. Fra 1990 har det vært en nedgang i utslippene fra karbidproduksjon på nær 90 prosent. 8 prosent av de totale prosessutslippene i 2001 stammer fra slitasje av bildekk og bremseklosser. Disse utslippene har holdt seg på samme nivå siden 1990.

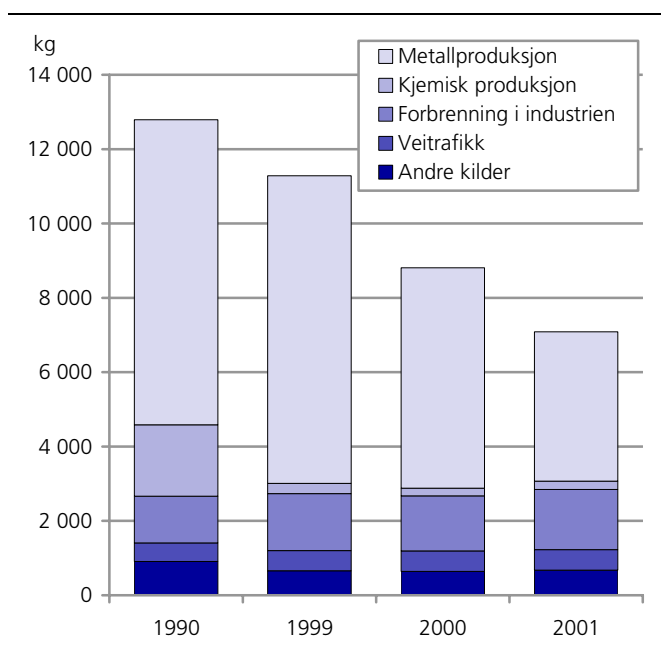
4.2.3. Mobil forbrenning

Kun 4 prosent av utslippene av krom til luft stammer fra mobil forbrenning. 60 prosent av dette stammer fra veitrafikk, mens 24 prosent kommer fra skip og båter. Det har vært en nedgang i de mobile utslippene på 27 prosent siden 1990, mens utslippene i 1999 og 2001 er på samme nivå. Nedgangen er en følge av reduserte utslipp fra skip og båter.

Figur 4.3. Utslipp til luft av krom. 1990-2001. kg



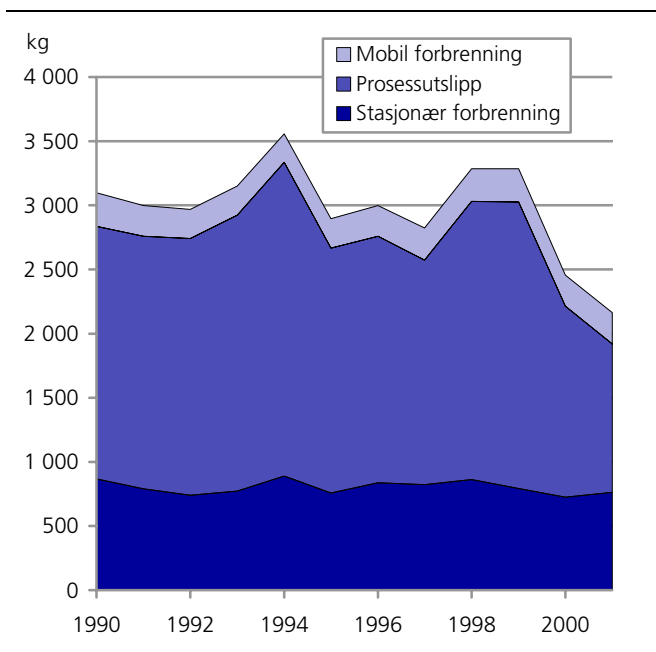
Figur 4.4. Utslipp av krom etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg



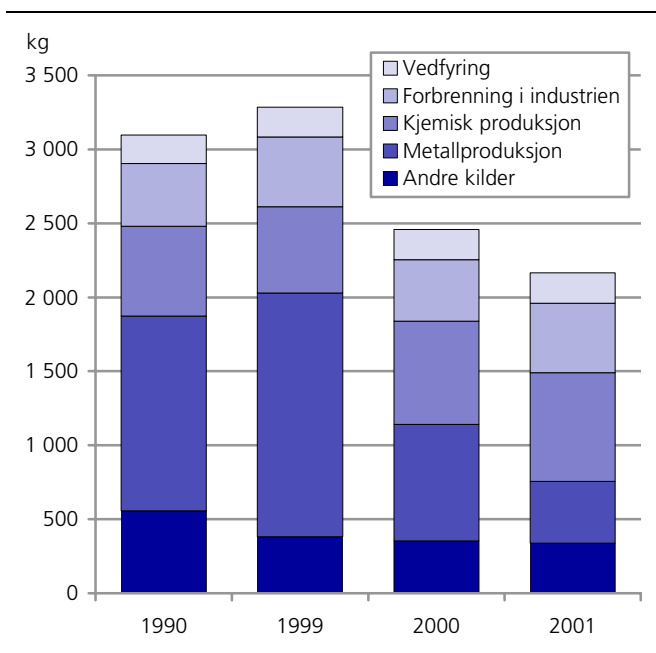
4.3. Arsen

I 2001 ble det sluppet ut 2 165 kilo arsen. Dette er en nedgang på 30 prosent siden 1990. Prosessutslippene fra karbidproduksjon er den viktigste kilden til utslipp til luft av arsen i Norge i dag. Disse utgjorde i 2001 34 prosent av totale utslipp. Før 2000 dominerte utslipp fra ferrolegeringsindustrien, men på grunn av redusert drift og stans av et sinterverk ble arsenutslippene i denne virksomheten redusert med over 80 prosent fra 1999 til 2001. I 2001 utgjorde utslipp fra ferrolegeringsindustrien kun 12 prosent av de totale arsenutslippene.

Figur 4.5. Utslipp til luft av arsen. 1990-2001. kg



Figur 4.6. Utslipp av arsen etter kilde. 1990 og 1999-2001. kg



Andre viktige kilder til utslipp av arsen er forbrenning av treavfall i industrien og vedfyring i husholdningene. Disse utgjorde til sammen 23 prosent av de totale utslippene av arsen i 2001, og nivået har endret seg lite siden 1990.

4.3.1. Stasjonær forbrenning

Av de totale utslippene i 2001 sto stasjonær forbrenning for 35 prosent. Over 60 prosent av dette kommer fra forbrenning i industrien, hovedsakelig fra treforedlingsindustrien. Vedfyring i husholdningene sto for 27 prosent av de stasjonære utslippene av arsen. Utslippene fra stasjonær forbrenning har en nedgang på 12 prosent fra 1990 og 4 prosent fra 1999. Nedgangen er en følge av reduserte utslipp fra avfallsforbrenning.

4.3.2. Prosessutslipp

53 prosent av de totale arsenutslippene til luft i 2001 stammer fra prosessutslipp. 50 prosent av dette kommer fra karbidproduksjon mens 36 prosent er fra produksjon av metaller. Det har vært en nedgang i prosessutslippene på henholdsvis 41 og 48 prosent fra 1990 og 1999. Dette er en følge av reduserte utslipp fra ferrolegeringsindustrien som følge av nedleggelse av et sinterverk ved et av anleggene.

4.3.3. Mobil forbrenning

Mobil forbrenning står for 12 prosent av arsenutslippene til luft i 2001. Det er utslipp fra veitrafikk og skip og båter som bidrar mest. Utslippene har holdt seg tilnærmet uendret siden 1990.

Referanser

Benestad, Christel (2002): Personlig meddelelse, Statens forurensningstilsyn.

DMU (1999): Emissionfaktorer for tungmetaller 1990-1996. Miljø- og Energiministeriet - Danmarks Miljøundersøkelser, Faglig rapport fra DMU, nr. 301.

EEA (2001): Emission Inventory Guidebook, 3rd Edition. A joint EMEP/CORINAIR Production, European Environmental Agency.

England & Wales Environment Agency (1998): Tyres in the Environment, The Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, Bristol BS32 4UD, ISBN 1-873-16075-5.

EPA (1996): FIRE Emission Factors Retrieval System version 5,1a, <http://www.epa.gov/ttn/chief/>, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle park, NC.

EPA(1998): Locating and estimating air emission from sources of arsenic and arsenic compounds, EPA-454/R-98-013

EPA (2002): Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>

EPA (2001b): Documentation for the 1996 base year national toxics Inventory for Area Sources, Research Triangle park, NC.

European Communities (2001): Pollutants in urban waste water & sewage sludge. Final Report. Office for official publications of the European Communities, ISBN 92-894-1735-8

Finstad, A., G. Haakonsen, E. Kvingedal og K. Rypdal (2001): Utslipp til luft av noen miljøgifter i Norge - Dokumentasjon av metode og resultater, Rapporter 2001/17, Statistisk sentralbyrå.

Finstad, A., G. Haakonsen og K. Rypdal (2002): Utslipp til luft av dioksiner i Norge - Dokumentasjon av metode og resultater, Rapporter 2002/7, Statistisk sentralbyrå.

Flugsrud, K., E. Gjerald, G. Haakonsen, H. Høie, K. Rypdal, B. Tornsjo og F. Weidemann (2000): *The Norwegian Emission Inventory. Documentation of methodology and data for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants.* Rapporter 2000/1. Statistisk sentralbyrå.

Gjesdal, S.F.T, K.E. Rosendahl og K. Rypdal (1998): A balance of use of wood products in Norway - Part III, Rapport 98:05, Statens forurensningstilsyn.

Haakonsen, G. og E. Kvingedal (2001): Utslipp til luft fra vedfyring i Norge. Utslippsfaktorer, ildstedsbestand og fyringsvaner. Rapporter 2001/36, Statistisk sentralbyrå.

Jensen, Karl Erik (2002): Personlig meddelelse, ESSO Norge.

Jockel, W., Hartje, J.: *Die Entwicklung der Schwermetallemissionen in der Bundesrepublik Deutschland von 1985-1995*; Forschungsbericht 91-104 03 524, TUV Rheinland e. V. Köln, 1995.

Muschack, W. (1990): Pollution of street runoff by traffic and local conditions. The Science of the Total Environment. No.93. pp 419-431. Elsevier Science Ltd, Oxford.

Olsen, Samuel Dagfinn (1996): Development and Application of Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry for the analysis of metals in Sedimentary Organic Matter. Dr.Philos-avhandling. Newcastle upon Tyne. December 1996.

Rypdal, K og T.C. Myklebost (1997): Utslippsfaktorer for miljøgifter, Upublisert notat.

SFT (1992): Materialstrømsanalyse av krom (92:10), TA-838/1992, Materialstrømsanalyse av arsen (92:26),

TA-867/1992, Materialstrømsanalyse av kobber (92:25), TA-866/1995. Statens forurensningstilsyn.

SFT (1998): Impregnert trevirke - bruk og avfallsbehandling, Sft fakta 97:8, Statens forurensningstilsyn.

SFT (2002): Miljøstatus i Norge.
www.mistin.dep.no/tema/Kjemikalier

SLB (1998): *Metallemission från trafiken i Stockholm-Slitasje av bromsbelägg*. Rapporter från SLB-analys Nr 2:98, Stockholms luft- och bulleranalys, Sverige.

SSB (2001): www.ssb.no/vis/magasinet/fire_hjul/art-2001-01-18-02.html

Stabbetorp (2001): Personlig meddelelse, telefonsamtale 18/1-01. Planteforsk, Kapp.

Sternbeck, J., Sjödin, Å. og Andréasson, K. (2001): *Spridning av metaller från vägtrafik*. IVL, B1431, 100 31 Stockholm, Sverige.

TNO Institute of environmental and Energy Technology, *Emission Factors Manual Parcom-Atmos. Emission factors for air pollutants 1992*. TNO-report 92-235.

Vedlegg

Tabeller

Utslippsfaktorer for arsen, kobber og krom. g/tonn

Utslippsfaktorer (g/tonn)	As	Cu	Cr
<i>Stasjonær forbrenning</i>			
<i>Kullkraftverk</i>	0,085	0,11	0,045
<i>Industri</i>			
- Kull og koks	0,089	0,087	0,065
- Ved/avlut	0,159	0,354	0,152
- Gass/LPG	0,0038	0,016	0,021
- Fyringsparafin	0,05	0,05	0,04
- Fyringsolje	0,05	0,05	0,04
- Spesialdestillat/Marint brennstoff	0,05	0,05	0,04
- Tungolje	0,57	0,53	1,35
- Spillolje	1	25	31
<i>Husholdningene</i>			
- Kull og koks	1,2	1,2	0,9
- Ved	0,159	0,354	0,152
- Gass/LPG	0,0038	0,016	0,021
- Fyringsparafin	0,05	0,05	0,04
- Fyringsolje	0,05	0,05	0,04
- Spesialdestillat	0,05	0,05	0,04
- Tungolje	0,57	0,53	1,35
<i>Annen forbrenning</i>			
- Kremasjoner ¹	1,10E-06	7,70E-06	8,44E-06
- Husbranner	0,159	0,354	0,152
- Halmbrenning	0,159	0,354	0,152
- Grilling med trekull	1,2	1,2	0,9
- Sigarettøyking	0,159	0,354	0,152
<i>Mobil forbrenning</i>			
<i>Bil, motorredskaper, småbåter og jernbane</i>			
- Bensin	0,05	1,7	0,05
- Diesel	0,05	1,7	0,05
<i>Skip og fiskebåter</i>			
- Fyringsolje	0,05	0,05	0,04
- Marint brennstoff	0,05	0,05	0,04
- Tungolje	0,57	0,53	1,35
<i>Luftfart</i>			
- Flybensin	0,05	1,7	0,05
- Jetparafin	0,05	0,05	0,05

¹ Utslippsfaktor i g/kremasjon

Utslipp av kobber etter aktivitet 1990-2001. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
UTSLIPP I ALT	21 882	19 010	19 290	19 303	17 848	18 648	18 887	19 375	20 363	20 530	19 329	19 658
STASJONÆR FORBRENNING I ALT	2 068	1 996	2 006	2 118	2 380	2 204	2 179	2 426	2 448	2 255	2 319	2 312
Olje- og gassvirksomhet	46	46	48	50	54	55	59	63	61	61	68	71
- Naturgass	34	36	39	41	42	42	45	49	46	42	49	55
- Fakling	9	6	5	5	6	7	7	7	7	11	11	9
- Dieselbruk	3	4	4	4	6	6	7	7	7	8	7	7
Gassterminal	3	3	2	3	5	5	6	5	5	5	6	5
Industri	1 201	1 208	1 295	1 312	1 564	1 556	1 486	1 737	1 779	1 568	1 493	1 569
- Oljeraffinerier	12	10	13	12	12	10	11	12	12	12	16	10
- Treforedling	532	522	519	492	600	608	610	592	605	577	634	726
- Sement kalk og gips	10	10	10	10	11	10	10	10	17	152	6	2
- Annen mineralsk produksjon	101	183	196	234	271	311	252	318	311	175	204	237
- Petrokjemi	206	206	205	210	215	180	74	227	233	236	239	237
- Gjødelsproduksjon	5	8	6	5	6	2	5	22	46	56	17	6
- Metallproduksjon	23	16	16	17	14	13	16	36	50	17	23	39
- Annen industri	312	253	330	332	437	422	507	519	504	342	353	313
Andre næringer	28	25	20	27	31	26	32	33	34	33	43	106
Boliger	387	348	337	380	404	394	421	434	415	422	430	431
Forbrenning av avfall og deponigass	230	230	226	240	246	75	73	78	78	91	205	59
Annen forbrenning	173	137	77	104	76	94	102	75	78	75	75	71
PROSESSUTSLIPP I ALT	14 850	12 130	12 343	12 019	10 378	11 216	11 262	11 500	12 336	12 584	11 632	11 653
Olje- og gassvirksomhet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gassterminal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utvinning av kull	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bensindistribusjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raffinering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Treforedling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjemisk produksjon	2 403	2 403	2 403	1 833	767	785	770	773	733	591	514	521
- Gjødelsproduksjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Karbidproduksjon	2 103	2 103	2 103	1 533	467	485	470	473	433	291	214	221
- Petrokjemisk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Annen kjemisk	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Mineralsk produksjon	28	30	30	34	34	35	34	37	35	34	34	35
- Sementproduksjon	28	30	30	34	34	35	34	37	35	34	34	35
- Annen mineralsk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metallproduksjon	4 576	5 476	2 550	2 803	3 041	2 611	2 283	2 212	2 745	3 044	2 117	2 053
- Jern, stål og ferrolegeringer	746	746	720	772	790	731	763	759	805	759	571	728
- Aluminium	30	30	30	30	30	30	30	30	9	6	5	5
- Andre metaller	3 800	4 700	1 800	2 000	2 220	1 850	1 490	1 423	1 930	2 280	1 540	1 320
- Metaller: anodeproduksjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Landbruk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avfallsdeponigass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Løsemidler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gruver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prod. brød og øl (gjæring)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalking: industriavfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunale avløp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veistøv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bildekkslitasje, bremser	6 937	3 268	6 448	6 516	5 565	6 844	7 181	7 496	7 833	7 924	7 978	8 052
Asfaltverk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bruk av produkter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre prosessutslipp	905	952	912	834	972	941	994	982	991	991	991	991
MOBIL FORBRENNING I ALT	4 965	4 885	4 942	5 166	5 090	5 227	5 446	5 450	5 578	5 691	5 378	5 694
Veitrafikk	4 262	4 218	4 305	4 541	4 443	4 564	4 794	4 791	4 920	5 031	4 738	5 045
- Bensinkjøretøyer	2 902	2 817	2 749	2 743	2 734	2 696	2 735	2 685	2 712	2 688	2 598	2 701
- - Lette kjøretøy: bensin	2 878	2 796	2 729	2 721	2 713	2 672	2 712	2 660	2 691	2 670	2 580	2 682
- - Tunge kjøretøy: bensin	23	21	20	22	20	23	23	25	20	18	18	19
- Dieselskjøretøyer etc.	1 334	1 374	1 530	1 771	1 681	1 840	2 028	2 072	2 170	2 301	2 095	2 299
- - Lette kjøretøy: diesel etc.	325	341	398	471	512	550	598	702	787	853	808	887
- - Tunge kjøretøy: diesel etc.	1 009	1 033	1 131	1 300	1 169	1 290	1 430	1 370	1 383	1 449	1 287	1 412
- Motorsykkel - moped	26	26	27	27	28	29	31	34	38	42	45	45
- - Motorsykkel	12	12	13	14	15	17	19	23	27	30	33	33
- - Moped	14	14	14	13	12	12	12	12	12	12	12	12
Snøscooter	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8
Småbåt	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Motorredskap	428	415	395	388	409	423	425	422	429	428	419	434
- Motorredskap, bensin	30	30	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31
- - Motorredskap: bensin 2-takt	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
- - Motorredskap: bensin 4-takt	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
- Motorredskap: diesel	397	385	365	357	378	392	395	391	398	397	388	403
Jernbane	52	49	52	55	56	55	38	40	31	29	26	25
Luftfart	20	19	20	18	22	22	23	23	22	26	21	22
- Innenriks <1 000 m	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	7	7
- Innenriks >1 000 m	15	14	14	13	16	16	16	16	16	18	15	15
Skip og båter	101	81	67	62	58	61	64	72	73	74	70	64
- Kysttrafikk mm.	69	52	43	40	35	38	37	43	45	47	43	37
- Fiske	28	25	20	19	20	20	23	23	23	23	22	23
- Mobile oljerigger mm.	4	4	4	3	3	3	4	6	5	4	5	4

Utslipp av arsen etter aktivitet. 1990-2001. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
UTSLIPP I ALT	3 098	2 997	2 968	3 151	3 558	2 896	2 999	2 823	3 285	3 286	2 457	2 165
STASJONÆR FORBRENNING I ALT	868	791	741	772	889	756	836	821	862	792	725	761
Olje- og gassvirksomhet	13	14	14	15	17	17	19	21	20	20	22	22
- Naturgass	8	9	9	10	10	10	11	12	11	10	12	13
- Fakling	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	2
- Dieselbruk	3	4	4	4	6	6	7	7	7	8	7	7
Gassterminal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Industri	425	387	376	376	484	446	508	496	510	474	416	470
- Oljeraffinerier	5	4	5	3	3	3	3	3	3	4	7	4
- Treforedling	211	199	204	206	289	277	308	286	291	269	233	286
- Sement kalk og gips	3	3	3	2	3	5	6	6	5	4	4	4
- Annen mineralsk produksjon	22	22	17	17	19	20	22	19	16	10	12	12
- Petrokjemi	11	12	10	15	21	17	18	33	27	26	24	27
- Gjødelsproduksjon	4	8	5	4	5	1	5	6	11	16	4	4
- Metallproduksjon	14	7	10	12	10	7	10	7	6	4	5	13
- Annen industri	155	132	122	117	134	116	137	136	151	142	127	119
Andre næringer	25	22	17	16	20	19	25	20	21	22	17	22
Boliger	193	172	165	184	195	190	203	208	199	201	203	204
Forbrenning av avfall og deponiggass	133	133	133	132	137	40	34	41	76	39	32	10
Annen forbrenning	78	62	35	47	35	42	46	34	36	34	34	32
PROSESSUTSLIPP I ALT	1 967	1 967	2 000	2 152	2 445	1 909	1 921	1 752	2 169	2 233	1 488	1 156
Olje- og gassvirksomhet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gassterminal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utvinning av kull	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bensindistribusjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raffinering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Treforedling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjemisk produksjon	607	607	607	542	599	643	407	367	491	581	697	735
- Gjødelsproduksjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Karbidproduksjon	607	607	607	542	599	643	407	367	491	581	697	735
- Petrokjemisk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Annen kjemisk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineralsk produksjon	44	44	44	3	3	3	3	4	4	3	3	3
- Sementproduksjon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Annen mineralsk	43	43	43	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Metallproduksjon	1 317	1 317	1 349	1 607	1 843	1 263	1 511	1 382	1 675	1 649	788	418
- Jern, stål og ferrolegeringer	1 154	1 154	1 189	1 448	1 684	1 103	1 350	1 220	1 512	1 485	625	254
- Aluminium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Andre metaller	8	8	5	5	5	6	7	7	8	9	9	9
- Metaller: anodeproduksjon	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
Landbruk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avfallsdeponiggass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Løsemidler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gruver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prod. brød og øl (gjæring)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalking: industriavfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunale avløp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veistøv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bildekkslitasje, bremser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asfaltverk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bruk av produkter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre prosessutslipp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOBIL FORBRENNING I ALT	263	239	227	227	224	231	241	249	254	261	243	247
Veitrafikk	125	124	127	134	131	134	141	141	145	148	139	148
- Bensinkjøretøyer	85	83	81	81	80	79	80	79	80	79	76	79
- - Lette kjøretøy: bensin	85	82	80	80	80	79	80	78	79	79	76	79
- - Tunge kjøretøy: bensin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Dieselkjøretøyer etc.	39	40	45	52	49	54	60	61	64	68	62	68
- - Lette kjøretøy: diesel etc.	10	10	12	14	15	16	18	21	23	25	24	26
- - Tunge kjøretøy: diesel etc.	30	30	33	38	34	38	42	40	41	43	38	42
- Motorsykel - moped	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- - Motorsykel	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
- - Moped	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Snøscooter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Småbåt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Motorredskap	13	12	12	12	12	13	13	13	13	13	12	13
- Motorredskap, bensin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- - Motorredskap: bensin 2-takt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- - Motorredskap: bensin 4-takt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Motorredskap: diesel	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
Jernbane	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Luftfart	15	15	15	14	18	18	19	19	19	22	17	18
- Innenriks <1 000 m	4	4	4	4	5	5	6	6	6	7	6	6
- Innenriks >1 000 m	11	11	11	10	13	13	13	13	13	15	12	12
Skip og båter	105	84	68	63	58	61	65	72	74	75	70	64
- Kysttrafikk mm.	73	54	45	41	35	38	38	44	46	47	43	37
- Fiske	29	26	20	19	20	20	23	23	23	23	22	23
- Mobile oljerigger mm.	4	4	4	3	3	3	4	6	5	4	5	4

Utslipp av krom etter aktivitet. 1990-2001. kg

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
UTSLIPP I ALT	12 797	12 718	12 595	12 348	11 654	11 367	11 438	12 374	11 886	11 287	8 814	7 083
STASJONÆR FORBRENNING I ALT	1 914	1 894	1 935	2 174	2 409	2 092	2 104	3 014	2 522	2 010	1 952	2 145
Olje- og gassvirksomhet	59	58	61	64	68	69	74	78	76	76	85	89
- Naturgass	45	47	52	54	55	56	60	64	61	56	65	72
- Fakling	12	7	6	7	8	9	9	9	9	14	14	12
- Dieselbruk	2	3	3	3	5	5	5	6	6	6	6	6
Gassterminal	3	3	3	4	6	7	7	6	6	6	7	7
Industri	1 262	1 282	1 371	1 393	1 766	1 683	1 670	2 574	2 091	1 535	1 485	1 626
- Oljeraffinerier	19	16	19	16	16	13	16	16	16	17	26	15
- Treforedling	378	386	375	362	538	513	580	511	507	475	530	634
- Sement kalk og gips	26	26	26	26	27	26	26	26	42	40	15	6
- Annen mineralsk produksjon	133	251	261	307	354	405	328	1 053	491	235	234	342
- Petrokjemi	258	260	256	267	280	234	108	309	307	311	314	314
- Gjødselproduksjon	12	20	13	11	13	3	11	33	96	114	30	11
- Metallproduksjon	29	12	19	24	17	10	19	40	53	5	14	14
- Annen industri	409	312	401	381	521	479	582	585	580	337	322	291
Andre næringer	33	28	16	25	30	18	23	27	28	23	38	115
Boliger	179	160	154	172	182	178	190	195	187	189	191	192
Forbrenning av avfall og deponigass	302	302	295	469	323	97	95	99	100	147	112	84
Annen forbrenning	76	61	35	46	34	41	45	34	35	34	33	32
PROSESSUTSLIPP I ALT	10 553	10 547	10 420	9 945	9 023	9 043	9 093	9 108	9 108	9 020	6 620	4 698
Olje- og gassvirksomhet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gassterminal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utvinning av kull	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bensindistribusjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raffinering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Treforedling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjemisk produksjon	1 926	1 926	1 926	1 412	454	471	458	461	421	281	208	224
- Gjødselproduksjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Karbidproduksjon	1 925	1 925	1 925	1 410	451	470	454	458	419	279	208	223
- Petrokjemisk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Annen kjemisk	2	2	2	1	3	1	4	3	2	2	1	0
Mineralsk produksjon	44	43	43	50	57	64	68	71	71	67	68	64
- Sementproduksjon	11	12	12	17	18	18	18	19	18	18	22	14
- Annen mineralsk	33	31	31	33	39	46	50	52	53	49	46	50
Metallproduksjon	8 207	8 207	8 085	8 101	8 130	8 121	8 175	8 181	8 222	8 277	5 934	4 013
- Jern, stål og ferrolegeringer	7 896	7 896	7 869	7 907	7 935	7 896	7 910	7 899	7 918	7 916	5 586	3 665
- Aluminium	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6	6
- Andre metaller	303	303	208	187	188	217	257	274	296	354	342	342
- Metaller: anodeproduksjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Landbruk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avfallsdeponigass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Løsemidler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gruver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prod. brød og øl (gjæring)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalking: industriavfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunale avløp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veistøv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bildekkslitasje, bremser	375	370	366	381	383	387	391	395	394	394	410	397
Asfaltverk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bruk av produkter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre prosessutslipp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOBIL FORBRENNING I ALT	330	278	241	229	222	232	240	252	256	257	243	240
Veitrafikk	125	124	127	134	131	134	141	141	145	148	139	148
- Bensinkjøretøyer	85	83	81	81	80	79	80	79	80	79	76	79
- - Lette kjøretøy: bensin	85	82	80	80	80	79	80	78	79	79	76	79
- - Tunge kjøretøy: bensin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Dieselkjøretøyer etc.	39	40	45	52	49	54	60	61	64	68	62	68
- - Lette kjøretøy: diesel etc.	10	10	12	14	15	16	18	21	23	25	24	26
- - Tunge kjøretøy: diesel etc.	30	30	33	38	34	38	42	40	41	43	38	42
- Motorsykkel - moped	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- - Motorsykkel	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
- - Moped	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Snøscooter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Småbåt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Motorredskap	13	12	12	12	12	13	13	13	13	13	12	13
- Motorredskap, bensin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- - Motorredskap: bensin 2-takt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- - Motorredskap: bensin 4-takt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Motorredskap: diesel	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
Jernbane	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Luftfart	15	15	15	14	18	18	19	19	19	22	17	18
- Innenriks <1 000 m	4	4	4	4	5	5	6	6	6	7	6	6
- Innenriks >1 000 m	11	11	11	10	13	13	13	13	13	15	12	12
Skip og båter	172	122	83	66	57	62	64	75	75	71	70	57
- Kysttrafikk mm.	134	88	61	47	38	43	40	52	53	49	48	35
- Fiske	35	31	18	16	17	17	21	19	19	19	17	18
- Mobile oljerigger mm.	3	3	3	3	2	2	3	4	4	3	4	4

Tidligere utgitt på emneområdet

Previously issued on the subject

Rapporter (RAPP)

- 2000/1: The Norwegian Emission Inventory.
Documentation of methodology and data for
estimating emissions of greenhouse gases
and long-range transboundary air pollutants
- 2001/17: Utslipp til luft av noen miljøgifter i Norge.
Dokumentasjon av metode og resultater
- 2002/7: Utslipp til luft av dioksiner i Norge -
Dokumentasjon av metode og resultater

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter*Recent publications in the series Reports*

- 2002/19 A. Snellingen Bye, G.I. Gundersen og S.E. Stave: Resultatkontroll jordbruk 2002. Jordbruk og miljø. 2002 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5117-6
- 2002/20 A.S. Andersen, E. Birkeland, J. Epland og M. Kirkeberg: Økonomi og levekår for ulike grupper trygdemottakere, 2001. 2002. 10 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5123-0
- 2002/21 I. Hauge Byberg: Innvandrerkvinner i Norge. Demografi, utdanning, arbeid og inntekt. 2002. 118s. 210 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5126-5
- 2002/22 L. Østby: The Demographic Characteristics of immigrant Population in Norway. 2002. 58s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5128-1
- 2002/23 I. Hauge Byberg: Immigrant women in Norway. 2002. 118s. 210 kr inkl.mva. ISBN 82-537-5131-1
- 2002/24 Ø. Skullerud and S.E. Stave: Waste Generation in the Service Industry Sector in Norway 1999. Results and Methodology based on Exploitation of Waste Data from a Private Recycling Company. 2002. 22s. 155 kr inkl.mva. ISBN 82-537-5137-0
- 2002/25 L. Vågane: Holdninger til og kunnskap om norsk utviklingskhelp 2001. 2002. 46s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5139-7
- 2002/26 F. Gundersen. FoU og innovasjon i norske regioner. 2002. 91s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5141-9
- 2002/27 T. Bye, M. Greaker og K.E. Rosendahl: Grønne sertifikater og læring. 2002. 25s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5145-1
- 2002/28 B. Andersen, J. Linnerud og P. Schøning: Landbruksbebyggelse 2000. Kvalitetskontroll av informasjon om landbruksbebyggelse ved kobling av registre. 2002. 50s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5165-6
- 2002/29 K. Massey Heide, E. Holmøy, og L. Lerskau: Norsk konkurranseutsatt sektor i et langsiktig perspektiv. 67s. 155 kr inkl.mva. ISBN 82-537-5175-3
- 2002/30 T. Pedersen: Tilpasning på arbeids-markedet for personer som går ut av status som yrkeshemmet i SOFA-søkerregisteret. 2001 og 2002. 39s. 115 kr inkl.mva. ISBN 82-537-5178- 8
- 2002/31 T. Pedersen: Tilpasning på arbeidsmarkedet for deltakere på ordinære arbeidsmarkedstiltak i årene 1996-2001. 19s. 115 kr inkl.mva. ISBN 82-537-8181-8
- 2002/32 G.I. Gundersen, O. Rognstad og L. Solheim: Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2001. 2002. 83s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-8188-5
- 2002/33 A. Gillund og A. Thomassen: Produksjonsindeks for og anlegg. Ny beregningsmetode basert på timeverk. 2002 19s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5204-0
- 2002/34 A. Langørgen og D. Rønningen: Kapitalkostnader i kommunene. 2002. 30s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5205-9
- 2002/35 T.Smith, S.E. Stave og J.K. Undelstvedt: Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpsektoren. 2001. 2002. 81s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5216-4
- 2003/1 V V. Holst Bloch og M. Steinnes: Fritidshusområder 2002. 2002. 51s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5220-2
- 2003/2 I. Johansen: Redusert matmoms - en analyse av prisutviklingen i kiosker og bensinstasjoner. 22s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5222-9
- 2003/3 T. Bye og E. Fjærli: Dagens skattesystem i kraftsektoren - finnes det bedre alternativer? 38s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5252-0
- 2003/4 T.P. Bøe: Funksjonshemmede på arbeidsmarkedet - rapport fra tilleggsundersøkelse til Arbeidskraftundersøkelsen (AKU) 2. kvartal 2002. 2003. 45s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5254
- 2003/5 R.H. Ktterød: Tid til barna? Tidsbruk og samvær med barn og blant mødre med barn i kontantstøttealder. 56s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6230-5