



**TØI rapport**  
**377/1997**

# **Hva koster helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer i næringslivet det norske samfunn?**

**Peter Christensen**  
**Rune Elvik**  
**Karl-Erik Hagen**

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0802-0175  
ISBN 82-480-0033-8

Oslo, desember 1997

---

**Tittel:** *Hva koster helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer i næringslivet det norske samfunn?*

**Forfattere:** *Peter Christensen  
Rune Elvik  
Karl-Erik Hagen*

TØI rapport 377/1997  
Oslo, desember 1997  
63 sider + vedlegg  
ISBN 82-480-0033-8  
ISSN 0802-0175

**Title:** *The costs to society of health-, environmental- and safety problems in Norwegian firms*

**Authors:** *Peter Christensen  
Rune Elvik  
Karl-Erik Hagen*

TØI report 377/1997  
Oslo, December 1997  
63 pages + appendices  
ISBN 82-480-0033-8  
ISSN 0802-0175

**Finansieringskilde:** Norges Forskningsråd

**Prosjekt:** O-2312, HMS-utfordringer, kostnader, gevinster og bedrifters incentivstruktur

**Prosjektleder:** Rune Elvik

**Emneord:** Helse  
Miljø  
Sikkerhet  
Kostnader  
Bedrifter  
Norge

**Sammendrag:**

Rapporten inneholder en beregning av de samfunnsøkonomiske kostnader ved helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer i næringslivet. Kostnadene er beregnet til 26,9 milliarder kr. De virkelige kostnadene er høyere, da det ikke fantes gode nok opplysninger til å inkludere alle helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer i beregningene. Det er anslått at 38% av kostnadene er internalisert av bedriftene.

**Financed by:** Norwegian Research Council

**Project:** O-2312, Costs of health-, environmental- and safety problems

**Project manager:** Rune Elvik

**Key words:** Health  
Environment  
Safety  
Social cost  
Firms  
Norway

**Summary:**

The report contains an estimate of the costs to society of problems related to occupational health, environmental pollution and occupational accidents in Norwegian firms. The costs have been estimated to 26,9 billion NOK (about 3.55 billion US Dollars). The true costs are higher, as there was not sufficient data to include all relevant problems in the cost estimation. It was estimated that about 38% of the costs are internalized by the firms.

**Language of report:** Norwegian

---

*Rapporten kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,  
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90*

*The report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, the library,  
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90*

# Forord

Denne rapporten utgjør sluttdokumentasjonen av prosjektet ”HMS-utfordringer, kostnader, gevinster og bedrifters incentivstruktur”, som Transportøkonomisk institutt har utført i samarbeid med Handelshøyskolen BI etter oppdrag fra Norges Forskningsråd, fagutvalg for Risiko og Sårbarhet (ROS Fagutvalg). Handelshøyskolen BI vil utgi egne rapporter som dokumenterer deres deler av prosjektet.

Ved Transportøkonomisk institutt har Peter Christensen, Rune Elvik og Karl-Erik Hagen arbeidet med prosjektet. Karl-Erik Hagen har stått for kartlegging av det fysiske omfang av helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer. Peter Christensen har beregnet de samfunnsøkonomiske kostnader ved slike problemer. Rune Elvik har redigert sammen de ulike bidragene til sluttrapporten og vært prosjektleder. Knut Sandberg Eriksen har stått for kvalitetssikring av sluttrapporten. Endelig tekstredigering er utført av avdelingssekretær Jannicke Eble. Oppdragsgivers kontaktperson har vært Lars Bodsberg. Odd Tveit, Statoil Norge, har vært fadder for prosjektet.

Oslo, desember 1997

TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

*Knut Østmoe*  
instituttssjef

*Marika Kolbenstvedt*  
avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

## Summary

<b>1. Bakgrunn og problemstillinger .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet .....	1
1.2 Hovedproblemstillinger .....	1
<b>2. Avgrensning, begreper og datakilder .....</b>	<b>3</b>
2.1 Avgrensning og tilnæringsmåte .....	3
2.2 Sentrale begreper .....	3
2.3 Inndeling i næringsgrupper .....	5
2.4 Kartlegging av HMS-problemer på makronivå .....	5
2.5 Kostnader ved HMS-problemer på makronivå .....	6
<b>3. Det fysiske omfanget av HMS-problemer .....</b>	<b>7</b>
3.1 Problemer som er kartlagt .....	7
3.2 Yrkessykdommer .....	8
3.3 Luftforurensning .....	9
3.4 Arbeidsulykker .....	11
3.5 Materielle skader og materielle kostnader ved arbeidsulykker .....	14
<b>4. Beregning av enhetskostnader ved HMS-problemer .....</b>	<b>16</b>
4.1 Kostnader ved yrkessykdom .....	16
4.2 Kostnader ved luftforurensning .....	17
4.3 Kostnader ved global oppvarming .....	26
4.4 Kostnader ved arbeidsulykker med personskade .....	28
4.5 Oppsummering av enhetskostnader ved HMS-problemer .....	30
<b>5. Totalkostnader ved HMS-problemer fordelt på næringsgrener .....</b>	<b>32</b>
<b>6. Kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt og i forhold til verdiskapning .....</b>	<b>38</b>
6.1 Kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt .....	38
6.2 Kostnader ved HMS-problemer regnet som andel av verdiskapning .....	38
<b>7. Interne og eksterne kostnader ved HMS-problemer .....</b>	<b>41</b>
7.1 Beregning av eksterne og interne HMS-kostnader .....	41
7.2 Andel interne HMS-kostnader .....	44
7.3 Drøfting av mulige mekanismer for internalisering av HMS-kostnader .....	48

<b>8. Sammenligning av HMS-kostnader og kostnader ved andre samfunnsproblemer .....</b>	<b>50</b>
8.1 Oversikt over tidligere beregninger av kostnader ved samfunnsproblemer .....	50
8.2 Et forsøk på sammenstilling av beregningene.....	51
<b>9. Usikkerhet i resultatene .....</b>	<b>54</b>
9.1 Kilder til usikkerhet.....	54
9.2 Beregnet usikkerhet i HMS-kostnadene.....	55
<b>10. Oppsummering og konklusjoner .....</b>	<b>57</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>59</b>
<b>Vedlegg 1 .....</b>	<b>64</b>

**Sammendrag:**

# Hva koster helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer i næringslivet det norske samfunn?

Rapporten inneholder en beregning av de samfunnsøkonomiske kostnader ved helse- miljø- og sikkerhetsproblemer (HMS-problemer) i norske bedrifter. Beregningen omfatter følgende problemer:

- Yrkessykdommer.
- Utslipp til luft av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og flyktige organiske forbindelser (NM VOC).
- Arbeidsulykker og ulykker under arbeidsreiser.

Beregningen er ikke fullstendig. Blant de HMS-problemer som ikke inngår i beregningene er:

- Yrkesrelaterte sykdommer og helsesvikt utover godkjente yrkessykdommer. (Rikstrygdeverket har en liste over diagnoser som er godkjent som yrkessykdom.)
- Utslipp til luft av andre typer forurensninger enn dem som er nevnt foran, blant annet karbonmonoksid (CO) og ozon (O<sub>3</sub>).
- Alle typer utslipp til og forurensning av jord og vann.
- Arbeidsmiljøproblemer knyttet til støy, både for de ansatte og personer i bedriftenes omgivelser.

Grunnen til at disse problemene ikke er tatt med i undersøkelsen, er at det ikke foreligger gode nok opplysninger om hvilket omfang de har. De samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemene som inngår i undersøkelsen er beregnet for 30 næringsgrupper. De viktigste resultater kan oppsummeres i følgende punkter.

- 1 Det ble i 1996 registrert ca 3.160 nye tilfeller av godkjent yrkessykdom. I gjennomsnitt for årene 1994 og 1995 er det beregnet at vel 41.000 mennesker ble skadet i arbeidsulykker og søkte medisinsk behandling ved sykehus eller legevakt. 65 mennesker ble drept i arbeidsulykker i 1995.
- 2 Det ble i 1996 sluppet ut ca 32,7 mill tonn CO<sub>2</sub>, ca 300.000 tonn flyktige organiske forbindelser, ca 190.000 tonn NO<sub>x</sub> og ca 33.000 tonn SO<sub>2</sub> fra bedrifter i Norge.

---

Rapporten kan bestilles fra:

Transportøkonomisk institutt, Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo  
Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 57 02 90

- 3 De samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemer i 1995/96 er beregnet til 26,9 milliarder kr. Av dette skriver ca 15,2 milliarder kr seg fra utslipp til luft, 9,4 milliarder kr fra personskader ved arbeidsulykker, 0,9 milliarder kr fra materielle skader ved arbeidsulykker og 1,4 milliarder kr fra nye tilfeller av yrkessykdom.
- 4 De høyeste kostnader ved HMS-problemer er beregnet for transport og lagring, ca 4,5 milliarder kr. Andre næringer der kostnadene er høye omfatter utvinning av olje og naturgass (3,2 milliarder kr), bygge- og anleggsvirksomhet (2,4 milliarder kr) og produksjon av kjemiske produkter (2,3 milliarder kr).
- 5 Regnet pr sysselsatt person, er kostnadene ved HMS-problemer i gjennomsnitt vel 12.950 kr pr år. De høyeste kostnadene pr sysselsatt person finnes i bergverksdrift, 190.000 kr. De laveste kostnadene finnes i eiendomsdrift og boligjenester, 1.200 kr.
- 6 Regnet som andel av verdiskapningen i ulike næringer, målt ved næringenes bidrag til bruttonasjonalproduktet, er kostnadene ved HMS-problemer i gjennomsnitt ca 2,8% av verdiskapningen. Andelen er høyest i bergverksdrift, ca 27% og lavest i eiendomsdrift og boligjenester, ca 0,1%.
- 7 Det er beregnet at i gjennomsnitt ca 38% av kostnadene ved HMS-problemer kan betraktes som internalisert gjennom avgifter eller forsikringspremier. Andelen internaliserte kostnader varierer mellom litt over 80% og ca 15%.
- 8 De beregnede kostnader ved HMS-problemer ligger i samme størrelsesorden som tilsvarende beregnede kostnader ved andre samfunnsproblemer. Eksempelvis er kostnadene ved kriminalitet beregnet til ca 33 milliarder kr, kostnadene ved trafikkulykker til ca 20 milliarder kr og kostnadene ved miljøproblemer (ikke medregnet ulykker) forårsaket av transportvirksomhet til ca 15 milliarder kr.
- 9 De beregnede kostnadene ved HMS-problemer er svært usikre. Et 95% konfidensintervall for kostnadene er fra 18 til 36 milliarder kr. Det er spesielt den store usikkerheten i kostnadene ved CO<sub>2</sub>-utslipp og NM VOC-utslipp som bidrar til denne store usikkerheten. For de øvrige faktorer som inngår, er ikke usikkerheten spesielt stor.
- 10 Tallene må oppfattes som minimumsanslag for kostnadene ved HMS-problemer, fordi ikke alle problemer inngår og fordi det er brukt relativt lave anslag for kostnadene ved de problemer som er inkludert i undersøkelsen.



**Summary:**

# **The costs to society of health- environmental- and safety problems in Norwegian firms**

This report contains an estimate of the costs to society of problems related to occupational health, environmental pollution and occupational accidents in Norwegian firms. The types of problems that are included in the cost estimates are:

- New cases of occupational disease.
- Emissions of nitrogenoxides (NO<sub>x</sub>), sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and volatile organic compounds (VOC).
- Occupational accidents.

The cost estimates are incomplete. Relevant problems that could not be included in the cost estimation, because there was not sufficient information available about them, include:

- Occupational health problems in a wide sense of the term (the official concept of occupational disease in Norway is restricted to a small set of diseases).
- Emissions of other air pollutants, like carbonmonoxide (CO) or ozone (O<sub>3</sub>).
- Pollution of soil and water.
- Noise emissions.

The costs to society of the problems that could be included was estimated to 26.9 billion NOK (3.55 billion US Dollars). The largest costs were attributable to air pollution (15.2 billion NOK). Accidents were second largest (10.4 billion NOK) and occupational disease smallest (1.4 billion NOK).

The costs were estimated for 30 different sectors. Sectors having large costs included oil and gas production, transport, chemical industry and building and construction. The costs constitute about 2.8% of the gross national product of Norway. About 38% of the costs were estimated to be internalized by the firms.



# **1. Bakgrunn og problemstillinger**

## **1.1 Bakgrunn for prosjektet**

Norges Forskningsråd, fagutvalg for risiko og sårbarhet (ROS), inviterte i 1996 Handelshøyskolen BI og Transportøkonomisk institutt til i fellesskap å utarbeide et prosjektforslag på området Helse-, Miljø-, Sikkerhet (HMS) og verdiskapning i bedrifter. Prosjektforslaget ble oversendt Forskningsrådet i november 1996 (Elvik, Christensen, Hagen, Synnestvedt og Vestøl 1996). I prosjektforslaget ble seks delprosjekter definert. Delprosjektene er:

- 1 Kartlegging av HMS-problemer på makronivå
- 2 Kostnader ved HMS-problemer på makronivå
- 3 Fordeling av kostnader ved HMS-problemer på makro- og mikronivå
- 4 Systemer for internalisering av kostnader ved HMS-problemer, på makro- og mikronivå
- 5 Kriterier for bedrifters HMS-tilstand
- 6 Sammenhengen mellom bedrifters HMS-tilstand og verdiskapning.

Det faglige ansvaret for delprosjektene ble fordelt mellom Handelshøyskolen BI og Transportøkonomisk institutt. Transportøkonomisk institutt har hovedansvaret for delprosjektene 1 og 2, Handelshøyskolen BI har hovedansvaret for delprosjektene 5 og 6. Når det gjelder delprosjektene 3 og 4, er ansvaret delt mellom de to institusjonene. Dette ble gjort fordi både delprosjektene 1 og 2 og delprosjektene 5 og 6 kan frembringe opplysninger som er til nytte i delprosjektene 3 og 4.

## **1.2 Hovedproblemstillinger**

Hovedproblemstillingene i de seks delprosjektene kan formuleres slik:

- 1 Hvor utbredte er ulike helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer (HMS-problemer) i bedrifter i Norge? Hva er beste anslag på problemenes totale omfang, regnet i fysiske størrelser?
- 2 Hvor store kostnader for samfunnet og for bedriftene representerer HMS-problemene?
- 3 Hvem betaler kostnader ved HMS-problemer? Hvor mye av kostnadene er eksterne for bedrifter som forårsaker dem?

- 4 Hvilke muligheter finnes for å internalisere eksterne kostnader ved HMS-problemer gjennom f eks lovreguleringer, avgifter, forsikringsordninger eller erstatningsregler? Vil tiltak for å internalisere slike kostnader ha uønskede fordelingsvirkninger?
- 5 Hvordan kan bedrifters HMS-tilstand bedømmes? Hvilke kriterier kan brukes?
- 6 Hvordan er sammenhengen mellom bedrifters HMS-tilstand og verdiskapning? Hvordan vil informasjon om bedrifters HMS-tilstand påvirke investeringer og etterspørsel etter bedriftens produkter?

Problemstillingene er satt opp i samme rekkefølge som delprosjektene 1-6. Problemstillingene kan sies å ligge på to nivåer: makronivå og mikronivå. Spørsmålene 1 og 2, samt delvis 3 og 4 gjelder makronivå, det vil si at de gjelder det totale omfang av HMS-problemer og kostnader ved slike problemer i det norske samfunnet. Spørsmålene 5 og 6, samt delvis 3 og 4, gjelder mikronivå, det vil si de gjelder den enkelte bedrift.

Prosjektets overordnede formål er å kartlegge bedrifters incentivstruktur for HMS-tiltak og mulighetene for å endre denne slik at bedrifter gis sterkere incentiver til å drive et målrettet arbeid for å redusere omfanget av helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer.

## **2. Avgrensning, begreper og datakilder**

### **2.1 Avgrensning og tilnæringsmåte**

Denne rapporten er sluttdokumentasjon av delprosjektene 1 og 2 og besvarer hovedproblemstillingene 1 og 2 på listen i kapittel 1. I tillegg er hovedproblemstillingene 3 og 4 tatt opp, men ikke like grundig som de to hovedproblemstillingene. Hovedproblemstillingene i delprosjektene 5 og 6 på listen i kapittel 1 er undersøkt av Handelshøyskolen BI, som har utgitt egne rapporter som dokumenterer disse delprosjektene.

Ulike helse- miljø- og sikkerhetsproblemer (HMS-problemer) er først beskrevet i fysiske termer. Eksempler på en slik beskrivelse er utslipp av ulike typer forurensninger i tonn, antall skadde personer ved ulykker og andel av befolkningen som er utsatt for ulike miljøproblemer. Dernest er de samfunnsøkonomiske kostnader ved disse problemene beregnet ved å ta utgangspunkt i enhetskostnader for ulike typer problemer, f.eks. kostnaden ved et dødsfall, ved en alvorlig personskade eller ved en viss type forurensning, regnet f.eks. pr. tonn utslipp. De beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene er fordelt på næringsgrener. Det er dessuten utarbeidet noen grove anslag for hvor stor andel av de samfunnsøkonomiske kostnadene som dekkes av bedriftene selv (er internalisert) og hvor stor andel av disse kostnadene som veltes over på resten av samfunnet. Undersøkelsen omfatter kun HMS-problemer og samfunnsøkonomiske kostnader ved slike problemer i bedrifter. Det betyr at eventuelle HMS-problemer som ikke er knyttet til næringsvirksomhet ikke inngår i undersøkelsen.

Omfanget av HMS-problemer og de samfunnsøkonomiske kostnadene ved slike problemer i ulike næringsgrener er beskrevet på to måter. For det første er problemenes totale omfang og de totale kostnader kartlagt. For det andre er problemenes omfang og kostnader i bedrifter i ulike næringsgrener beregnet pr. sysselsatt i hver næringsgren. Den sistnevnte beregningen kan blant annet brukes som en målestokk når man ønsker å vurdere HMS-standarden i en bestemt bedrift i en bestemt næringsgren. Bedriften kan da sammenlignes med gjennomsnittet for bedrifter i vedkommende næringsgren.

### **2.2 Sentrale begreper**

Begrepet *helse-, miljø- og sikkerhet (HMS)* er en samlebetegnelse på problemer knyttet til yrkesbetinget sykdom, miljøproblemer og ulykker i bedrifter. Problemer som kan sies å falle inn under HMS-begrepet omfatter:

- Yrkesbetingede sykdommer
- Ansattes eksponering for og plager på grunn av støy, støv eller andre fysiske miljøbelastninger på arbeidsplassen
- Utslipp av forurensninger av enhver art fra bedrifters produksjon til luft, jord og vann
- Forekomst av plager blant beboere og andre i nærheten av bedrifter på grunn av støy og forurensninger
- Arbeidsulykker med personskader og/eller materielle skader

Med *samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemer* menes verdien av alle tap slike problemer påfører samfunnet, uttrykt i kroner. Dette tapet består av to typer kostnader. Den ene typen kostnader er direkte utlegg (f eks til medisinsk behandling av personskader) eller inntektstap (f eks som følge av produksjonsstans etter en brann) som i prinsippet kommer til uttrykk på offentlige budsjetter eller i markedsprisene for bedriftens produkter. Den andre typen kostnader er verdsetting av goder uten markedspris, f eks frihet fra forstyrrende støy, ren luft eller forbedret livskvalitet ved at personskader unngås. Disse kostnadene gjenfinnes ikke i konkrete økonomiske transaksjoner, men er et uttrykk for samfunnets vurdering av de ulike problemers alvorlighetsgrad og styrken i ønskene om å redusere disse problemene.

Det er, så langt foreliggende data gjør det mulig, lagt opp til å beregne *grensekostnadene* (marginalkostnadene) ved helse- miljø- og sikkerhetsproblemer i bedrifter. Med grensekostnadene menes økningen i kostnader ved en liten økning av omfanget av HMS-problemene, f eks kostnadene ved å øke utslippene av CO<sub>2</sub> med ett tonn. *Gjennomsnittskostnadene* ved HMS-problemer er de totale kostnader ved slike problemer dividert med et mål på problemenes fysiske omfang på et gitt tidspunkt.

Kostnadene ved HMS-problemer kan være interne eller eksterne sett fra bedriftens synspunkt. *Interne kostnader* er alle kostnader bedriften betaler selv i første instans. Kostnader en bedrift bærer i første instans vil som regel bli veltet over på bedriftens kunder gjennom de priser bedriften tar for sine produkter. Økte priser kan imidlertid påvirke omsetningen og dermed bedriftens inntekter.

*Eksterne kostnader* er alle kostnader bedriften ikke betaler. De eksterne kostnadene vil normalt ikke fanges opp av noe formelt betalingssystem i det hele tatt, men kan, som nevnt over, tolkes som et uttrykk for samfunnets vurdering av alvorligheten ved et uløst miljøproblem. Disse kostnadene er derfor i en viss forstand mer abstrakte enn direkte utlegg, men de er ikke mindre reelle av den grunn. De skader f eks forurensning forårsaker i form av nedsatt livskvalitet er reelle nok, selv om ingen nødvendigvis betaler direkte for disse skadene.

En bedrifts *verdiskapning* er verdien for samfunnet av den produksjon bedriften utfører. I denne rapporten er ikke de enkelte bedrifters verdiskapning studert. Minste studieenhet er en næringsgren. De ulike næringers bidrag til bruttonasjonalproduktet er brukt som mål på næringenes verdiskapning.

Med *incentiver* siktes det til alle forhold som kan virke motiverende på økonomisk atferd, det vil i denne forbindelse si bedrifters atferd med hensyn til å løse HMS-problemer. *Incentivstrukturen* en bedrift står overfor kan i hovedsak beskrives ut fra med hvilke kostnader ved HMS-problemer bedriften selv dekker og hvilke som er eksterne, samt hvordan nivået på disse kostnadene påvirkes av bedriftens atferd. Jo større andel av kostnadene som er eksterne, desto svakere er, under ellers like forhold, bedriftens incentiver til å gjennomføre tiltak med sikte på å redusere omfanget av HMS-problemer.

### **2.3 Inndeling i næringsgrupper**

Kartleggingen av HMS-problemer bygger på en relativt detaljert inndeling i næringsgrupper. Det er brukt en internasjonal standard for næringsgruppering fra Statistisk sentralbyrå (EU-tilpasset standard), som gjør det mulig å skille mellom 30 næringsgrupper. (Statistisk sentralbyrå, Standard for næringsgruppering, NOS C 182, 1994.)

### **2.4 Kartlegging av HMS-problemer på makronivå**

Det er tidligere ikke utarbeidet noen samlet oversikt over HMS-problemer i det norske samfunn eller kostnader ved slike problemer. I dette prosjektet er en slik oversikt laget for alle de HMS-problemer hvor det foreligger en tilstrekkelig dokumentasjon av det fysiske omfanget til at dette kan beskrives.

Beskrivelsen bygger kun på foreliggende data, herunder offentlig statistikk og datagrunnlaget for denne. Det er ikke samlet inn nye primærdata i dette prosjektet. I den grad publisert statistikk ikke gir en tilstrekkelig detaljert oversikt, er det bestilt spesialutkjøringer av slik statistikk. Kilder til data om HMS-problemer finnes blant annet i Arbeidstilsynet (landbaserte næringer), Rikstrykdeverket (syketilfeller mv), Statens forurensningstilsyn (kroniske utslipp og akutte forurensninger), Statens institutt for folkehelse (personskaderegisteret) og Statistisk sentralbyrå.

Det erkjennes at en oversikt over HMS-problemer som bygger på datakilder fra offentlige institusjoner ikke er fullstendig. Underrapportering av samfunnsproblemer i offentlig statistikk er kjent fra flere områder. Eksempelvis blir ikke alle rapporteringspliktige trafikkulykker med personskade meldt til politiet, ikke alle arbeidssøkere registrerer seg ved arbeidskontorene, ikke alle forbrytelser blir meldt til politiet, osv. Når det gjelder HMS-problemer, er det sannsynlig at spesielt informasjon om mulige langsiktige konsekvenser av slike problemer er mangelfull. Det har likevel interesse å gi en oversikt over HMS-problemer *så langt de er dokumentert*.

## **2.5 Kostnader ved HMS-problemer på makronivå**

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved HMS-problemer er anslått ved å bygge på tidligere undersøkelser hvor man har beregnet kostnadene ved de enkelte HMS-problemer. Blant slike undersøkelser, er undersøkelser som har verdsatt kostnadene for samfunnet ved problemer hvor markedsmekanismen i dag ikke fullt ut fanger opp kostnadene. Et eksempel på et slikt problem er global oppvarming på grunn av CO<sub>2</sub>-utslipp. De langsiktige virkninger av global oppvarming (drivhuseffekten) er svært usikre. Dermed blir også kostnadene usikre.

Det sier seg selv at en fullt ut tilfredsstillende beregning av kostnadene for samfunnet ved HMS-problemer på grunnlag av foreliggende kostnadstall og tidligere verdsettingsstudier (for komponenter uten markedspris) ikke er mulig. For det første finnes det ikke brukbare kostnadstall for alle typer HMS-problemer. For det andre oppstår fare for dobbelttelling når resultater av undersøkelser som har verdsatt ulike faktorer skal settes sammen. For det tredje må det ikke glemmes at resultatene av mange kostnadsberegninger og verdsettingsstudier er usikre på grunn av metodesvakheter og mangelfullt datagrunnlag.

Innenfor rammen for dette prosjektet har det ikke vært anledning til å vurdere kvaliteten på foreliggende kostnadstall for HMS-problemer særlig inngående. For de faktorer der kostnadsanslagene er mest usikre, spesielt kostnadene ved CO<sub>2</sub>-utslipp, er beregningene utført i flere alternativer. Vi presenterer da først hovedalternativet for kostnadsberegningen, deretter et lavere og et høyere alternativ for kostnadene.

Kostnadstallene gjelder enten 1996 eller 1995. Kostnadstall for disse to årene er brukt om hverandre i rapporten, fordi prisene kun økte med ca 2% fra 1995 til 1996. Den unøyaktigheten dette representerer er ubetydelig sammenlignet med andre kilder til usikkerhet i resultatene.



## 3. Det fysiske omfanget av HMS-problemer

### 3.1 Problemer som er kartlagt

Dette kapitlet beskriver det fysiske omfanget av HMS-problemer i norske bedrifter. Følgende typer problemer er inkludert i oversikten:

- ***Yrkessykdommer***

Dette er sykdommer som skyldes støy, forurensning, overbelastning mv på arbeidsplassen. Yrkessykdom er en medisinsk definert diagnose som blir stilt av leger og skal rapporteres til Arbeidstilsynet. Begrepet yrkessykdom omfatter imidlertid ikke alt sykefravær som i en videre forstand kan føres tilbake til forhold ved arbeidsplassen. Antall tilfeller av yrkessykdom representerer derfor en nedre grense for det virkelige antallet tilfeller av sykdom eller helseproblemer som kan knyttes til forhold ved arbeidsplassen.

- ***Forurensende utslipp***

Dette omfatter utslipp fra bedrifter til luft, jord og vann. Med forurensende utslipp menes stoffer som har skadelig virkning på mennesker, dyr, natur og materiell på kort og lang sikt. Støyplager som forårsakes av virksomhet i bedrifter faller også inn under dette punktet.

- ***Arbeidsulykker med personskader og/eller materielle skader***

Guldvog, Thorgersen og Ueland (1992) definerer, med utgangspunkt i personskaderegisteret ved Statens institutt for folkehelse, en arbeidsulykke med personskade som en ulykke som skjer på arbeidsstedet i det tidsrommet en er i en inntektsbringende jobb som ansatt eller selvstendig næringsdrivende. I dette prosjektet har vi også valgt å inkludere ulykker i forbindelse med arbeidsreiser (reiser til og fra arbeidet). I tillegg til personskadeulykkene er ulykker i bedrifter som medfører materielle skader tatt med.

Forurensning som oppstår når varer og tjenester konsumeres er ikke med i kartleggingen. Dette gjelder f eks skadelige virkninger av sigarettøyking eller f eks utslipp fra biler som brukes av privatpersoner. Yrkessykdommer kan i prinsippet overlappe med skader fra forurensning, i den grad yrkessykdommer skyldes forurensning.

### 3.2 Yrkessykdommer

Opplysninger om antallet nye tilfeller av yrkessykdom i 1996 er hentet fra Arbeidstilsynets register for yrkesskader og yrkessykdommer. Resultatene er oppgitt i tabell 1.

Tabell 1: Antall yrkessykdomstilfeller fordelt på næringer i 1996

Næringsgrupper	Antall nye yrkessykdomstilfeller
Jordbruk	42
Skogbruk	15
Fiske og fangst	12
Bryting av kull	2
Utvinning av råolje og naturgass	5
Bergverksdrift	25
Næringsmiddelindustri	190
Produksjon av tekstiler, lær mv	15
Produksjon av trelast, trevarer	132
Treforedling, grafisk industri	79
Produksjon av kjemiske produkter	101
Produksjon av mineralske produkter	105
Metallproduksjon	316
Verkstedproduksjon	484
Industriproduksjon ellers	5
Elektrisitetsforsyning mv	53
Vannforsyning	3
Bygge- og anleggsvirksomhet	502
Engros- og detaljhandel	65
Hotell- og restaurantdrift	28
Transport og lagring	290
Post- og telekommunikasjon	18
Bank- og forsikringsvirksomhet	5
Eiendomsdrift og boligjenester mv	17
Offentlig administrasjon, forsvar mv	249
Renovasjon og rengjøring	23
Undervisning og helsevesen	164
Kulturinstitusjoner og sport mv	24
Personlig tjenesteyting	163
Internasjonale organisasjoner	25
Sum	3157

Det ble i 1996 registrert tilsammen ca 3.160 nye tilfeller av yrkessykdom. De to næringene bygge- og anleggsvirksomhet og verkstedproduksjon hadde flest nye tilfeller med henholdsvis vel 500 og vel 480.

Selv om arbeidsgiver er pålagt meldeplikt for alle skader eller yrkessykdommer som krever medisinsk behandling eller medfører arbeidsuførhet, er det ifølge Arbeidstilsynet en betydelig underreportering i registeret. Hvor stor underreporteringen er, vet vi imidlertid ikke. Arbeidstilsynet registrerte i 1996 27.780 skadde personer i arbeidsulykker. Statens institutt for folkehelse beregnet antallet skadde personer i arbeidsulykker, som ble behandlet ved sykehus eller legevakt til 41.189 personer. I tillegg kommer et

ukjent antall personer som søkte behandling i primærhelsetjenesten etter arbeidsulykker. Rapporteringsgraden for arbeidsulykker med personskaade kan anslås til ca 60-70%.

Det er ikke sikkert at denne rapporteringsgraden kan overføres til yrkessykdommer. Ved mange yrkessykdommer oppstår skadene først lenge etter at man ble eksponert for det skadelige stoffet. Dette fører til store forsinkelser i rapporteringen og til at man ved mange sykdomstilfeller ikke oppdager årsakssammenhengen med forhold ved arbeidet i det hele tatt. I Levekårsundersøkelsen 1995 fra Statistisk sentralbyrå (Statistisk sentralbyrå, NOS C 301, 1996) er det fysiske arbeidsmiljøet kartlagt gjennom intervjuundersøkelser, ved å stille spørsmål om diverse belastninger. Av Levekårsundersøkelsen går det fram at store andeler av arbeidsstyrken oppgir at de er utsatt for belastninger blant annet i form av uheldig arbeidsstilling, støy og forurensning. Disse opplysningene kan tyde på at yrkesbetingede sykdommer i en mer generell forstand er langt mer utbredt enn de godkjente yrkessykdommene. De selvrapporterte belastningene kan likevel ikke brukes direkte som grunnlag for å beregne de samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemer.

I grunnlagsmaterialet for Arbeidstilsynets statistikk er antall yrkessykdommer også fordelt etter diagnose. Diagnosen sykdommer i sentralnervesystemet utgjør vel 50% av tilfellene, åndedrettsproblemer 17,5% og hud- og muskelproblemer henholdsvis 11,8% og 11,7%.

### **3.3 Luftforurensning**

I publikasjonen «Naturressurser og miljø 1996» fra Statistisk sentralbyrå (Statistisk sentralbyrå, statistiske analyser 9, 1996) er det gitt opplysninger om de nyeste offisielle tallene for utslipp til luft. Grunnlagsmaterialet for denne statistikken er brukt til å beregne utslippstallene som er oppgitt i tabell 2. Følgende typer utslipp til luft er fordelt på de enkelte næringer:

- NO<sub>x</sub>, nitrogenoksid, som kan gi luftveislidelser og bidrar til forsuring og skader på materialer.
- SO<sub>2</sub>, svoveldioksid, som øker risikoen for luftveislidelser sammen med andre komponenter. Svoveldioksid forsuret jord og vann og skader materialer.
- NMVOC, flyktige organiske forbindelser unntatt metan, som kan inneholde kreftfremkallende stoffer. Bidrar til dannelse av bakkenært ozon som kan gi luftveislidelser og skade kulturplanter.
- CO<sub>2</sub>, karbondioksid, som bidrar til global oppvarming (drivhuseffekten).

Tabell 2: Utslipp til luft fra næringsvirksomhet regnet i tonn i 1995

Næringsgrupper	Utslipp av ulike gasser regnet i tonn 1995			
	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NM VOC
Jordbruk	6653	277	719000	3543
Skogbruk	819	23	54000	774
Fiske og fangst	29589	689	1344000	770
Bryting av kull	51	4	24000	10
Utvinning av råolje og naturgass	40102	455	8695000	201666
Bergverksdrift	6383	419	481000	665
Næringsmiddelindustri	1871	622	595000	1077
Produksjon av tekstiler, lær mv	126	32	35000	233
Produksjon av trelast, trevarer	453	151	69000	1614
Treforedling, grafisk industri	1874	2667	639000	5681
Produksjon av kjemiske produkter	7561	11252	5018000	29579
Produksjon av mineralske produkter	5085	2067	1653000	977
Metallproduksjon	6075	9669	4556000	1528
Verkstedproduksjon	390	42	121000	1126
Industriproduksjon ellers	592	105	182000	2061
Elektrisitetsforsyning mv	1456	735	252000	521
Vannforsyning	216	14	33000	31
Bygge- og anleggsvirksomhet	6147	235	588000	13255
Engros- og detaljhandel	8993	379	1191000	12210
Hotell- og restaurantdrift	77	12	24000	100
Transport og lagring	56486	2498	5155000	12704
Post- og telekommunikasjon	954	27	117000	1283
Bank- og forsikringsvirksomhet	312	17	56000	455
Eiendomsdrift og boligjenester mv	514	17	70000	807
Offentlig administrasjon, forsvar mv	2865	119	487000	1451
Renovasjon og rengjøring	47	5	25000	45
Undervisning og helsevesen	831	112	345000	2191
Kulturinstitusjoner og sport mv	62	20	48000	9
Personlig tjenesteyting	436	57	130000	410
Internasjonale organisasjoner	0	0	0	0
Sum	187020	32721	32706000	296776

Første tallkolonne i tabell 2 viser at det totale utslipp av NO<sub>x</sub> i 1995 var på ca 187.000 tonn. På grunn av de betydelige helseproblemer som NO<sub>x</sub> forårsaker i tettbygde strøk er det inngått en internasjonal avtale om stabilisering av utslippet på 1987-nivå innen 1994. Dette målet ble stort sett oppfylt i Norge. Ser vi på enkelt næringer er det som forventet transport og lagring som har det største utslippet (vel 56.000 tonn), men utvinning av råolje og naturgass og fiske og fangst har også betydelige utslipp.

Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) hadde et totalt utslipp på nær 33.000 tonn i 1995. Ifølge Statistisk Sentralbyrå har utslippene av SO<sub>2</sub> avtatt med 36% fra 1980 til 1994, noe som er i samsvar med en internasjonal miljøavtale fra Oslo om reduksjon innen år 2000. Av enkelt næringer ser vi at produksjon av kjemiske produkter o.l. og metallproduksjon hadde et betydelig utslipp av SO<sub>2</sub> på henholdsvis vel 11.000 tonn og nær 9.700 tonn i 1995.

Utslippene av flyktige organiske forbindelser (NMVOC) har ifølge Statistisk sentralbyrå økt med 13% fra 1989 til 1995, til tross for at en interna-

sjonal avtale fra Geneve har en 30% reduksjon av 1989-nivået innen 1999 som mål. Av enkelt næringer ser vi at utvinning av råolje og naturgass stod for hele 202.000 tonn utslipp i 1995, noe som utgjør ca 68% av dette utslippet fra alle næringer.

Utslippene fra alle næringer av klimagassen CO<sub>2</sub> var på ca 32,7 millioner tonn i 1995. I forhold til 1989 har det vært en økning på ca 7%, til tross for et internasjonalt mål om å stabilisere utslippet på 1989-nivå innen år 2000. Av utslipp fra enkelt næringer peker utvinning av råolje og naturgass på 8,7 millioner tonn pr år seg ut som største forurensere, men transport og lagring, produksjonen av kjemiske produkter og metallproduksjon er også næringer med et svært høyt utslipp av CO<sub>2</sub> (rundt 5 millioner tonn pr næring).

Selv om de fire ovenfor nevnte forurensende stoffer regnes for å være vesentlig for skadevirkninger er de ikke uttømmende. Eksempelvis mangler karbonmonoksid (CO) og ozon (O<sub>3</sub>). Kriterier for utvelgelsen i dette prosjektet er at det finnes utslippsdata og at det er inngått internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner. Forøvrig har vi ikke hatt datagrunnlag til å angi forurensende utslipp fra næringsvirksomhet til jord og vann på det detaljerte nivå som vi har lagt opp til i dette prosjektet. Dette gjelder også forekomsten av støyproblemer.

### **3.4 Arbeidsulykker**

I personskaderegisteret til Statens institutt for folkehelse er det registrert antall arbeidsulykker pr år fordelt på alvorlighetsgrad og for de næringsgrupper vi skiller mellom i dette prosjektet. Registeret er basert på informasjon fra fire sykehus (Harstad, Trondheim, Stavanger og Drammen) som betjener 10,8% av landets befolkning. Personskaderegisteret til Statens institutt for folkehelse har relativt liten underrapportering i de opptaksområdene som de fire nevnte sykehusene dekker. Det er stort sett bare personer med lettere skader som oppsøker leger i primærhelsetjenesten som representerer underdekningen. I Guldvog, Thorgersen og Ueland (1992) ble det anslått at det i 1990 var nær 16.000 av i alt 56.000 skadde i arbeidsulykker som kun søkte legehjelp i primærhelsetjenesten. Det er grunn til å tro at dette gjelder de letteste skadene, som teller minst ved beregning av de samfunnsøkonomiske kostnadene. Tabell 3 gir informasjon om antall arbeidsulykker med personskade pr år i *inntektsgivende arbeid* på landsbasis. Tallene er gjennomsnitt for årene 1994 og 1995.

Tabell 3: Antall skadde personer pr år i inntektsgivende arbeid (1994/1995)

Næringsgrupper	Antall skadde personer fordelt på alvorlighetsgrad						Totalt
	Liten	Moderat	Alvorlig	Meget alv.	Kritisk	Døde	
Jordbruk	2450	1145	275	27	21	9	3926
Skogbruk	132	69	35	7	0	8	251
Fiske og fangst	300	193	28	7	0	9	537
Bryting av kull	7	0	0	0	0	0	7
Utvinning av råolje og naturgass	306	69	21	0	0	1	398
Bergverksdrift	56	34	0	7	0	1	98
Næringsmiddelindustri	2412	448	63	0	5	1	2931
Produksjon av tekstiler, lær mv	91	14	0	0	0	0	104
Produksjon av trelast, trevarer	181	152	21	0	0	3	357
Treforedling, grafisk industri	764	145	14	7	0	0	930
Produksjon av kjemiske produkter	265	41	0	13	0	1	320
Produksjon av mineralske produkter	63	41	14	0	1	0	119
Metallproduksjon	548	90	0	0	4	1	643
Verkstedproduksjon	3676	676	56	13	0	2	4424
Industriproduksjon ellers	153	7	14	0	0	1	175
Elektrisitetsforsyning mv	341	62	7	0	0	0	410
Vannforsyning	28	14	0	0	0	0	42
Bygge- og anleggsvirksomhet	6569	1256	169	20	10	11	8035
Engros- og detaljhandel	2236	324	14	0	3	2	2579
Hotell- og restaurantdrift	1697	214	14	0	0	0	1925
Transport og lagring	2754	614	63	7	0	9	3447
Post- og telekommunikasjon	509	90	0	0	0	1	599
Bank- og forsikringsvirksomhet	160	34	0	0	0	0	195
Eiendomsdrift og boligjenester mv	84	34	0	0	0	1	119
Offentlig administrasjon, forsvar mv	1161	186	14	0	0	1	1362
Renovasjon og rengjøring	562	138	0	0	0	1	701
Undervisning og helsevesen	3583	435	35	0	0	2	4055
Kulturinstitusjoner og sport mv	306	97	7	0	5	0	415
Personlig tjenesteyting	1911	145	21	0	0	0	2077
Internasjonale organisasjoner	7	0	0	0	0	0	7
Sum	33310	6769	889	106	50	65	41189

Til inndeling av skadene etter alvorlighetsgrad er den såkalte AIS-skalaen brukt. Skalaen er definert slik:

- AIS 1 = liten skade
- AIS 2 = moderat skade
- AIS 3 = alvorlig skade
- AIS 4 = meget alvorlig skade
- AIS 5 = kritisk skade
- AIS 6 = dødelig skade

Tabell 3 viser at det var vel 41.100 personer som ble skadet i arbeidsulykker pr år i gjennomsnitt for 1994 og 1995. Grunnen til at vi har beregnet års-gjennomsnitt på grunnlag av både 1994 og 1995-tall er at det var ca 19% av de skadde personene som ikke var fordelt på næringer i 1995 og tilsvarende ca 16% i 1994. For å redusere usikkerheten brukes begge årene. Personer

med ukjent næringstilknytning er fordelt proporsjonalt med dem som har kjent næringstilknytning.

De skadetallene Statens institutt for folkehelse har registrert er blåst opp med utgangspunkt i en dekningsgrad på 10,8% for å få landsdekkende tall. Den statistiske usikkerheten (95% konfidensintervall) i de oppblåste tallene er ca  $\pm 3\%$  ved et beregnet skadetall på 40.000 personer og ca  $\pm 6\%$  ved et beregnet skadetall på f eks 10 000 personer.

Bygge- og anleggsvirksomheten er den næringen som helt klart har flest personskader i arbeidsulykker. De skadde i bygge og anleggsvirksomhet utgjør ca 20% av alle skadde i arbeidsulykker, mens verkstedproduksjon har en andel på ca 11%. Disse prosenttallene viser imidlertid ikke hvor høy skaderisikoen er i de ulike næringer. For å finne skaderisikoen må vi sette skadene i forhold til eksponeringen, angitt f eks ved antall arbeidstimer totalt i de ulike næringene.

I tabell 3 er de skadde delt i seks grupper etter alvorlighetsgrad. Som vi kunne forvente er personer med liten skade den største gruppen (ca 81%), mens moderate skadde utgjør en andel på ca 16,5%. I tillegg til alvorlig-, meget alvorlig- og kritisk skadde har vi en kolonne for døde. Antallet drepte er mangelfullt registrert av Statens institutt for folkehelse. Dette kommer av at personer som dør momentant i forbindelse med en ulykke ikke registreres ved sykehusene og derfor ikke kommer inn i dette registeret. Det er derfor supplert med informasjon fra Dødsårsaksstatistikken til Statistisk sentralbyrå. Forøvrig er det også skadde personer som har uoppgitt alvorlighetsgrad, men denne gruppen utgjør bare ca 0,5% av alle skadde. På samme måte som for skadde personer som mangler informasjon om arbeidssted og næringer fordeles disse proporsjonalt med dem som allerede er fordelt.

Tabell 4 oppgir tilsvarende tall for skadde personer i forbindelse med *arbeidsreiser*. I tabell 4 er antall skadde pr år ved reise til og fra arbeid inndelt og beregnet på tilsvarende måte som antall skadde ved arbeidsulykker i tabell 3. På landsbasis var det nær 6.400 personer som årlig ble skadet ved arbeidsreiser i 1994/95. Skadegraden ved disse ulykkene var relativt mer alvorlig enn for arbeidsulykker i inntektsgivende arbeid. Gruppen med liten skade hadde en andel på ca 73% (mot 81% for arbeidsulykker), mens gruppen med moderate skader utgjorde en andel på 24% (mot 16,5% for arbeidsulykker). Forøvrig er tallene i tabell 4 mer usikre med hensyn til fordeling på næringer enn tallene i tabell 3. Det var ca 37% av de skadde som ikke var fordelt på næringer hverken i 1994 eller i 1995. På tilsvarende måte som i tabell 3 fordeles de uoppgitte proporsjonalt med dem som er fordelt. Det var flest skader i forbindelse med reise til og fra undervisning og helsevesen, med nær 25% av alle skadde. Offentlig administrasjon og forsvar mv, som lå nest høyest, utgjorde ca 11% av de skadde ved arbeidsreiser.

Tabell 4: Antall skadde personer pr år ved arbeidsreiser (1994/1995)

Næringsgrupper	Antall skadde personer fordelt på alvorlighetsgrad						Totalt
	Liten	Moderat	Alvorlig	Meget alv.	Kritisk	Døde	
Jordbruk	11	57	20	0	0	0	88
Skogbruk	11	0	0	0	0	0	11
Fiske og fangst	11	0	0	0	0	0	11
Bryting av kull	0	11	0	0	0	0	11
Utvinning av råolje og naturgass	96	34	0	0	0	0	130
Bergverksdrift	171	79	0	0	0	0	250
Næringsmiddelindustri	224	57	0	0	0	0	281
Produksjon av tekstiler, lær mv	11	34	0	0	0	0	45
Produksjon av trelast, trevarer	21	23	0	0	0	0	44
Treforedling, grafisk industri	149	45	10	0	0	0	205
Produksjon av kjemiske produkter	32	0	0	0	0	0	32
Produksjon av mineraliske produkter	53	0	10	0	0	0	64
Metallproduksjon	21	11	0	0	0	0	33
Verkstedproduksjon	342	147	10	0	0	0	499
Industriproduksjon ellers	0	0	0	0	0	0	0
Elektrisitetforsyning mv	32	23	0	0	0	0	55
Vannforsyning	0	0	0	0	0	0	0
Bygge- og anleggsvirksomhet	182	11	0	0	0	0	193
Engros- og detaljhandel	415	136	10	0	5	0	565
Hotell- og restaurantdrift	224	45	20	0	0	0	290
Transport og lagring	276	90	0	0	0	0	367
Post- og telekommunikasjon	169	34	20	0	0	0	224
Bank- og forsikringsvirksomhet	117	34	0	0	0	0	151
Eiendomsdrift og boligjenester mv	96	0	0	0	0	0	96
Offentlig administrasjon, forsvar mv	513	136	51	0	0	0	699
Renovasjon og rengjøring	75	11	0	0	0	0	86
Undervisning og helsevesen	1153	373	41	0	0	5	1572
Kulturinstitusjoner og sport mv	53	68	0	0	0	0	121
Personlig tjenesteyting	171	79	0	0	0	0	250
Internasjonale organisasjoner	0	0	0	0	0	0	0
Sum	4630	1537	194	0	5	5	6370

### 3.5 Materielle skader og materielle kostnader ved arbeidsulykker

Ifølge Norges forsikringsforbund er det bygningsbranner som i det alt vesentlige forårsaker materielle kostnader ved ulykker på arbeidstedet. Utkjøring av data fra det såkalte BRASK-registeret til Norges forsikringsforbund har gitt grunnlag for å sette opp antall ulykker og erstatninger ved bygningsbranner mv fordelt på næringer i tabell 5.



Tabell 5: Bygningsbranner og erstatning etter næring i 1995

Næringsgrupper	Antall branner	Erstatning (1000 kr)	Erstatning pr. brann (1000 kr)
Jordbruk	48	116.107	2418,9
Skogbruk	4	200	50,0
Fiske og fangst	25	34.456	1378,2
Bryting av kull	1	10	10,0
Utvinning av råolje og naturgass	1	11	11,0
Bergverksdrift	4	912	228,0
Næringsmiddelindustri	61	108.343	1776,1
Produksjon av tekstiler, lær mv	4	1.259	314,8
Produksjon av trelast, trevarer	23	33.651	1463,1
Treforedling, grafisk industri	38	13.580	357,4
Produksjon av kjemiske produkter	37	139.376	3766,9
Produksjon av mineralske produkter	11	2.310	210,0
Metallproduksjon	14	30.202	2157,3
Verkstedproduksjon	39	24.626	631,4
Industriproduksjon ellers	94	13.193	140,4
Elektrisitetsforsyning mv	19	19.345	1018,2
Vannforsyning	2	406	203,0
Bygge- og anleggsvirksomhet	35	6.267	179,1
Engros- og detaljhandel	293	101.011	344,7
Hotell- og restaurantdrift	98	32.334	329,9
Transport og lagring	56	63.926	1141,5
Post- og telekommunikasjon	0	0	0,0
Bank- og forsikringsvirksomhet	9	6.436	715,1
Eiendomsdrift og boligjenester mv	114	30.689	269,2
Offentlig administrasjon, forsvar mv	36	8.682	241,2
Renovasjon og rengjøring	5	9.684	1936,8
Undervisning og helsevesen	68	46.893	689,6
Kulturinstitusjoner og sport mv	76	82.499	1085,5
Personlig tjenesteyting	61	15.735	258,0
Internasjonale organisasjoner	0	0	0,0
Sum	1276	942.143	738,4

Første tallkolonne i tabell 5 viser antall branner i bygninger fordelt på næringer. Som vi ser av tabellen var det 293 branner innen engros- og detaljhandel, noe som utgjorde ca 23% av totalt 1.276 forsikringsmeldte branner innen næringsvirksomhet i 1995. I neste tallkolonne går det fram at total erstatning utgjorde ca 942 millioner kr samme år. Innen de enkelte næringer er det produksjon av kjemiske produkter mv og næringsmiddelindustri med et årlig erstatningsbeløp på henholdsvis 179 millioner kr og 108 millioner kr som lå høyest, mens engros- og detaljhandel kommer deretter med et årlig erstatningsbeløp på 101 millioner kr. I tallkollonnen til høyre er tilhørende erstatningsbeløpet pr brann beregnet. Her ser vi at høyeste erstatningsbeløp pr brann var på nær 3,8 millioner kr innen produksjon av kjemiske produkter. I tillegg til erstatningsbeløpet pr brann kommer det en egenandel. Forsikringsselskapenes administrasjonskostnader fremgår heller ikke av tabell 5.

## 4. Beregning av enhetskostnader ved HMS-problemer

### 4.1 Kostnader ved yrkessykdom

Kapittel 3 viste antall yrkessykdomstilfeller fordelt på næringer. Som nevnt i kapitlet gir imidlertid ikke antall yrkessykdomstilfeller et riktig bilde av hvor mange sykdommer som kan sies å være forårsaket av forhold ved arbeidssituasjonen.

For at en sykdom skal godkjennes som yrkessykdom må det i henhold til Folketrygdloven være overveiende sannsynlig at sykdommen har sammenheng med arbeidet. Bare et begrenset antall sykdomsårsaker godkjennes som årsaker til yrkessykdommer.

I et vedlegg til NOU 1988:6 «Erstatning og forsikring ved yrkesskade» (referert i Lund med flere, 1992) skiller Sverre Langård mellom yrkessykdommer og arbeidsbetingete sykdommer. Yrkessykdommer defineres omtrent som ovenfor. Arbeidsbetingete sykdommer er sykdommer som med stor eller liten sannsynlighet kan føres helt eller delvis tilbake til årsaksforhold i tidligere eller nåværende arbeid. Lund med flere anslår antall tilfeller av arbeidsbetinget sykdom og sammenligner dette med antall godkjente yrkessykdommer samme år (1989). Ser man bort fra gruppen «skader og vold» var det i 1989 2.213 godkjente yrkessykdommer og omtrent 600.000 tilfeller at arbeidsbetinget sykdom.

Selv om godkjente yrkessykdommer er alvorligere og medfører lenger sykefravær enn andre yrkesrelaterte sykdommer, så er yrkessykdommer bare en meget liten del av det samlede sykefraværet som kan tilskrives forhold ved arbeidsplassen. På den annen side kan årsakssammenhengen mellom yrket og sykdommen regnes som fastslått med høy grad av sannsynlighet for yrkessykdommer. Videre finnes det opplysninger om kostnadene ved yrkessykdommer gjennom Norges forsikringsforbunds statistikk over utbetalte erstatninger for yrkessykdom under yrkesskadeforsikringen (Birkeland og Rognstad 1997).

Et problem med yrkessykdommer er at melding om slike sykdommer ofte kommer til forsikringsselskapene mange år etter at sykdommen oppstod, fordi det kan ta mange år fra arbeidstakeren ble eksponert for den sykdomsfremkallende faktoren til sykdommen bryter ut. Forsikringsselskapene regner med at det kan ta opptil 20 år å avvikle en skadeårgang. De avsetter derfor relativt store beløp til såkalte RBNS- og IBNR-skader. RBNS-skader («reported but not settled») er innmeldte skader som ikke er avgjort. IBNR-skader («incurred but not reported») er skader som ennå ikke er meldt til forsikringsselskapene, men forventes å bli meldt senere. For skadeårgangen 1995 satte forsikringsselskapene av 258 mill kr til erstatning for yrkessykdom (Birkeland og Rognstad 1997). Dette er ment å dekke alle skader, ikke

bare de som ble meldt i 1995. Regnet pr meldt skade, er avsetningen til erstatninger i gjennomsnitt ca 80.000 kr.

Dette beløpet pr rapportert skade tar hensyn til forventet etterrapportering til forsikringsselskapene. Det tar likevel ikke hensyn til skader som ikke blir rapportert i det hele tatt. Størrelsen på denne underrapporteringen er ukjent, men det vil her skjønnsmessig bli forutsatt en rapporteringsgrad på 50%, noe som gir en oppblåsningsfaktor på 2.

Erstatningene dekker kun tapt arbeidsfortjeneste, samt eventuell mén-erstatning. For arbeidsulykker (se avsnitt 4.4), er verdien av ubetalt husholdsproduksjon også medregnet. På grunnlag av Hagen (1993), kan man beregne et påslag på ca 1,25 for å få med kostnadene ved ubetalt husholdsproduksjon.

Det er noe uklart om velferdstapet ved yrkessykdom fullt ut blir erstattet. Trolig er dette ikke tilfellet, selv om det ytes mén-erstatning. For å inkludere velferdstapet, ganges kostnadstallene med 2,2. Dette er et konservativt påslag, se tabell 14.

Den økonomiske verdsettingen av et rapportert tilfelle av yrkessykdom blir dermed:  $80.000 \times 2,0$  (underrapportering)  $\times 1,25$  (husholdsproduksjon)  $\times 2,2$  (velferdstap) = 440.000 kr pr tilfelle. Denne økonomiske verdsettingen tilsvarer omtrent kostnadene ved en moderat skade i en arbeidsulykke.

## **4.2 Kostnader ved luftforurensning**

Det er gjort en litteraturstudie av undersøkelser som har forsøkt å beregne kostnader ved luftforurensning. Kun undersøkelser som har anslått faktiske fysiske skader og kostnader ved disse eller betalingsvilligheten for redusert luftforurensning er tatt med. Undersøkelser som er basert på tiltakskostnader er utelatt.

Anslag for kostnader ved luftforurensning må nødvendigvis være usikre. Dette skyldes både manglende kunnskap om sammenhengen mellom utslipp og skadevirkninger og usikkerhet om hvordan skadevirkningene skal verdsettes. Ved enhver beregning må det gjøres antagelser og skjønnsmessige vurderinger. Måten beregningene er gjennomført på har stor betydning for resultatene. Derfor er beregningene beskrevet forholdsvis detaljert.

Noen av kostnadsberegningene gjelder utslipp fra biltrafikk, mens andre gjelder stasjonære kilder, f eks varmekraftverk. Kostnadene ved disse ulike typer utslipp er ikke nødvendigvis de samme. Utslipp fra biltrafikk vil i større grad foregå i tettsteder. Dette har betydning for hvor mange personer som plages og påvirker følgelig kostnadene. Begge typer kostnadsberegninger er likevel tatt med.

Et problem ved beregning av virkningen av luftforurensninger er de kumulative virkninger. De kumulative virkninger er av to typer. For det første kan nivået av luftkonsentrasjonen av et stoff avhenge av utslippene over en lengre periode. For stoffer med forholdsvis lang levetid i atmosfæren, som CO<sub>2</sub>, er konsentrasjonen på et tidspunkt en kumulert virkning av lengre tids utslipp. Selv om skadevirkningene var en øyeblikkelig funksjon av luftkonsentrasjon, er det ikke noen direkte sammenheng mellom utslippene et år og skadevirkningen det samme året.

Dessuten er ikke skadevirkningene bare avhengige av forurensningsnivået på et gitt tidspunkt. Det kan tenkes at det vil være en kumulativ virkning av den forurensning man er utsatt for i en lengre periode som er avgjørende for helsevirkningene. Det samme vil gjelde virkningen på vegetasjon og bygninger.

Denne dobbelte kumulative virkning av utslippene, først utslippenes kumulative virkning på luftkonsentrasjonen og deretter luftkonsentrasjonens kumulative bidrag til skader, gjør at skadevirkningen av utslipp ikke enkelt kan beregnes ved å sammenligne utslipp og skader på et bestemt tidspunkt. I praksis ser man likevel ofte bort fra problemet med de kumulative virkninger og beregner skadekostnadene pr utslippsenhet som kostnadene i et år dividert med utslippsmengden det samme året. Dette kan delvis forsvares ved at levetiden i troposfæren av de vanligste luftforurensningene er ganske kort, typisk en dag til et par måneder. Den kumulative virkning av utslipp på forurensninger blir da liten. Den kumulative helsevirkning vil imidlertid være til stede. Det at man ikke tar hensyn til denne, kan føre både til en overvurdering og en undervurdring av kostnadene, avhengig av utslippenes utvikling over tid og helseskadenes (eller andre skaders) avhengighet av tidligere utslipp.

### **Grupp (1986)**

Grupp (1986) beregnet kostnader som skyldes luftforurensning og støy samt kostnader for arealbruk, vegholdskostnader og ulykkeskostnader. Her beskrives beregningen av kostnader for luftforurensning. Grupp beregnet kostnaden ved utslipp fra vegtrafikk.

Beregningen inkluderte helseskader, skader på bygninger og lignende og vegetasjonsskader. De to første antas vesentlig å være et problem i tettsteder, mens vegetasjonsskader vesentlig antas å finnes utenfor tettsteder. Typer utslipp som inngikk var CO, støy, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, organiske forbindelser (HC), og blyforbindelser. Virkningen av disse ble vektet med toxicitetsfaktorer (faktorer som angir relativ giftighetsgrad) som er gitt i tabell 6.

For å beregne helsekostnadene ble det tatt utgangspunkt i en eldre undersøkelse (Marburger, 1980) som beregnet kostnadene ved luftveislidelser. Undersøkelsen har med kostnader ved tapte arbeidsdager, sykedager, sykehusdager, behandling og delvis invaliditet. Kostnader ved dødsfall er ikke med. Grupp la til kostnader ved dødsfall som han beregnet på grunnlag av et anslag for antall tapte arbeidsdager og kostnad pr dag. Totalt ble kostnadene pr år beregnet til 34 milliarder D-mark.

Tabell 6: Utslipp, toxicitetsfaktorer og vektete utslipp fra vegtrafikken for de viktigste komponenter av luftforurensningen i Vest-Tyskland. Basert på data fra 1982 og beregnet for «midten av 80-tallet». Fra Grupp (1986)

Type forurensning	Toxicitetsfaktor CO = 1		Vektet utslipp Mill tonn CO	
	Tettsted	Spredtbygd	Tettsted	Spredtbygd
CO	1	1	2,5	2,9
Støv	100	100	0,9	2,1
Nox	125	125	60	119
SO <sub>2</sub>	100	120	3,7	7,6
HC	100	150	32	45
Bly	5000	5000	15	15
Totalt			114	192

Andelen av luftveislidelser som antas å skyldes luftforurensning ble tatt fra en eldre amerikansk undersøkelse (Lave og Seskin, 1970) som anslår denne andelen til 50%. Grupp la inn et usikkerhetsområde med 20% og 80% som minimumsverdi og maksimumsverdi. Andelen av luftforurensningen i tettsteder som skyldes vegtrafikk anslås til 27%. Helsekader som skyldes vegtrafikken kan da anslås til mellom 0,5 og 2,9 milliarder D-mark.

Skader på bygninger er i en tidligere undersøkelse (Heinz, 1980) verdsatt til mellom 3,2 og 4,2 milliarder D-mark. Med en andel på 27% som skyldes vegtrafikken blir kostnadene mellom 1,0 og 1,4 milliarder D-mark pr år. Vegetasjonskader er verdsatt i flere undersøkelser med ulike beløp. Grupp valgte skjønnsmessig en årlig kostnad på 5,8 milliarder D-mark med en usikkerhet på  $\pm 4,1$  milliarder D-mark. Med en andel av luftforurensningene fra vegtrafikken på 28% til 30% utenfor tettsteder blir kostnadene på mellom 0,5 og 2,9 milliarder D-mark. Ved å benytte de anslåtte vektete utslipp kan kostnadene pr kg utslipp beregnes for de forskjellige stoffer. Resultatene er gitt i tabell 7.

Tabell 7: Kostnad ved luftforurensning fra vegtrafikken i Vest-Tyskland. Beregnet på grunnlag av Grupp (1986). D-mark pr kg. Prisnivå ca 1985

Type utslipp	Kostnad ved utslipp regnet i D-mark pr kg utslipp 1985			
	I tettsteder		Utenfor tettsteder	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
CO	0,03	0,08	0,003	0,02
Støv	2,54	7,63	0,26	1,51
NO <sub>x</sub>	3,18	9,54	0,32	1,89
SO <sub>2</sub>	2,54	7,63	0,31	1,81
HC	2,54	7,63	0,39	2,27

Tallene gjelder utslipp fra vegtrafikk men blir her brukt som et omtrentlig anslag på kostnadene ved utslipp fra stasjonære kilder.

### **Hohmeyer (1988)**

Hohmeyer (1988) beregnet de eksterne kostnader ved energiproduksjon. Dette ble gjort ved å beregne de totale kostnader ved forurensning av SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO og partikler og bestemme hvor stor andel av dette som skyldes utslipp fra energiproduksjon. Anslåtte faktiske skadekostnader ble brukt ved beregningen. Skadekomponenter som inngikk var planteskader, skader for dyreliv, helseskader og materielle skader i form av korrosjon.

For planteskader er det skogskader og jordbruksplanter som tas med i betraktning. Skader på andre ville planter er ikke medregnet. Hohmeyer gjengir beregninger av Wicke (1986) og Grupp (1986). Wicke har i sine beregninger forsøkt å ta hensyn til reduksjon i skogens rekreasjonsverdi og anslår da kostnadene til 6.500 til 9.900 millioner D-mark pr år. Hohmeyer bruker Wickes tall.

For skader på dyreliv fantes lite data. Wicke (1986) gir et meget omtrentlig anslag basert på en gammel undersøkelse fra 1964 og trendfremskriver resultatene til midt på 1980-tallet. Kostnadene blir da 100 mill D-mark pr år.

Anslagene på helseskadekostnader bygger på tre andre undersøkelser, Wicke (1986), Grupp (1986) og Euler (1984). For Eulers tall for SO<sub>2</sub> alene gir en oppdatering av tallene kostnader på mellom 1.620 og 40.350 millioner D-mark. Dette intervallet brukes av Hohmeyer.

For korrosjonsskader bygger Hohmeyer på andre undersøkelser, Wicke (1986), basert på Heinz (1980) og Grupp (1986). Anslagene bygger på sammenligninger mellom forurensede industriområder og områder med forholdsvis ren luft som viser at korrosjonen i forurensede områder er fem ganger høyere enn i de andre områdene. Wickes kostnadsanslag er 2.300 millioner D-mark pr år, mens Grupp gir et anslag på 3.200 til 4.200 millioner D-mark pr år. Hohmeyer velger å bruke Wickes anslag som nedre grense og kombinere dette med Grupps øvre grense. Anslaget for korrosjonskostnader blir følgelig 2.300 til 4.200 millioner D-mark pr år.

Hohmeyer beregnet kun de totale kostnader, ikke kostnadene pr enhet utslipp av forskjellige utslippskomponenter. Denne kostnaden vil være avhengig av kilden til utslippene, siden f eks utslipp fra biltrafikk i tettsteder påvirker flere mennesker enn utslipp fra kraftanlegg i tynt befolkede områder. Slik som Hohmeyer gjennomfører beregningene er det ikke mulig å ta hensyn til dette, fordi det ikke er skilt mellom skadevirkningene av utslipp fra forskjellige kilder. En beregning av gjennomsnittlig kostnad pr enhet utslipp kan gjennomføres hvis utslippmengdene er kjent, ved å dividere totalkostnadene med utslippmengdene. Dette vil trolig undervurdere gjennomsnittskostnadene for utslipp fra vegtrafikken.

Det må også tas hensyn til at kostnadene avhenger ikke bare av utslippsmengden i tonn, men også av giftighetsgraden av de enkelte typer utslipp. Dette kan gjøres ved å bruke toxicitetsfaktorer som indikerer de relative skadevirkninger for de ulike utslippskomponenter. Hohmeyer oppgir både totale utslipp samt utslipp vektet med toxicitetsfaktorer for Vest-Tyskland for 1982.

Ved å dividere totalkostnadene med totalt vektet utslipp, fås kostnadene pr enhet vektet utslipp. For å bestemme kostnadene pr enhet av de enkelte komponenter multipliseres dette med toxicitetsfaktorene. Dette gir kost-

nadene som er vist i tabell 8. Det understrekes at dette er gjennomsnittskostnader og ikke grensekostnader.

*Tabell 8: Kostnad pr kg utslipp av de viktigste luftforurensningskomponenter i Vest-Tyskland i 1982. D-mark pr kg. Beregnet på grunnlag av Hohmeyer (1988)*

Type utslipp	Kostnad pr kg (D-mark)
CO	0,01 - 0,06
Partikler	1,08 - 5,78
Nox	1,36 - 7,23
SO <sub>2</sub>	1,08 - 5,78
VOC (flyktige organiske forbindelser)	1,08 - 5,78

### ***Teufel med flere (1991)***

Teufel med flere (1991) bygger sine beregninger på de samme undersøkelser som Grupp (1986) og Hohmeyer (1988) komplettert med enkelte nye undersøkelser. Teufel med flere foretar imidlertid mer eller mindre skjønnsmessige justeringer av de tidligere beregnede kostnader for å korrigere for forhold som ikke er tatt med i betraktning ved de tidligere beregningene. Dette gjør at kostnadene i Teufel med flere er høyere enn i de tidligere undersøkelsene.

Kostnaden for materielle skader er basert på Heinz (1980), referert ovenfor. For beregning av kostnaden av helseskader tas utgangspunkt i en undersøkelse av Heinz og Klaasen-Mielke (1991). I undersøkelsen studeres overhyppigheten av hjerte- og kretsløpssykdommer og luftveissykdommer i områder med sterk luftforurensning sammenlignet med områder med mindre luftforurensning. På grunnlag av økningen i antall sykedager kan det beregnes at merkostnadene for de personer som inngikk i undersøkelsen i de sterkt forurensede områdene var 7,7 millioner D-mark pr år. En oppblåsning av dette tallet til hele Forbundsrepublikken (Vest Tyskland), ga et anslag for de årlige kostnadene på 27 milliarder D-mark. Dette er et minimumstall, siden det bare ble regnet kostnader for den del av befolkningen som bodde i spesielt forurensede områder (10 av 60 millioner innbyggere).

Et alternativ til å forsøke å beregne de faktiske kostnader er å forsøke å vurdere verdien av forurensningene ved folks betalingsvillighet for å unngå dem. Teufel med flere henviser til en tidligere undersøkelse (Schulz, 1985), hvor et utvalg på 4.500 personer i Berlin ble spurt om sin betalingsvillighet. I undersøkelsen ble det stilt kontrollspørsmål for å vurdere om strategiske svar ga noen under- eller overvurdering av betalingsvilligheten. Konklusjonen var at det neppe var noen overvurdering, snarere enn undervurdering av betalingsvilligheten.

På grunnlag av betalingsvillighetsundersøkelsen ble beregnet at de totale kostnader ved forurensninger i Vest-Tyskland i 1983 var på 48 milliarder D-mark. For å regne om dette tallet til 1990, tar Teufel med flere hensyn til prisstigning og antar dessuten at den økende miljøbevissthet gjør at betalingsvilligheten øker med 3% pr år. Dette gir en kostnad på 63 milliarder D-mark 1990.

For å fordele de 63 Mrd DM på ulike utslippskilder og avgasser tas utgangspunkt i utslipp av ulike stoffer fra ulike kilder og utslippenes giftighetsgrad. Kostnadene pr kg utslipp som ble beregnet er gitt i tabell 9.

*Tabell 9: Kostnader ved utslipp av ulike luftforurensninger. D-mark pr kg. Fra Teufel med flere (1991A). 1989-priser*

Type utslipp	Kostnad pr kg (D-mark)
No <sub>x</sub>	10,40
HC	5,80
SO <sub>2</sub>	8,30
Støv	6,00

### **Koomey (1990)**

I Koomey (1990) gis en oversikt over amerikanske arbeider hvor miljøkostnadene ved kraftproduksjon beregnes. Tabell 10 oppgir grensekostnader (value of incremental emission reductions) for SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. Kostnadene er regnet i 1989-dollar pr kg.

*Tabell 10: Miljøkostnader ved kraftproduksjon. US-dollar pr kg. Referert i Koomey (1990)*

Undersøkelse	Type beregning	Kostnad i US-dollar pr kg 1989	
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
EPRI (1987) Spredtbygd	Skadekostnader	1,06	0,15
EPRI (1987) Tettsteder	Skadekostnader	2,80	0,15
Schilberg et al (1989)	Skadekostnader	1,98	20,72
CEC Staff (1989)	Skadekostnader	12,68	12,79

Det ses at det både er store forskjeller mellom de enkelte undersøkelser og at også forholdet mellom kostnadene ved SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> varierer fra undersøkelse til undersøkelse.

### **Ecoplan (1992b)**

Ecoplan (1992b), referert i Ecoplan (1992a) bruker resultater fra tidligere undersøkelser som f eks Heinz og Klaasen-Mielke til å beregne kostnadene ved luftforurensning i Bern. Kostnadene pr kg NO<sub>x</sub> er gjengitt i oppsummeringstabellen nedenfor (tabell 12).

### **Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992)**

En norsk beregning av kostnader ved luftforurensning er foretatt i Statistisk sentralbyrå (Brendemoen, Glomsrød og Aaserud, 1992). Beregningen inkluderer SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO og partikler. Virkninger som tas med er helseskader, forsurening av vann, skogskader og korrosjonskader.



I rapporten forutsettes det at helseskader bare forekommer i de fem tettest befolkede områder i landet (Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger og Bærum) og at den marginale skaden i disse kommunene er den samme som i Oslo. Grensekostnaden (kostnaden ved å øke utslippene med en enhet) er beregnet på grunnlag av data for Oslo (Statens Forurensningstilsyn, 1987). Begrunnelsen for vurderingen av de ulike skadevirkningene i anslagene for Oslo er beskrevet i Syvertsen (1988). Skadevirkninger ble forutsatt å forekomme bare for personer som er utsatt for konsentrasjoner over de anbefalte grenseverdier. I Vålerenga-undersøkelsen (1991) ble det funnet at også for forurensningskonsentrasjoner under grenseverdiene ble ubehag registrert. Ved bare å ta hensyn til konsentrasjoner over de anbefalte grenseverdier for skadevirkninger undervurderes kostnadene ved forurensningen. Grensekostnaden i kr pr kg utslipp som beregnet i rapporten er gitt i tabell 11.

Tabell 11: Grensekostnad ved luftforurensning. 1990-kroner pr kg utslipp. Fra Brendemoen, Glomsrød og Aaserud 1992

Type virkning	Kostnad pr kg utslipp 1990 kroner			
	SO <sub>2</sub>	Nox	CO	Partikler
Vannforsuring	0,2	0,2		
Skogforsuring	0,5	0,5		
Helseskader	17,8	88,9	0,0	65,1
Korrosjon	4,2			
I alt	22,7	89,6	0,0	65,1

Kostnadene i tabellen er gjennomsnittskostnader for hele landet og er dessuten en vektet marginalkostnad for mobile og stasjonære kilder sett under ett. Det er ønskelig å skille mellom mobile og stasjonære kilder. I tettsteder er i følge Brendemoen, Glomsrød og Aaserud helseskadepkostnader for NO<sub>x</sub> 555 kr pr kg. Imidlertid er ikke alle utslipp av NO<sub>x</sub> i tettsteder. Brendemoen, Glomsrød og Aaserud regner med at 6% av stasjonære utslipp av NO<sub>x</sub> medfører helseskader. Gjennomsnittskostnaden av helseskader pga stasjonære NO<sub>x</sub> utslipp blir da 33,3 kr/kg. Antas at alle stasjonære utslipp leder til skog- og vannforsuring blir totalkostnaden for stasjonære NO<sub>x</sub> utslipp 34 kr/kg.

For SO<sub>2</sub> er helsekostnaden i tettsteder tilsvarende 155 kr/kg og 7% av stasjonære utslipp leder til helseskader. Gjennomsnittlige helseskadepkostnader blir da 10,9 kr/kg. Legges til korrosjonskostnader og forsuring fås at totalkostnaden er 15,8 kr/kg.

For mobile kilder antas at 18% av både NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> bidrar til helseskader. Helsekostnadene blir da 99,9 kr/kg for NO<sub>x</sub> og 27,9 kr/kg for SO<sub>2</sub> og totalkostnaden henholdsvis 100,6 kr/kg og 32,8 kr/kg for NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub>.

I tabell 12 er kostnadene pr enhet utslipp som er funnet i de ulike undersøkelsene regnet om til norske 1996-kroner og oppsummert. I omregningen er utenlandske beløp regnet om til norske kroner ved å bruke valutakursen for det år kostnaden gjelder for og dernest bruke den norske konsumprisindeksen for å regne om til 1996-kroner.

*Tabell 12: Kostnadene pr enhet utslipp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO og Partikler beregnet i ulike undersøkelser. 1996-kroner pr kg. Beløpene er avrundet til nærmeste hele krone bortsett fra beløp på under en krone. I tilfeller hvor undersøkelsen oppgir intervaller for beløp er midtpunktet av intervallet brukt*

Undersøkelse	Kostnad i kr pr kg for ulike typer utslipp (1996)			
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Partikler
Grupp (1986) Utenfor tettsteder	4	5	0,04	4
Grupp (1986) Tettsteder	23	29	0,27	23
EPRI (1987) Utenfor tettsteder	9	1		
EPRI (1987) Tettsteder	23	1		
Hohmeyer (1988)	18	24	0,22	18
Schilberg med flere (1989)	16	170		
CEC Staff (1989)	104	104		
Teufel med flere (1991)	37	45		26
Ecoplan (1992a)		31		
Brendemoen med flere (1992) Stasjonære kilder	18	39		
Brendemoen med flere (1992) Mobile kilder	37	115		

### ***Maddison med flere (1996)***

I Maddison med flere (1996) gis en oppsummering av amerikanske beregninger av enhetskostnader av luftforurensning basert på Bell (1994). Oppsummeringen er gitt i tabell 13. Kostnadene er regnet om til norske 1996-kroner ved å bruke dollarkursen for 1990 og framskrive til 1996 med konsumprisindeksen.

*Tabell 13: Enhetskostnader for utslipp av NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og partikler (Total suspended particles, TSP) fra et utvalg av amerikanske beregninger*

Type kostnadstall	Kostnad i kr pr kg (1996)		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Partikler
Minimumsanslag	3	0	1
Maksimumsanslag	166	314	69
Gjennomsnitt	31	64	27
Antall undersøkelser	34	36	20

Det har ikke vært mulig å gjennomgå beregningene. Hvilke metoder som er brukt er derfor i de fleste tilfeller ukjent.

### ***Diskusjon av beregningene***

Den store variasjon i beregnede enhetskostnader ved luftforurensning skyldes sannsynligvis ikke bare at kostnadene varierer med geografiske forhold, selv om det finnes slik variasjon. Forskjeller i beregningsmetodene som er brukt gir også opphav til forskjellige verdier. Enhetskostnadene er derfor svært usikre.

Når enhetskostnader skal bestemmes på grunnlag av faktiske skader er det nødvendig med en dose-response funksjon som gir kostnadene, dvs de verdsatte skadene, som en funksjon av utslippet. Når flere ulike utslipp leder til skader må denne funksjonen for ett utslipp være gitt nivået på de andre utslippene.

Ingen av de undersøkelsene som er nærmere beskrevet oppfyller dette kravet. I stedet er de beregnede kostnader fordelt på de ulike utslipp ved å bruke toxicitetsfaktorer som indikerer de forskjellige utslipps relative betydning når det gjelder skader.

Også Brendemoen, Glomsrød og Aaseruds beregning lider av denne svakheten. Som nevnt ovenfor er skadevirkninger forutsatt for personer som er utsatt for konsentrasjoner over de anbefalte grenseverdier. Kostnaden for skadevirkningen må sies å være forholdsvis skjønnsmessig. Verdien for  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_2$  fra stasjonære kilder fra denne beregningen er likevel brukt. Dette er den eneste norske beregningen og gjelder norske forhold. Det er heller ingen andre beregninger som utpeker seg som spesielt gode og derfor er å foretrekke. Dessuten føyer de beregnede kostnadene seg inn blant de andre. De er hverken spesielt høye eller spesielt lave. Sammenlignet med gjennomsnittet i tabell 13, ligger verdiene for stasjonære utslipp noe lavere. Gjennomsnittet i tabellen er imidlertid ikke begrenset til stasjonære kilder. Et uvektet gjennomsnitt av kostnadene for utslipp fra stasjonære og mobile kilder i Brendemoen, Glomsrød og Aaserud ligger imidlertid nær gjennomsnittet i tabell 13 med 77 kr/kg mot 64 kr/kg for  $\text{NO}_x$  og 26 kr/kg mot 31 kr/kg for  $\text{SO}_2$ .

Sammenlignet med de europeiske beregningene i tabell 12 er imidlertid de norske verdiene noe høye. Et nyere arbeide fra Statistisk sentralbyrå (Glomsrød, Hansen og Rosendahl, 1996) finner dessuten «svært lave» grensekostnader for  $\text{NO}_2$ , uten at tallene er oppgitt. Begrunnelsen for de lave grensekostnadene er at det i liten grad er påvist alvorlige helseeffekter av  $\text{NO}_2$  i epidemiologiske studier.

For  $\text{SO}_2$  er det oppgitt en grensekostnad på 6,6 kr/kg for Norge, for Oslo er grensekostnaden 105 kr/kg. Dette er ca en tredjedel av det som ovenfor er beregnet for stasjonære kilder på grunnlag av Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992).

Statens Forurensningstilsyn har i et foreløpig upublisert notat beregnet grensekostnader pr kg utslipp. Disse kostnadene gjelder riktignok utslipp fra vegtrafikk, slik at de trolig overvurderer kostnadene ved utslipp fra stasjonære kilder. For  $\text{NO}_x$  er kostnaden gjennomsnittlig anslått til 90-140 kr/kg, mens kostnaden i tettsteder er anslått til 210-330 kr/kg. For  $\text{SO}_2$  er kostnaden for materialkorrosjon i gjennomsnitt 4-5 kr/kg (50-90 kr/kg i tettsteder) og for forsuring 4-20 kr/kg. Totale kostnader blir 8-25 kr/kg.

Siden nyere beregninger både gir lavere og høyere verdier enn verdiene beregnet på grunnlag av Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992), brukes disse. Kostnadene for  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_x$  settes følgelig til henholdsvis 18 kr/kg og 39 kr/kg.

For VOC (flyktige organiske forbindelser) er det ikke funnet norske kostnadsberegninger. Det er valgt å ta utgangspunkt i offisiell økonomisk verdsetting av VOC i USA og Sverige. I USA (Maddison med flere, 1996) er gjennomsnittlig verdsetting 5986 dollar pr tonn VOC, noe som tilsvarer ca 42 kr pr kg VOC. I Sverige er den offisielle verdsettingen 17 kr/kg (Statens Järnvägar, 1997), noe som tilsvarer ca 15 norske kr pr kg. Det er antatt at betingelsene for dannelse av VOC i Norge er mer lik forholdene i Sverige enn forholdene i USA. Den gjeldende offisielle svenske verdsettingen av VOC er derfor lagt til grunn her, det vil si at en kostnad på 15 kr/kg er brukt.

### 4.3 Kostnader ved global oppvarming

En rekke gasser bidrar til global oppvarming. Dette skjer ved at gassene slipper gjennom sollyset, men stenger inne utstrålingen fra jorda. Den oppvarmingen dette skaper, kalles drivhuseffekten. Den naturlige drivhuseffekten øker jordas middeltemperatur med ca 33 grader Celsius. Uten denne drivhuseffekten ville middeltemperaturen på jorda ha vært ca -18 grader Celsius, mot i dag ca +15 grader Celsius.

Den viktigste drivkraften bak den naturlige drivhuseffekten er vanddamp. Andre viktige drivhusgasser er CO<sub>2</sub>, (karbondioksid), CH<sub>4</sub> (metan), N<sub>2</sub>O (dinitrogenoksid; lystgass) og ozon (O<sub>3</sub>). Konsentrasjonen av drivhusgasser i atmosfæren har de siste to hundre år økt på grunn av menneskelig aktivitet. Dette har bidratt til å forsterke den naturlige drivhuseffekten. Det er denne forsterkningen som gjerne omtales som global oppvarming.

De siste årene har vært de varmeste siden registreringene begynte omkring 1860. Temperaturøkningen siden 1880 har vært på mellom 0,3 og 0,6 grader Celsius. Den siste rapporten fra FNs klimapanel konkluderer med at mye taler for at menneskelig aktivitet har en målbar innflytelse på klimaet i verden (IPCC 1996).

Virkningene av global oppvarming vil være både økonomiske, det vil si fremkomme i markedet, og ikke-økonomiske, det vil si gjelde goder uten markedspris. Noen av virkningene skyldes temperaturøkningen i seg selv. Andre virkninger er konsekvenser av de endringer temperaturøkningen medfører, f eks økt nedbør og stigning av havnivået. Noen mulige virkninger omtales kort nedenfor:

- ***Økning av havnivået. Tap av landområder***

Verdenshavene har steget med 10-25 cm de siste hundre år. Det er ventet en fortsatt stigning på 50 cm frem til år 2100, med et usikkerhetsområde på 20-86 cm. Dette fører til at våtmarksområder og lavtliggende landområder oversvømmes.

- ***Virkninger for menneskers helse***

En eventuell økt forekomst av hetebølger vil øke dødeligheten. Økt utbredelse av visse insekter kan øke forekomsten av sykdommer som spres av insekter, f eks malaria. Allergier kan øke på grunn av økt forekomst av pollen og sporer.

- **Tilgang på mat**

Endringer i temperatur og nedbørmengder påvirker direkte vekstvilkårene for planter. Slike endringer kan dessuten indirekte påvirke driftsvilkårene i landbruket ved at forekomsten av insekter og plantesykdommer øker. Økt konsentrasjon av CO<sub>2</sub> er i seg selv vekstfremmende. FNs klimapanel mener at den ventede temperaturøkningen de neste hundre år ikke er til hinder for at matproduksjonen opprettholdes.

- **Tilgang på vann**

Global oppvarming fører til at den globale hydrologiske syklus blir mer intens. Det vil si at både fordampning og nedbør vil øke i intensitet. Det vil være regionale forskjeller. Noen områder vil bli tørrere, andre vil oppleve mer nedbør.

- **Skogvekst**

En økning av middeltemperaturen på 1 grad Celsius påvirker vekstvilkårene for mange treslag. De egnede vekstområder for ulike arter vil trolig endres hurtigere enn artene kan klare å tilpasse seg.

- **Artsmangfold**

Det ventes at global oppvarming vil redusere artsmangfoldet, fordi miljøet endres raskere enn artene kan klare å tilpasse seg.

- **Energiforbruk**

Høyere temperatur kan føre til at energiforbruket til å holde innendørs temperatur nede vil øke (luftkondisjoneringsanlegg).

- **Luftforurensning**

Kjemiske reaksjoner avhenger av temperaturen. Når det blir varmere, vil utslippene av hydrokarboner (HC), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svoveloksider (SO<sub>x</sub>) øke. Økte konsentrasjoner av HC og NO<sub>x</sub> vil, sammen med raskere kjemiske reaksjoner, føre til økte ozonkonsentrasjoner.

- **Folkevandring**

Folk vil flytte fra områder som oversvømmes til høyereliggende områder. Flyktningproblemer og konflikter om landområder kan oppstå.

- **Forekomst av naturkatastrofer**

Global oppvarming kan føre til at naturkatastrofer som langvarig tørke eller flom forekommer oftere enn i dag. Man kan også tenke seg at f.eks. Golfstrømmen endrer retning på grunn av ismelting på Nordpolen eller Grønland.

Det er gjort mange forsøk på å beregne kostnadene ved global oppvarming. De enkelte kostnadsberegninger vil ikke bli gjennomgått her. Vi vil begrense oss til å peke på de spesielle problemer som oppstår når kostnadene ved global oppvarming skal beregnes.

Det er ønskelig å beregne grensekostnadene, det vil si de ekstra kostnader økte utslipp av CO<sub>2</sub> medfører. Dette er vanskelig, fordi CO<sub>2</sub> har lang levetid i atmosfæren og hoper seg opp. De skadevirkninger man kan observere til enhver tid, avhenger av den totale konsentrasjonen av CO<sub>2</sub>, ikke bare av utslippene i øyeblikket. Dette innebærer at også fremtidige utslipp av CO<sub>2</sub> har betydning for kostnadene, fordi fremtidige utslipp bidrar til å øke den totale mengden av CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Siden det ikke er mulig å predikere med sikkerhet hvor mye CO<sub>2</sub> som vil bli sluppet ut i fremtiden, er det heller ikke mulig å kjenne skadevirkningene med sikkerhet. I økonomiske beregninger tillegges virkninger som forekommer langt frem i tid vanligvis mindre vekt enn tilsvarende virkninger som forekommer i dag. Anslagene på hva CO<sub>2</sub>-utslipp koster avhenger derfor også av den kalkulasjonsrente som brukes ved diskontering av fremtidige virkninger. Hvordan man vurderer sannsynligheten for en uoppsettelig katastrofe, spiller også inn.

En grundig beregning av kostnader ved global oppvarming er nylig gjort som ledd i EksternE-prosjektet, som er et europeisk prosjekt som tar sikte på å beregne eksterne kostnader ved transport (Eyre med flere, 1997). I prosjektet er to modeller brukt til å beregne kostnadene ved global oppvarming. De to modellene er meget ulike og skiller seg fra hverandre blant annet når det gjelder hvilke av virkningene på listen foran som er tatt med i kostnadsberegningen. Beregningen omfatter følsomhetsanalyser av en rekke forhold som påvirker resultatene, herunder kalkulasjonsrenten og hvordan man tar hensyn til globale inntektsulikheter ved kostnadsberegningen. Beregningen konkluderer med at kostnadene pr tonn karbon er mellom 60 og 170 dollar, noe som tilsvarer ca 420-1190 kr pr tonn karbon. Midtpunktet i dette intervallet, det vil si 805 kr/tonn karbon, brukes her som beste anslag på kostnadene. Dette tilsvarer en kostnad på 220 kr pr tonn karbondioksid.

#### **4.4 Kostnader ved arbeidsulykker med personskade**

Kostnadene ved arbeidsulykker er beregnet med utgangspunkt i den økonomiske verdsetting av det å unngå personskader som er utarbeidet for vegtrafikkulykker (Elvik 1993; Elvik, Mysen og Vaa 1997). Hovedpunktene i denne økonomiske verdsettingen er forklart nedenfor. Ulykkeskostnadene er summen av fem hovedposter:

- 1 Medisinske kostnader
- 2 Produksjonsbortfall
- 3 Materielle kostnader
- 4 Administrative kostnader
- 5 Økonomisk verdsetting av velferdstap ved personskader

De fire førstnevnte postene kalles tradisjonelt for *realøkonomiske kostnader*, fordi de i prinsippet kan gjenfinnes i form av konkrete utbetalinger eller tapte inntekter for de skadde ved ulykker og andre berørte parter i samfunnet. Det betyr at de realøkonomiske kostnadene stort sett kan beregnes ved å

bygge på eksisterende markedspriser. Dette er ikke mulig når det gjelder økonomisk verdsetting av velferdstap ved personskader i arbeidsulykker.

*Medisinske kostnader* er alle kostnader til medisinsk behandling av personskader som har oppstått ved arbeidsulykker. Kostnader ved *produksjonsbortfall* er verdien av den produksjonsmengde som går tapt på grunn av skadene. De beregnede kostnadene omfatter både betalt og ubetalt produksjon. Kostnadene ved ubetalt husholdsproduksjon er beregnet ved å ta utgangspunkt i hva det koster å kjøpe slike tjenester. Ved dødsfall, er kostnader ved tapt fremtidig produksjon medregnet fram til forventet pensjonsalder. *Materielle kostnader* er alle kostnader til reparasjon eller erstatning av maskiner, bygninger, klær eller annet utstyr som er blitt ødelagt ved arbeidsulykker. *Administrative kostnader* er all økt ressursbruk til administrasjon som følge av arbeidsulykker. Dette omfatter forsikringsadministrasjon (behandling av skademeldinger i forsikringsselskapene), trygdeadministrasjon, politiets og Arbeidstilsynets kostnader til ulykkesrapportering og kostnader til rettssaker som har sitt utspring i arbeidsulykker.

Velferdstap ved personskader i arbeidsulykker er enhver nedsettelse av velferden som ulykkene medfører. *Velferd* er den grad av velvære og trivsel den enkelte opplever, materielt og mentalt. Å ha høy velferd betyr at man får dekket grunnleggende materielle og fysiske behov, samtidig som man fungerer normalt i dagliglivet og opplever en følelse av velvære.

Velferdsnivået avhenger blant annet av tilgangen til materielle goder og av helsetilstanden. Med tilgangen til *materielle goder* menes blant annet inntektsnivået og boligstandarden. *Helsetilstanden* er evnen til å fungere normalt i dagliglivet og følelsen av fysisk, mentalt og sosialt velvære. Det er viktig å være klar over at helse er et vidt begrep. I tillegg til fysiske tilstander omfatter det sinnstilstanden i videste forstand. Helsetilstanden er nedsatt dersom man f.eks. har hukommelses- eller konsentrasjonsproblemer, eller har problemer med å omgås andre mennesker. Den økonomiske verdsettingen av velferdstap omfatter følgende aspekter ved helsetilstanden som kan påvirkes av en personskade (Haukeland 1991):

- 1 Forekomst av plager (smerter, ubehag)
- 2 Konsekvenser for utseende og mulighet til å bruke kroppen
- 3 Konsekvenser for yrkesaktivitet og utdanning
- 4 Konsekvenser for evnen til å dekke personlige behov
- 5 Konsekvenser for evnen til å utføre husholdsoppgaver
- 6 Konsekvenser for deltakelse i fritidsaktiviteter
- 7 Konsekvenser for familieforhold og mellommenneskelige forhold
- 8 Psykiske konsekvenser (egen sinnstilstand)

Disse konsekvensene er kartlagt i detalj i en undersøkelse av et utvalg av trafikkskadde (Haukeland 1991). Det er i denne sammenheng forutsatt at de resultater som ble funnet for trafikkskadde med en viss skadegrad, angitt ved AIS-koden (se kapittel 3), kan overføres til skadde i arbeidsulykker. De ulike dimensjonene ved de helsemessige konsekvenser er omregnet til en felles dimensjon ved å knytte dem til verdier på helsestatusindekser (indekser for kvalitetsjusterte leveår). Disse indeksene er definert slik at tilstanden

full helse har verdien 1,0 og tilstanden død har verdien 0,0. Ved hjelp av en slik indeks, kan de helsemessige konsekvenser av personskader uttrykkes som et antall tapte leveår med full helse. Også dødsfall kan betraktes som tap av et antall leveår med full helse. Dersom livskvaliteten i en bestemt helsetilstand som skyldes en skade f eks regnes til 0,5, vil tre år tilbrakt i denne tilstanden representere 1,5 tapte leveår med full helse.

De helsemessige konsekvenser av personskader målt som tapte leveår med full helse er verdsatt økonomisk ved å knytte dem til resultater av utenlandske undersøkelser om betalingsvilligheten for en risikoreduksjon som statistisk tilsvarende ett unngått dødsfall. Anslag på betalingsvilligheten for en slik risikoreduksjon er gitt på grunnlag av en kritisk gjennomgang av betalingsvillighetsstudier (Elvik 1993).

Ulykkeskostnadene for vegtrafikkulykker regnet i 1995-priser (Statens vegvesen, håndbok 140, 1995) er oppgitt i tabell 14.

*Tabell 14: Kostnader ved trafikkskader regnet pr skadet person registrert i offentlig statistikk. 1995-priser*

Skadegrad (offisiell inndeling)	Realøkonomiske kostnader	Velferdstap	Totale kostnader
Dødsfall	5.500.000	11.100.000	16.600.000
Meget alvorlig skade	5.580.000	5.790.000	11.370.000
Alvorlig skade	1.890.000	1.860.000	3.750.000
Lettere skade	210.000	290.000	500.000
Gjennomsnitt pr personskade	605.000	825.000	1.430.000

Kostnadstallene i tabell 14 gjelder pr politirapportert skadet person i vegtrafikkulykker med personskade. Ved beregning av kostnadene er det tatt hensyn til underrapportering av ulykker og skader i offisiell ulykkesstatistikk. Kostnadstallene inkluderer derfor også kostnadene ved de urapporterte skadene.

Ved overføring av disse kostnadstallene til arbeidsulykker, må kostnadene for skader av en gitt alvorlighetsgrad omregnes fra den skalaen for skaders alvorlighetsgrad som brukes i det offisielle ulykkesregisteret for vegtrafikkulykker til AIS-skalaen, som er brukt for arbeidsulykker i denne rapporten. Denne omregningen er gjort i vedlegg 1. De enhetskostnader som er brukt til å beregne kostnadene ved de ulike HMS-problemer er oppsummert i neste avsnitt.

#### **4.5 Oppsummering av enhetskostnader ved HMS-problemer**

Tabell 15 oppsummerer de enhetskostnader som er brukt til å beregne de totale samfunnsøkonomiske kostnader ved de HMS-problemer denne rapporten beskriver.



Tabell 15: Oppsummering av enhetskostnader ved HMS-problemer. Kroner. Prisenivå 1995 eller 1996

Type problem	Kostnadsenhet	Kostnad pr enhet (kr)
Yrkessykdom	1 nytt syketilfelle	440.000
NOx-utslipp	1 kg utslipp	39
SO2-utslipp	1 kg utslipp	18
CO2-utslipp	1 tonn karbonutslipp	805
NM VOC utslipp	1 kg utslipp	15
Dødsulykke	1 drept person	16.600.000
Ulykke med kritisk skade	1 kritisk skadet person	8.300.000
Ulykke med meget alvorlig skade	1 meget alvorlig skadet person	2.573.000
Ulykke med alvorlig skade	1 alvorlig skadet person	1.494.000
Ulykke med moderat skade	1 moderat skadet person	332.000
Ulykke med liten skade	1 lite skadet person	83.000

## 5. Totalkostnader ved HMS-problemer fordelt på næringsgrener

Dette kapitlet presenterer de samlede beregnede, samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemer i bedrifter i Norge. Beregningene viser disse kostnadene i 1995/96. Tabell 16 viser kostnadene ved yrkessykdommer.

Tabell 16: Kostnader ved yrkessykdommer i 1996. Beløp i 1.000 kr

Næringsgrupper	Kostnad i 1.000 kr
Jordbruk	18480
Skogbruk	6600
Fiske og fangst	5280
Bryting av kull	880
Utvinning av råolje og naturgass	2200
Bergverksdrift	11000
Næringsmiddelindustri	83600
Produksjon av tekstiler, lær mv	6600
Produksjon av trelast, trevarer	58080
Treforedling, grafisk industri	34760
Produksjon av kjemiske produkter	44440
Produksjon av mineralske produkter	46200
Metallproduksjon	139040
Verkstedproduksjon	212960
Industriproduksjon ellers	2200
Elektrisitetsforsyning mv	23320
Vannforsyning	1320
Bygge- og anleggsvirksomhet	220880
Engros- og detaljhandel	28600
Hotell- og restaurantdrift	12320
Transport og lagring	127600
Post- og telekommunikasjon	7920
Bank- og forsikringsvirksomhet	2200
Eiendomsdrift og boligjenester mv	7480
Offentlig administrasjon, forsvar mv	109560
Renovasjon og rengjøring	10120
Undervisning og helsevesen	72160
Kulturinstitusjoner og sport mv	10560
Personlig tjenesteyting	71720
Internasjonale organisasjoner	11000
Sum	1389080

De samlede kostnader ved nye tilfeller av yrkessykdommer i 1996 er beregnet til nær 1,4 milliarder kroner. Kostnadene i de enkelte næringer er proporsjonale med antallet nye tilfeller av yrkessykdom i næringene. Antallet tilfeller er oppgitt i tabell 1, kapittel 2.

Tabell 17 viser beregnede kostnader ved utslipp i 1996 fordelt på næringer.

Tabell 17: Kostnader ved utslipp til luft i 1996. Beløp i 1.000 kr

Næringsgrupper	Kostnader fordelt på type utslipp 1.000 kr				
	NOx	SO2	CO2	NM VOC	Sum
Jordbruk	259467	4986	157853	53145	475451
Skogbruk	31941	414	11855	11610	55820
Fiske og fangst	288493	12402	295068	2888	598851
Bryting av kull	1989	72	5269	150	7480
Utvinning av råolje og naturgass	390995	8190	1908944	756248	3064376
Bergverksdrift	248937	7542	105601	9975	372055
Næringsmiddelindustri	72969	11196	130629	16155	230949
Produksjon av tekstiler, lær mv	4914	576	7684	3495	16669
Produksjon av trelast, trevarer	17667	2718	15149	24210	59744
Treforedling, grafisk industri	73086	48006	140289	85215	346596
Produksjon av kjemiske produkter	294879	202536	1101677	443685	2042777
Produksjon av mineralske produkter	198315	37206	362908	14655	613084
Metallproduksjon	236925	174042	1000247	22920	1434134
Verkstedproduksjon	15210	756	26565	16890	59421
Industriproduksjon ellers	23088	1890	39957	30915	95850
Elektrisitetforsyning mv	56784	13230	55325	7815	133154
Vannforsyning	8424	252	7245	465	16386
Bygge- og anleggsvirksomhet	239733	4230	129092	198825	571880
Engros- og detaljhandel	350727	6822	261478	183150	802177
Hotell- og restaurantdrift	3003	216	5269	1500	9988
Transport og lagring	2202954	44964	1131754	190560	3570232
Post- og telekommunikasjon	37206	486	25687	19245	82624
Bank- og forsikringsvirksomhet	12168	306	12295	6825	31594
Eiendomsdrift og boligjenester mv	20046	306	15368	12105	47825
Offentlig administrasjon, forsvar mv	111735	2142	106918	21765	242560
Renovasjon og rengjøring	1833	90	5489	675	8087
Undervisning og helsevesen	32409	2016	75743	32865	143033
Kulturinstitusjoner og sport mv	2418	360	10538	135	13451
Personlig tjenesteyting	17004	1026	28541	6150	52721
Internasjonale organisasjoner	0	0	0	0	0
Sum	5255318	588978	7180439	2174235	15198970

Ved beregning av hvordan kostnadene ved utslipp til luft fordeler seg mellom ulike næringsgrener, hadde det beste vært å ta utgangspunkt i en matematisk spredningsmodell for ulike typer forurensning og beregne konsentrasjonen i luft av ulike typer utslipp i ulike deler av landet ved hjelp av en slik modell. Ved å sammenholde resultatene av en slik beregning med opplysninger om folketettheten i ulike deler av landet, kunne man ha beregnet hvor mange mennesker som var utsatt for gitte konsentrasjoner av utslipp til luft fra ulike næringer. Kostnadene kunne deretter ha vært fordelt

mellom næringer i forhold til omfanget av den personeksponering for ulike konsentrasjoner av utslipp til luft hver næring representerte.

Tabell 18 viser de samfunnsøkonomiske kostnader ved personskader i arbeidsulykker i 1995.

Tabell 18: Kostnader ved arbeidsulykker og ulykker under arbeidsreiser i 1995. Beløp i 1.000 kr

Næringsgrupper	Kostnader i 1.000 kr		
	Arbeidsulykker	Ulykker ved arbeidsreiser	Ulykker i alt
Jordbruk	1385423	50226	1435649
Skogbruk	236514	886	237400
Fiske og fangst	297682	886	298568
Bryting av kull	578	3752	4330
Utvinning av råolje og naturgass	96565	19232	115797
Bergverksdrift	49802	40445	90247
Næringsmiddelindustri	503816	37371	541187
Produksjon av tekstiler, lær mv	12098	12143	24240
Produksjon av trelast, trevarer	146846	9277	156123
Treforedling, grafisk industri	149711	42705	192416
Produksjon av kjemiske produkter	86561	2659	89220
Produksjon av mineralske produkter	48327	19720	68047
Metallproduksjon	125056	5525	130581
Verkstedproduksjon	681325	92426	773751
Industriproduksjon ellers	52690	0	52690
Elektrisitetsforsyning mv	59486	10163	69649
Vannforsyning	6894	0	6894
Bygge- og anleggsvirksomhet	1535484	18818	1554301
Engros- og detaljhandel	372432	133186	505618
Hotell- og restaurantdrift	232969	64198	297167
Transport og lagring	693816	52941	746758
Post- og telekommunikasjon	88585	55897	144482
Bank- og forsikringsvirksomhet	24751	21005	45756
Eiendomsdrift og boligjenester mv	34991	7976	42967
Offentlig administrasjon, forsvar mv	195887	164011	359899
Renovasjon og rengjøring	109051	9956	119007
Undervisning og helsevesen	527575	357542	885117
Kulturinstitusjoner og sport mv	111278	26944	138222
Personlig tjenesteyting	238331	40445	278776
Internasjonale organisasjoner	578	0	578
Sum	8105104	1300333	9405437

Innenfor rammen av dette prosjektet har det dessverre ikke vært mulig å gjennomføre en slik beregning. Kostnadene ved utslipp til luft er derfor fordelt proporsjonalt med utslippsmengden. Det er imidlertid gjort to unntak fra denne regelen. Unntakene gjelder utslipp av NO<sub>x</sub> og VOC fra fiske og fangst og fra utvinning av olje og naturgass. Disse næringene foregår stort sett til havs, i områder hvor det ikke bor mennesker som er utsatt for utslippene. Kostnadene ved utslipp av NO<sub>x</sub> og VOC fra fiske og fangst og utvinning av olje og naturgass er på bakgrunn av dette skjønsmessig satt til 25% av det utslippsmengden tilsier.

De samfunnsøkonomiske kostnader ved utslipp til luft fra bedrifter er for 1996 beregnet til ca 15,2 milliarder kroner for de komponenter beregningen omfatter. Omkring halvparten av dette, 7,2 milliarder kroner, skriver seg fra utslipp av karbondioksid (CO<sub>2</sub>). Det nest største bidraget kommer nitrogenoksid (NO<sub>x</sub>), som er kostnadsberegnet til nær 5,3 milliarder kr. Dannelse av flyktige organiske forbindelser (NM VOC) er kostnadsberegnet til vel 2,1 milliarder kr og SO<sub>2</sub>-utslipp til nær 0,6 milliarder kr.

Tabell 19: Oppsummering av kostnader ved HMS-problemer i bedrifter i Norge. Beløp i 1.000 kr

Næringsgrupper	Kostnader i 1.000 kr				Sum HMS-problemer
	Yrkessykdom	Personskade ulykker	Materiellskade ulykker	Utslipp til luft	
Jordbruk	18480	1435649	116107	475451	2045687
Skogbruk	6600	237400	200	55820	300020
Fiske og fangst	5280	298568	34456	598851	937155
Bryting av kull	880	4330	10	7480	12700
Utvinning av råolje og naturgass	2200	115797	11	3064376	3182384
Bergverksdrift	11000	90247	912	372055	474214
Næringsmiddelindustri	83600	541187	108343	230949	964079
Produksjon av tekstiler, lær mv	6600	24240	1259	16669	48768
Produksjon av trelast, trevarer	58080	156123	33651	59744	307598
Treforedling, grafisk industri	34760	192416	13580	346596	587353
Produksjon av kjemiske produkter	44440	89220	139376	2042777	2315813
Produksjon av mineralske produkter	46200	68047	2310	613084	729641
Metallproduksjon	139040	130581	30202	1434134	1733957
Verkstedproduksjon	212960	773751	24626	59421	1070758
Industriproduksjon ellers	2200	52690	13193	95850	163933
Elektrisitetsforsyning mv	23320	69649	19345	133154	245468
Vannforsyning	1320	6894	406	16386	25006
Bygge- og anleggsvirksomhet	220880	1554301	6267	571880	2353329
Engros- og detaljhandel	28600	505618	101011	802177	1437406
Hotell- og restaurantdrift	12320	297167	32334	9988	351809
Transport og lagring	127600	746758	63926	3570232	4508516
Post- og telekommunikasjon	7920	144482	0	82624	235026
Bank- og forsikringsvirksomhet	2200	45756	6436	31594	85985
Eiendomsdrift og boligjenester mv	7480	42967	30689	47825	128961
Offentlig administrasjon, forsvar mv	109560	359899	8682	242560	720701
Renovasjon og rengjøring	10120	119007	9684	8087	146897
Undervisning og helsevesen	72160	885117	46893	143033	1147203
Kulturinstitusjoner og sport mv	10560	138222	82499	13451	244732
Personlig tjenesteyting	71720	278776	15735	52721	418951
Internasjonale organisasjoner	11000	578	0	0	11578
Sum	1389080	9405437	942143	15198970	26935630

De næringer som representerer de største kostnader ved utslipp til luft, er transport og lagring med nær 3,6 milliarder kroner, og utvinning av olje og naturgass, med omlag 3 milliarder kroner.

Kostnadene ved arbeidsulykker og ulykker under arbeidsreiser er beregnet til ca 9,4 milliarder kroner. Arbeidsulykker står for ca 8,1 milliarder kr av dette, ulykker under arbeidsreiser ca 1,3 milliarder kr.

Tabell 19 oppsummerer kostnadene ved de HMS-problemer i bedrifter som det har vært mulig å beregne i dette prosjektet. Det er skilt mellom helseproblemer, der yrkessykdommer inngår, miljøproblemer, som omfatter utslipp til luft og sikkerhetsproblemer, som omfatter arbeidsulykker og ulykker under arbeidsreiser. I tillegg til kostnadstallene i tabellene 16, 17 og 18, inneholder tabell 19 også kostnader ved materiellskadeulykker, hentet fra tabell 5.

De samlede kostnader ved HMS-problemer i bedrifter er beregnet til ca 26,9 milliarder kroner. Av dette står utslipp til luft for nær 15,2 milliarder kr, personskadeulykker for 9,4 milliarder kr, materiellskadeulykker for vel 0,9 milliarder kr og yrkessykdommer for nær 1,4 milliarder kr.

Tabell 19 viser at både de totale HMS-kostnadene og bidragene til disse fra ulike typer HMS-problemer varierer en god del mellom næringsgrupper. De største totalkostnadene finnes i næringsgruppen transport og lagring med om lag 4,5 milliarder kr. Det meste av dette skriver seg fra luftforurensning. Utvinning av olje og naturgass har en kostnad på nær 3,2 milliarder kr, som domineres av utslipp til luft. I bygge- og anleggsvirksomhet, der totalkostnadene er beregnet til 2,4 milliarder kr, er derimot personskadeulykker den største posten.

Dette kostnadsoverslaget er uten tvil en undervurdering av de reelle kostnadene ved HMS-problemene. Dette skyldes at det ikke finnes god nok dokumentasjon av alle HMS-problemer til at meningsfulle kostnadsberegninger er mulig. Blant problemer som ikke inngår i beregningen er:

- ***Yrkesbetinget helsesvikt***

Beregningen er begrenset til kostnadene ved nye tilfeller av godkjente yrkessykdommer, korrigert for antatt underrapportering og antatt manglende dekning av velferdstap gjennom utbetalte erstatninger. Det virkelige omfang av yrkesbetinget helsesvikt er imidlertid betydelig større enn antallet nye tilfeller av godkjente yrkessykdommer. Slik helsesvikt kan være knyttet til arbeidsmiljøproblemer som støy, belastende arbeidsstillinger, tunge løft, eksponering for trekk og kulde eller psykososiale arbeidsmiljøfaktorer. Det er tidligere beregnet (Lund med flere 1992) at arbeidsulykker og yrkesrelatert helsesvikt koster det norske samfunn omkring 49 milliarder kr pr år. Opplysningene om omfanget av slik helsesvikt i de enkelte næringer er imidlertid for dårlige til at det er mulig å fordele kostnadene mellom næringsgrupper.

- **Miljøfaktorer som er utelatt**

Støy som er til sjenanse for de ansatte eller i bedriftens omgivelser inngår ikke i beregningene. Eksempelvis har Eriksen og Hovi (1995) beregnet at trafikkstøy (fra alle typer transportmidler) representerer en årlig samfunnsøkonomisk kostnad på 3,785 mrd kr (1993-priser). Utslipp til luft av en del forurensende stoffer, f eks CO (karbonmonoksid) og ozon (O<sub>3</sub>) inngår ikke. Det samme gjelder alle typer utslipp til jord og vann av skadelige stoffer. Dette innebærer f eks at skader på fiskevann på grunn av overgjødning ikke er med i kostnadsberegningen.

- **Ikke rapporterte materiellskadeulykker og egenandel ved kostnadene**

Kostnadsberegningen er trolig mest dekkende når det gjelder personska-der ved arbeidsulykker. De beregnede kostnader ved materiellskade-ulykker er derimot trolig en undervurdering av de faktiske kostnader. Det er fire grunner til det. For det første blir ikke alle skader meldt til forsik-ringsselskapene. For det andre inngår ikke kostnader til forsikringsad-ministrasjon i tallene. For det tredje er ikke forsikringsdekningen alltid god nok til å dekke de faktiske tap ved de skader som blir meldt. For det fjerde kommer bedriftenes egenandel på forsikringen, samt andre kost-nader bedriftene selv dekker, i tillegg til de utbetalte erstatningene fra forsikringsselskapene. Disse kostnadene er imidlertid for dårlig kjent til at de kan beregnes.

For å kunne gjøre mer fullstendige beregninger av kostnadene ved HMS-problemer, må dokumentasjonen av omfanget av slike problemer forbedres. Dette kan trolig best skje ved at offentlig statistikk forbedres. Innsamling av primærdata i forbindelse med forskningsprosjekter blir ofte en engangsforeteelse. Skal opplysningene foreligge permanent, er en rutinemessig inn-samling i regi av offentlige myndigheter den beste måten å sikre dette på.

## **6. Kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt og i forhold til verdiskapning**

I dette kapitlet er kostnadene ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt person i ulike næringer og i forhold til verdiskapningen i næringene. Som mål på verdiskapning er brukt de ulike næringers bidrag til bruttonasjonalproduktet i 1996. Opplysninger om antallet sysselsatte i ulike næringer er hentet fra Statistisk sentralbyrås Arbeidsmarkedsstatistikk (Statistisk sentralbyrå, NOS C 325, 1996).

### **6.1 Kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt**

Tabell 20 viser beregnede kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt person i ulike næringer. Antallet sysselsatte er oppgitt til nærmeste hele 1.000.

Tabell 20 viser at bergverksdrift har de høyeste kostnader til HMS-problemer pr sysselsatt, med 190.000 kr pr sysselsatt pr år. Andre næringer der kostnadene pr sysselsatt ligger høyt er utvinning av olje og naturgass, metallproduksjon og produksjon av kjemiske produkter. Næringer der kostnadene til HMS-problemer regnet pr sysselsatt ligger lavt, er blant annet bank og forsikringsvirksomhet, eiendomsdrift og boligjenester og undervisning og helsevesen. I gjennomsnitt for alle næringsgrupper er kostnadene til HMS-problemer 12.950 kr pr sysselsatt pr år.

### **6.2 Kostnader ved HMS-problemer regnet som andel av verdiskapning**

Tabell 21 viser beregnede kostnader til HMS-problemer regnet som andel av verdiskapningen i ulike næringer. Verdiskapningen er beregnet som bidraget til bruttonasjonalproduktet. Tallene er noe usikre for en del næringer, men gir forhåpentligvis likevel et noenlunde bilde av problemenes relative omfang i ulike næringer.

Tabell 21 viser at kostnadene ved HMS-problemer i gjennomsnitt utgjør omkring 2,8% av bruttonasjonalproduktet. Kostnadene ved disse problemene, regnet som andel av verdiskapningen varierer imidlertid en god del mellom ulike næringer.



Tabell 20: Kostnader ved HMS-problemer regnet pr sysselsatt. Totaltall i 1.000 kr, beløp pr sysselsatt i kr

Næringsgrupper	Totale kostnader 1.000 kr	Antall sysselsatte 1.000	Kostnader pr sysselsatt kr
Jordbruk	2045687	82	24947
Skogbruk	300020	6	50003
Fiske og fangst	937155	18	52064
Bryting av kull	12700	1	25401
Utvinning av råolje og naturgass	3182384	20	159119
Bergverksdrift	474214	3	189686
Næringsmiddelindustri	964079	50	19282
Produksjon av tekstiler, lær mv	48768	11	4433
Produksjon av trelast, trevarer	307598	32	9612
Treforedling, grafisk industri	587353	47	12497
Produksjon av kjemiske produkter	2315813	25	92633
Produksjon av mineralske produkter	729641	9	81071
Metallproduksjon	1733957	17	101997
Verkstedproduksjon	1070758	113	9476
Industriproduksjon ellers	163933	5	32787
Elektrisitetsforsyning mv	245468	19	13269
Vannforsyning	25006	4	7145
Bygge- og anleggsvirksomhet	2353329	126	18677
Engros- og detaljhandel	1437406	295	4873
Hotell- og restaurantdrift	351809	63	5584
Transport og lagring	4508516	121	37260
Post- og telekommunikasjon	235026	49	4796
Bank- og forsikringsvirksomhet	85985	53	1622
Eiendomsdrift og bolig tjenester mv	128961	106	1217
Offentlig administrasjon, forsvar mv	720701	143	5040
Renovasjon og rengjøring	146897	19	7731
Undervisning og helsevesen	1147203	546	2101
Kulturinstitusjoner og sport mv	244732	40	6118
Personlig tjenesteyting	418951	54	7758
Internasjonale organisasjoner	11578	5	2316
Sum	26935630	2080	12950

I bergverksdrift representerer kostnadene ved HMS-problemer mer enn 20% av næringens verdiskapning. Jordbruk, skogbruk, fiske og fangst, bryting av kull, produksjon av kjemiske produkter og produksjon av mineralske produkter og metallproduksjon har også relativt høye HMS-kostnader, over 10% av verdiskapningen i alle næringer. Næringer der HMS-kostnadene er relativt lave omfatter bank og forsikring, eiendomsdrift og bolig tjenester, undervisning og helsevesen, personlig tjenesteyting og internasjonale organisasjoner. I alle disse næringene er kostnadene ved HMS-problemer under 1% av næringenes verdiskapning. Anslaget på bruttoproduktet for internasjonale organisasjoner er særdeles usikkert.

Et interessant spørsmål er hva som kan forklare de store variasjonene i HMS-kostnader mellom ulike næringer, regnet både pr sysselsatt og som andel av næringenes verdiskapning. Det ligger imidlertid utenfor rammene for dette prosjektet å undersøke mulige forklaringer på variasjoner i HMS-problemene omfang mellom ulike næringer. I neste kapittel vil det imid-

lertid bli gjort enkle overslag over hvor stor andel av kostnadene som er interne for bedrifter i de ulike næringer.

*Tabell 21: Kostnader ved HMS-problemer regnet som andel av verdiskapningen i ulike næringer. Beløp i mill kr*

Næringsgrupper	HMS-kostnader mill kr	Bidrag til nasjonalprodukt mill kr	HMS-kostnader i % av bidrag til nasjonalprodukt
Jordbruk	2046	12278	16,7
Skogbruk	300	2977	10,1
Fiske og fangst	937	7203	13,0
Bryting av kull	13	55	23,1
Utvinning av råolje og naturgass	3182	150313	2,1
Bergverksdrift	474	1772	26,8
Næringsmiddelindustri	964	17433	5,5
Produksjon av tekstiler, lær mv	49	2292	2,1
Produksjon av trelast, trevarer	308	3937	7,8
Treforedling, grafisk industri	587	15833	3,7
Produksjon av kjemiske produkter	2316	14488	16,0
Produksjon av mineraliske produkter	730	3957	18,4
Metallproduksjon	1734	10862	16,0
Verkstedproduksjon	1071	41062	2,6
Industriproduksjon ellers	164	7823	2,1
Elektrisitetsforsyning mv	245	21683	1,1
Vannforsyning	25	1900	1,3
Bygge- og anleggsvirksomhet	2353	36734	6,4
Engros- og detaljhandel	1437	92868	1,5
Hotell- og restaurantdrift	352	11776	3,0
Transport og lagring	4509	72120	6,3
Post- og telekommunikasjon	235	20270	1,2
Bank- og forsikringsvirksomhet	86	35627	0,2
Eiendomsdrift og boligjenester mv	129	117724	0,1
Offentlig administrasjon, forsvar mv	721	66696	1,1
Renovasjon og rengjøring	147	4448	3,3
Undervisning og helsevesen	1147	124012	0,9
Kulturinstitusjoner og sport mv	245	11431	2,1
Personlig tjenesteyting	419	51067	0,8
Internasjonale organisasjoner	12	4593	0,3
Sum	26936	965234	2,8

## 7. Interne og eksterne kostnader ved HMS-problemer

### 7.1 Beregning av eksterne og interne HMS-kostnader

Til beregning av hvilke kostnader ved HMS-problemer som er interne og eksterne, er det tatt utgangspunkt i en modell av samme type som den som er laget for trafikkulykker (Elvik 1994). Samfunnet oppfattes som et sett av ulike parter eller interessenter, der de viktigste er: bedriftens eiere, bedriftens ansatte, bedriftens kunder, privat tredjepart (f eks beboere eller leverandører til bedrifter) og offentlig sektor.

Beregning av hvordan kostnadene ved HMS-problemer fordeler seg mellom ulike parter tar utgangspunkt i dagens trygderegler og forsikringsordninger og dagens regler for dekning av kostnader til helsevesenet. I beregningen er det viktig å skille mellom kostnader som i prinsippet kommer til uttrykk i eksisterende markedspriser (f eks kostnader til medisinsk behandling eller lønnskostnader) og kostnader som ikke kommer til uttrykk i eksisterende markedspriser (f eks verdsetting av velferdstap ved personskader i ulykker).

De antakelser som er gjort for å beregne hvilke kostnader som er eksterne og interne kan oppsummeres slik:

#### - *Yrkessykdom*

De beregnede kostnadene kan sies å bestå av fire poster, som i størrelsesorden utgjør omtrent følgende beløp:

Yrkessykdom meldt til forsikringsselskap	258 mill kr
Yrkessykdom ikke meldt til forsikringsselskap	310 mill kr
Kostnader ved ubetalt husholdsproduksjon	142 mill kr
Velferdstap ved yrkessykdom	689 mill kr

Det er her forutsatt at de kostnader som dekkes av forsikringspremier bedriftene har betalt under yrkesskadeforsikringen er interne. Som nevnt i avsnitt 4.1, har forsikringsselskapene for 1995 avsatt 258 mill kr til erstatninger for yrkessykdom. Alle disse avsetningene har dekning i premier som ble innbetalt i 1995 eller tidligere år (Birkeland og Rognstad 1997). Disse kostnadene regnes derfor som interne.

Når det gjelder kostnader ved yrkessykdom som ikke blir meldt til forsikringsselskapene, vil kostnadene bli dekket enten av bedriftene eller av det offentlige, alt ettersom hvor langvarig sykefraværet er. Her vil det bli forutsatt samme fordeling mellom bedrifter, ansatte og det offentlige som beregnet av Lund med flere (1992) for yrkesrelatert helsesvikt generelt.

Dette innebærer at vel 10% av kostnadene er interne for bedriftene, det vil si 32 mill kr.

Øvrige kostnader ved yrkessykdommer regnes som eksterne for bedriftene. Kostnadsfordelingen blir dermed, grovt regnet, at 290 mill kr er interne kostnader for bedriftene og 1.099 mill kr er eksterne sett fra bedriftenes synspunkt. De eksterne kostnadene fordeler seg mellom det offentlige og dem som har pådratt seg yrkessykdom.

- **Utslipp til luft**

De beregnede kostnader ved utslipp til luft er ment å fange opp alle skadevirkninger av slike utslipp for menneskers helse og for materialer. De inkluderer derfor i prinsippet f eks kostnader ved for tidlig død på grunn av eksponering for luftforurensning.

Det er vanskelig å beregne særlig nøyaktig hvor stor andel av disse kostnadene som er interne og eksterne. For det første er kostnader i form av skader på materialer regnet som interne. Disse kostnadene utgjør 18,5% av de beregnede kostnadene ved SO<sub>2</sub>-utslipp. Dette omfatter korrosjonsskader forårsaket av SO<sub>2</sub>-utslipp.

For det andre er kostnader ved utslipp som kan sies å være avgiftsbelagt regnet som interne. For 1995 kan, ifølge Statsregnskapet (Finansdepartementet, St meld 3, 1995-96), følgende avgiftsinntekter betraktes som en betaling for luftforurensning:

Inntektskapittel 5508, avgift på CO<sub>2</sub>-utslipp i petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen,  
Inntektskapittel 5536, avgifter på motorvogner, den andel av disse som betales av transportnæringen,  
Inntektskapittel 5542, mineraloljeavgift (denne avgiften er ikke pålagt motordrivstoff, men betales av andre næringer enn transport),  
Inntektskapittel 5544, avgift på kull og koks,  
Inntektskapittel 5545, miljøavgifter i landbruket,  
Inntektskapittel 5580, avgift på flyging av passasjerer.

CO<sub>2</sub>-avgiften (kap 5508) belastes næringen utvinning av olje og naturgass. Ifølge Eriksen og Hovi (1995) betaler transportnæringen (dvs kollektiv persontransport og all godstransport) omlag 26,5% av alle kjørelengdeavhengige avgifter pålagt kjøretøyer og transport. Da er både motorvognavgifter og flyavgifter regnet med. Avgiften på kull og koks tillegges næringen bryting av kull. Miljøavgiftene i landbruket tillegges næringen jordbruk. Øvrige avgifter fordeles proporsjonalt mellom ulike næringer i samsvar med utslippsmengdene. Anslagene på hvilke kostnader ved utslipp som er interne og eksterne kan dermed oppsummeres slik:

- *NO<sub>x</sub>-utslipp*: Kostnader som dekkes av mineraloljeavgiften (som betales av alle næringer unntatt transport) regnes som interne. I 1995 var inntektene av denne avgiften 1.460,8 mill kr. Interne kostnader blir

følgelig 1.460 mill kr, eksterne kostnader 3.631 mill kr. Kostnadene ved utslipp i transportnæringen er da holdt utenfor, da disse forutsettes dekket av motorvognavgifter (se nedenfor).

- *SO<sub>2</sub>-utslipp*: 18,5% av kostnadene regnes som interne i alle næringer. Dette utgjør 109 mill kr. Eksterne kostnader ved SO<sub>2</sub>-utslipp er 480 mill kr.
- *CO<sub>2</sub>-utslipp*: I prinsippet dekker mineraloljeavgiften en del av kostnadene også ved CO<sub>2</sub>-utslippene. Her er disse likevel behandlet for seg, fordi det er innført en egen CO<sub>2</sub>-avgift. Kostnader dekket av denne regnes som interne, andre kostnader som eksterne. Inntektene av CO<sub>2</sub>-avgiften var i 1995 2.559,1 mill kr. Kostnadene ved utslippene, alle næringer sett under ett, var 1.561 mill kr. Avgiften dekker dermed alle kostnader, slik de her er beregnet.
- *Transportnæringen*: Avgiftsinntektene fra kjørelengdeavhengige motorvognavgifter og flyavgifter var i 1995 13.748,3 mill kr. Av dette kan transportnæringen anslås å ha betalt 3.643,3 mill kr. Dette regnes som en intern kostnad.

Beregningene kan oppsummeres slik, alle næringer sett under ett:

Kostnader internalisert ved mineraloljeavgift	1.461 mill kr
Kostnader internalisert ved CO <sub>2</sub> -avgift	2.559 mill kr
Kostnader internalisert ved motorvognavgifter mv	3.643 mill kr
Kostnader internalisert ved miljøavgifter i landbruket	186 mill kr
Kostnader internalisert ved avgift på kull og koks	9 mill kr
Kostnader internalisert ved materialskader av SO <sub>2</sub> -utslipp	109 mill kr
<hr/> Sum internaliserte kostnader	<hr/> 7.967 mill kr

De samlede beregnede kostnader ved luftforurensning er 15.199 mill kr. Det presiseres at inntektene av avgifter på motorvogner bidrar til å dekke også ulykkeskostnader og støykostnader, ikke bare kostnader ved luftforurensning.

- **Arbeidsulykker**

Alle materielle kostnader ved arbeidsulykker regnes som interne. Kostnadene ved personskadeulykkene kan, grovt regnet, sies å bestå av følgende elementer (tallene er avrundede beløp, basert på hvordan kostnadene ved vegtrafikkulykker er fordelt mellom ulike poster):

Kostnadselement	Beløp i mill kr	
	Arbeidsulykker	Ulykker under arbeidsreiser
Medisinske kostnader	687	116
Administrative kostnader	476	71
Materielle kostnader	29	15
Produksjonsbortfall, betalt produksjon	2425	402
Produksjonsbortfall, ubetalt produksjon	155	26
Velferdstap ved personskader	4333	670
Sum kostnader ved arbeidsulykker	8105	1300

Tallene for materielle kostnader her, gjelder antatte materielle kostnader i personskadeulykkene, ikke rene materiellskadeulykker. De øvrige kostnader er kun knyttet til personskader.

Kostnader ved bortfall av ubetalt produksjon (husholdsproduksjon) og ved velferdstap er eksterne for bedriftene. De øvrige kostnader er for en stor del interne for bedriftene. Det er her forutsatt at alle kostnader som kan regnes som dekket av yrkesskedeforsikringspremiene er interne. Bedriftene innbetalte i 1995 1.013 mill kr i premier under yrkesskedeforsikringen. Av dette er, som nevnt over, 258 mill kr avsatt til yrkessykdom. Resten, 755 mill kr, gjelder arbeidsulykker. Disse kostnadene er interne. De dekker primært medisinske kostnader, administrative kostnader og produksjonstap ved arbeidsulykker. De samlede kostnader til disse postene ved arbeidsulykker er beregnet til 3.588 mill kr, av dette 2.425 mill kr i produksjonsbortfall. Det forutsettes her, på bakgrunn av Lund med flere (1992) at bedriftene dekker vel 10% av disse kostnadene, ca 245 mill kr.

De interne kostnader ved arbeidsulykker blir dermed materielle kostnader (29 mill kr), pluss forsikringspremier (755 mill kr), pluss øvrige interne kostnader ved tapt produksjon (245 mill kr), tilsammen 1.029 mill kr.

Når det gjelder ulykker ved arbeidsreiser, er det på bakgrunn av tidligere beregninger av Elvik (1993, 1994) anslått at ca 130 mill kr er interne for bedriftene. En lavere andel av disse kostnadene er interne enn av kostnadene ved arbeidsulykker, fordi yrkesskedeforsikringen ikke dekker arbeidsreiser.

## 7.2 Andel interne HMS-kostnader

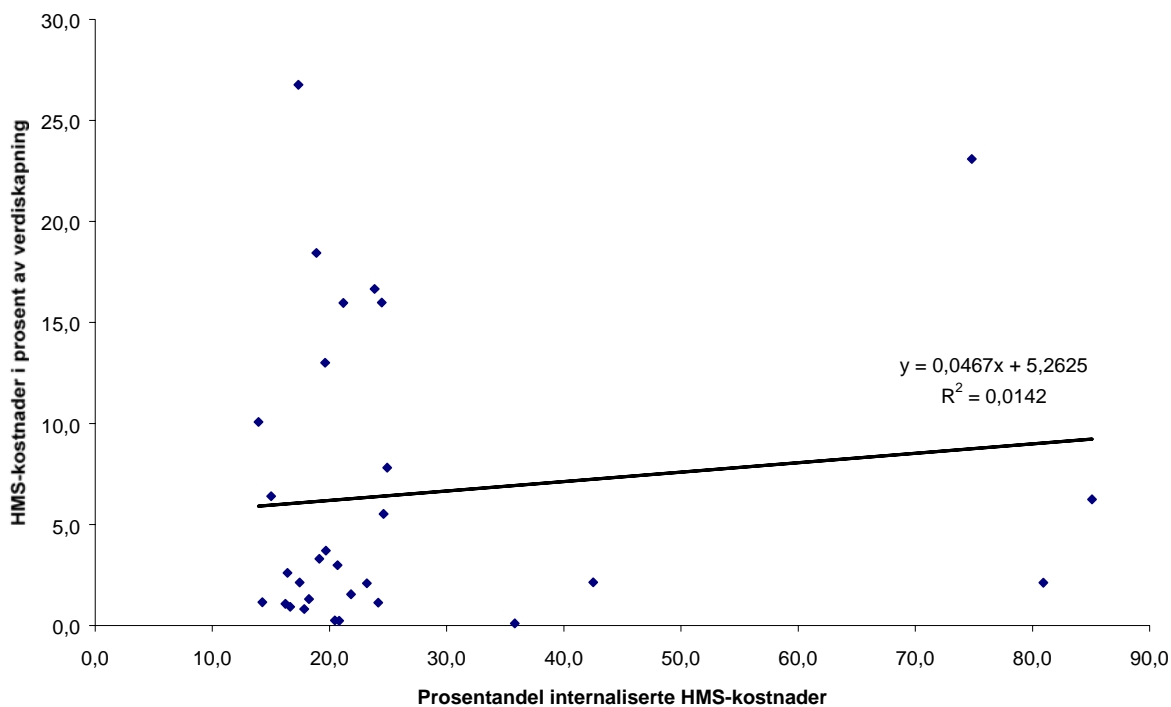
På grunnlag av beregningsforutsetningene som er forklart i avsnitt 7.1, er det beregnet hvor høy andel av HMS-kostnadene som er interne og eksterne i ulike næringsgrener. Tabell 22 viser resultatene av beregningene.

Tabell 22: Andel av kostnadene ved HMS-problemer som er interne sett fra bedriftens synspunkt. Beløp i 1.000 kr og andel i prosent

Næringsgrupper	Interne HMS-kostnader 1.000 kr	Totale HMS-kostnader 1.000 kr	Andel interne HMS-kostnader %
Jordbruk	487860	2045687	23,8
Skogbruk	41850	300020	13,9
Fiske og fangst	183967	937155	19,6
Bryting av kull	9503	12700	74,8
Utvinning av råolje og naturgass	2575281	3182384	80,9
Bergverksdrift	82220	474214	17,3
Næringsmiddelindustri	237291	964079	24,6
Produksjon av tekstiler, lær mv	8506	48768	17,4
Produksjon av trelast, trevarer	76643	307598	24,9
Treforedling, grafisk industri	115638	587353	19,7
Produksjon av kjemiske produkter	566619	2315813	24,5
Produksjon av mineralske produkter	137762	729641	18,9
Metallproduksjon	367079	1733957	21,2
Verkstedproduksjon	175678	1070758	16,4
Industriproduksjon ellers	38014	163933	23,2
Elektrisitetsforsyning mv	59295	245468	24,2
Vannforsyning	4565	25006	18,3
Bygge- og anleggsvirksomhet	353289	2353329	15,0
Engros- og detaljhandel	313827	1437406	21,8
Hotell- og restaurantdrift	72738	351809	20,7
Transport og lagring	3835532	4508516	85,1
Post- og telekommunikasjon	33510	235026	14,3
Bank- og forsikringsvirksomhet	17904	85985	20,8
Eiendomsdrift og bolig tjenester mv	46190	128961	35,8
Offentlig administrasjon, forsvar mv	117057	720701	16,2
Renovasjon og rengjøring	28111	146897	19,1
Undervisning og helsevesen	190896	1147203	16,6
Kulturinstitusjoner og sport mv	104019	244732	42,5
Personlig tjenesteyting	74719	418951	17,8
Internasjonale organisasjoner	2370	11578	20,5
Sum	10357937	26935630	38,5

I gjennomsnitt for alle næringer er ca 38% av HMS-kostnadene internalisert. Andelen varierer mellom mer enn 70% for bryting av kull, utvinning av olje og naturgass og transport og lagring og ca 15% for skogbruk, bygge- og anleggsvirksomhet og post- og telekommunikasjoner. Den beregnede dekningsgraden på ca 85% i transport og lagring er ikke reell, fordi viktige miljøproblemer knyttet til transportvirksomhet er utelatt fra beregningene, herunder f.eks støy.

Et interessant spørsmål er om det er mulig å finne noen sammenheng mellom hvor høy andel av HMS-kostnadene som kan regnes som interne og hvor store HMS-problemer en næring skaper. Som mål på nivået på HMS-problemene er brukt HMS-kostnadene som andel av næringens verdiskapning. Figur 1 viser sammenhengen mellom internaliseringsgraden for HMS-kostnader og nivået på disse kostnadene regnet som andel av næringens verdiskapning.



Figur 1: Sammenheng mellom hvor høy andel av HMS-kostnadene som er internalisert og hvor høy andel HMS-kostnader utgjør av næringenes verdiskapning

Figur 1 viser at det ikke er noen statistisk pålitelig sammenheng mellom hvor høy andel av de beregnede HMS-kostnader som kan regnes som interne og hvor høy andel disse kostnadene representerer av verdiskapningen i en næring. Teoretisk sett burde det ha vært en negativ sammenheng mellom disse variablene, det vil si at næringer som er pålagt høye avgifter, slik at det meste av HMS-kostnadene blir internalisert, også skulle ha det sterkeste økonomiske motiv til å redusere disse kostnadene. Det kan imidlertid tenkes flere forklaringer på hvorfor vi ikke finner en sammenheng i den ventede retningen.

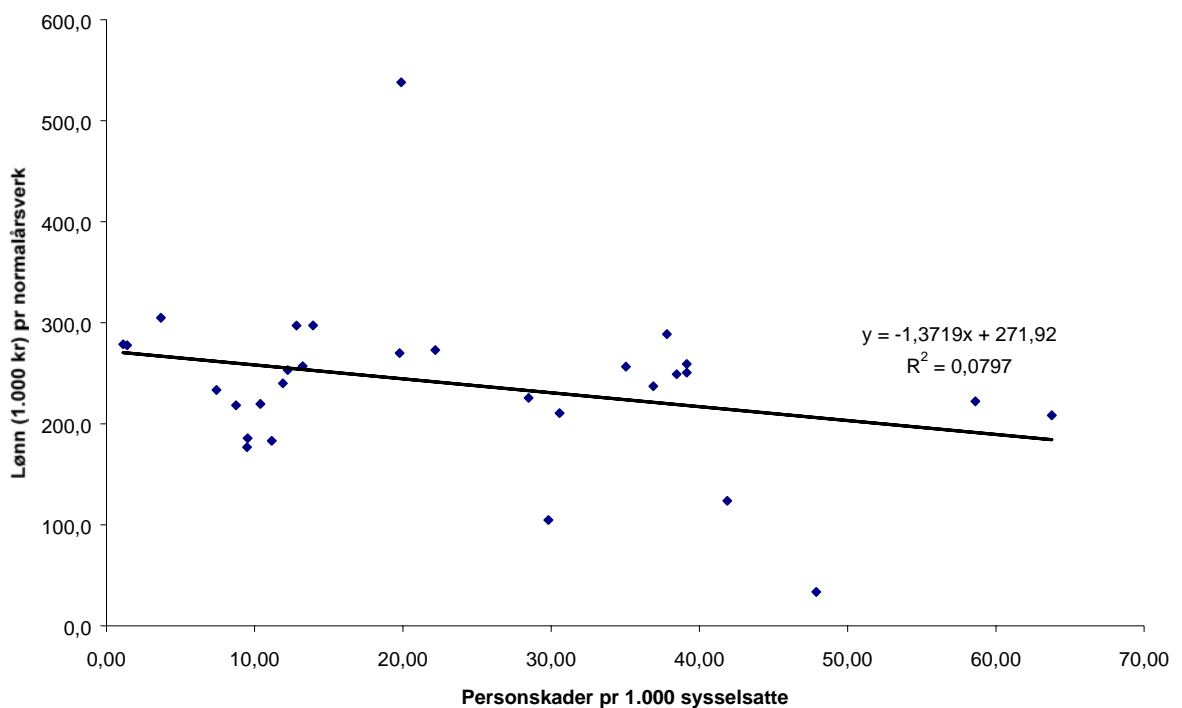
For det første er ikke de ulike typer avgifter alltid knyttet direkte til utslippsmengdene. Dermed blir det heller ingen direkte sammenheng mellom hvor mye en næring betaler i avgifter og hvor mye den slipper ut av ulike typer forurensning. For det andre er mange av kostnadene ved HMS-problemer meget usikre. Dermed blir også den beregnede andel av disse kostnadene som er internalisert usikker. For det tredje omfatter ikke kostnadsberegningen alle typer HMS-problemer. For det fjerde kan store deler av HMS-kostnadene være knyttet til produksjonsteknologiske forhold som det er vanskelig å endre, selv om det pålegges avgifter. Det finnes f.eks. ingen metoder for avgassrensing på biler som hindrer CO<sub>2</sub>-utslipp. Disse utslippene kan bare hindres dersom det kjøres mindre bil.

En mulig mekanisme for internalisering av ulykkeskostnader i næringslivet, er gjennom lønningene. Adam Smith var den første som lanserte teorien om såkalte "kompenserende lønnsforskjeller". Med dette menes at ulike egenskaper ved en jobb eller ved arbeidsmiljøet kan kompenseres gjennom



lønningene, slik at nyttenivået blir det samme i alle yrker. Den som velger jobb, forutsettes å vurdere en lang rekke sider ved jobben, herunder hvor høy lønnen er, om arbeidet er selvstendig eller styrt av andre, hvor lang utdanning som kreves, om man er eksponert for støy og forurensning, om ulykkesrisikoen er høy, osv, osv. En ulempe ved en jobb, f eks høy ulykkesrisiko, forutsettes i teorien kompensert i form av høyere lønn, slik at nyttenivået i alle yrker blir det samme når alle egenskaper som inngår i nytte vurderingen tas med i betraktning.

Denne teorien forutsetter at arbeidstakerne kjenner alle egenskaper ved aktuelle yrker, vurderer dem på riktig måte og at lønnsdannelsen er fri. Disse forutsetningene er strenge og ikke oppfylt i praksis. Det kan likevel ha interesse å undersøke, for de 30 næringer som er representert i denne undersøkelsen, om det er noen sammenheng mellom risikoen for personskader ved arbeidsulykker og lønnsnivået. Figur 2 viser den enkle bivariate sammenhengen mellom personskaderisiko, uttrykt som antall skadde personer pr 1.000 sysselsatte og lønnsnivået, målt som lønnskostnader pr normalårsverk, i de 30 næringene.



Figur 2: Sammenhengen mellom personskaderisiko og lønnsnivå i 30 næringer

Figur 2 viser kun en svak sammenheng mellom risikonivået i ulike næringer og lønnsnivået i de samme næringene. Den svake sammenhengen går i motsatt retning av forventet. Sammenhengen er imidlertid ikke statistisk pålitelig. Det er en svak tendens til at lønningene er høyest i næringer med lavest risikonivå. Dette betyr tilsynelatende at bedriftene ikke internaliserer risikokostnadene i form av et høyere lønnsnivå.

Det er imidlertid flere usikkerhetsmomenter ved figur 2 som gjør en slik tolkning meget tvilsom. For det første kan det tenkes at selektiv rekruttering gjør seg gjeldende ved yrkesvalg. Det betyr at de som søker eller tolererer høy risiko velger yrker der risikonivået er høyt. På grunn av den relativt positive holdningen til risiko, trenger imidlertid ikke disse lønnstakerne noen kompensasjon i form av høyere lønn for å godta risikoen. For det andre kan det tenkes at forutsetningene for teorien om kompenserende lønnsforskjeller ikke er holdbare, f.eks. fordi lønnstakerne ikke kjenner risikonivået i ulike yrker og næringer. I Norge er dessuten trolig lønnsdannelsen mer rigid enn i mange andre land, fordi det er vanlig med bransjevise lønnsavtaler med fagorganisasjonene i de ulike næringer. For det tredje gjelder teorien bare "under ellers like forhold". Det vil si at man burde kontrollere for alle andre faktorer som påvirker lønnsnivået før man sier noe om sammenhengen mellom risikonivå og lønnsnivå.

### **7.3 Drøfting av mulige mekanismer for internalisering av HMS-kostnader**

Det kan tenkes flere muligheter for internalisering av HMS-kostnader på. De viktigste er:

#### **1 Markedsinformasjon**

Informasjon til f.eks. vanlige forbrukere eller investorer om HMS-kostnader kan i seg selv tenkes å føre til at det i større grad tas hensyn til disse kostnadene. Forbrukere kan ved sine kjøp av varer og tjenester til en viss grad tenkes å være styrt av "moraliske incentiver", det vil si at de foretrekker de mest miljøvennlige produktene, selv om de ikke har noen direkte økonomisk fordel av å kjøpe disse fremfor mindre miljøvennlige produkter. Dersom etterspørselen etter en vare eller tjeneste blir påvirket av slike motiver, vil dette tvinge bedriftene til å internalisere HMS-kostnader for å overleve på markedet.

#### **2 Direkte reguleringer**

Myndighetene kan ved forbud eller påbud direkte regulere omfanget av virksomhet som forårsaker eksterne kostnader. Dersom f.eks. bruk av et bestemt materiale, f.eks. asbest, blir forbudt, vil de eksterne kostnader knyttet til bruk av dette materialet (økt risiko for asbestose) bortfalle, i alle fall hvis forbudet etterleves.

#### **3 Avgifter**

Virksomheter som forårsaker eksterne kostnader kan pålegges avgifter som er beregnet å dekke de eksterne kostnadene. Dette fører ikke nødvendigvis til at den virksomheten som skaper eksterne kostnader bortfaller helt, men gir et riktigere bilde av de samfunnsøkonomiske kostnader ved denne virksomheten. Avgifter kan påvirke omfanget av en virksomhet som skader miljøet, selv om det ikke direkte påvirker utslippsmengdene fra den enkelte aktør. Det er eksempelvis beregnet at dersom man avskaffet alle kjøretøyavgifter, ville antallet kjørte kilometer øke

med 30-40% (Fridstrøm og Rand 1993). Utslippene pr kjørt kilometer fra den enkelte bil påvirkes imidlertid ikke av avgiftene.

#### **4 Forsikringer**

Bedrifter som påfører samfunnet eksterne kostnader kan pålegges å tegne forsikringer som skal dekke krav om erstatninger for tap påført av de eksterne kostnadene. Et slikt system kan f eks tenkes å gi beboere som får klesvask ødelagt av luftforurensning adgang til å fremme erstatningskrav mot vedkommende bedrift. Manglende eller usikker kunnskap om årsakssammenhenger gjør det likevel vanskelig å fastsette forsikringspremiene slik at de sammenfaller helt med grensekostnadene den enkelte forurensner forårsaker.

#### **5 Erstatningsregler**

Reglene for erstatningsoppgjør i forbindelse med ulykker eller akutt forurensning kan endres, slik at de gir krav om erstatning for eksterne kostnader (tap bedriften ikke selv har lidt, men påført andre ved en ulykke) en sterkere rettsstilling.

#### **6 Omsettelige utlippstillatelser**

Bedrifter som påfører hverandre eksterne kostnader gjennom f eks forurensninger, kan i en ordning med omsettelige utlippstillatelser inngå en avtale seg i mellom om kompensasjon for retten til en viss mengde utslipp. Slike avtaler kan i prinsippet også tenkes etablert mellom en bedrift og et boligområde, ved at bedriften kjøper seg rett til å forurense ved å betale beboerne en viss kompensasjon for dette.

Ulike ordninger for internalisering av eksterne kostnader har ulike fordeler og ulemper og kan være mer eller mindre gjennomførbare i praksis. Et tungtveiende argument mot full internalisering av eksterne kostnader kan være fordelingshensyn. Et annet argument, som utvilsomt vil bli brukt når det gjelder bedrifter, er hensynet til bedriftenes konkurranseevne. Det hevdes ofte at ethvert tiltak som påfører næringslivet økte kostnader svekker konkurranseevnen. Dette argumentet er imidlertid bare riktig i den grad etterspørselen ikke påvirkes av kunnskap om produsentenes miljøstandard. Dersom forbrukerne foretrekker miljøvennlige produkter, vil det tvert om være slik at de som lager de minst miljøvennlige produktene taper i konkurransen.

## **8. Sammenligning av HMS-kostnader og kostnader ved andre samfunnsproblemer**

### **8.1 Oversikt over tidligere beregninger av kostnader ved samfunnsproblemer**

Det er tidligere gjort beregninger av kostnadene for samfunnet ved en rekke samfunnsproblemer. Disse beregningene omfatter:

- Kriminalitet (Justisdepartementet og Norges forsikringsforbund 1990)
- Sigarettøyking (Sanner 1991)
- Ulykker (Elvik 1991)
- Produktrelaterte hjem- og fritidsulykker (Elvik og Borger 1992)
- Yrkesrelatert helsesvikt (Lund med flere 1992)
- Miljøproblemer forårsaket av transport (Eriksen og Hovi 1995)
- Trafikkulykker (Elvik, Mysen og Vaa 1997)

Disse kostnadsberegningene er gjort med ulike metoder og på ulike tidspunkter. Resultatene overlapper dessuten delvis hverandre, fordi det delvis er de samme samfunnsproblemer som er behandlet i alle beregninger. Man kan derfor ikke summere resultatene av beregningene for å komme fram til hva de ulike samfunnsproblemene totalt sett koster samfunnet.

For å sette de beregningene som er gjort i denne rapporten inn i et større perspektiv, kan det likevel ha interesse å sammenligne de HMS-kostnader som er beregnet i denne rapporten med beregnede kostnader ved andre samfunnsproblemer.

En arbeidsgruppe med medlemmer fra Justisdepartementet og Norges forsikringsforbund (1990) beregnet kostnadene ved kriminalitet til 20,8 milliarder kroner (prisnivå fra slutten av 1980-årene, ca 1988). Dette tallet omfattet kostnader både til forebyggelse av kriminalitet og kostnadene ved de tap kriminelle handlinger påførte samfunnet i form av sykehusutgifter, tapt produksjon og materielle ødeleggelser. I kostnadstallet inngikk også kostnader ved f eks trafikkulykker, da det ble antatt at 70% av trafikkulykkene kunne tilskrives lovbrudd. Derimot inngikk ikke tap ved f eks tyverier i kostnadstallet. Arbeidsgruppen beregnet kostnadene ved det den kalte "omfordelingskriminalitet" til 15 milliarder kr. Dette omfattet tradisjonelle vinningsforbrytelser og tap for offentlig sektor på grunn av skatteunndragelser. Til sammen ble kostnadene ved kriminaliteten dermed 35,8 milliarder kr.

Sanner (1991) beregnet kostnadene ved sigarettøyking til 7 milliarder kr i 1988-priser. Kostnadstallet inkluderte kostnader i helsevesenet (1.191 mill kr), produksjonstap ved økt sykkelighet (1.588 mill kr) og produksjonstap ved for tidlig død (4.230 mill kr). Velferdstap ved nedsatt livskvalitet på grunn av sykdommer betinget av røyking inngikk ikke i beregningen.

Elvik (1991) beregnet kostnadene for samfunnet ved ulykker til 24 milliarder kroner i 1989. Dette omfattet alle typer ulykker. I beregningene inngikk medisinske kostnader, attføringskostnader, administrative kostnader, materielle kostnader, kostnader til brannvesen og verdsetting av tapt produksjon. Økonomisk verdsetting av velferdstap ved ulykker inngikk ikke i beregningen.

Elvik og Borger (1992) beregnet kostnadene ved hjem- og fritidsulykker til 8.365 mill kr i 1990. Beregningen omfattet de samme typer kostnader som Elviks beregning av kostnadene ved ulykker i 1989. Kostnadene ved de hjem- og fritidsulykker som ble regnet som produktrelaterte ble beregnet til 6.087 mill kr (1990-priser).

Lund med flere (1992) beregnet de samfunnsøkonomiske kostnadene ved arbeidsulykker og yrkesrelatert helsesvikt til 49 milliarder kr i 1989. Av dette utgjorde arbeidsulykker 3.486 mill kr og yrkesrelatert helsesvikt 45.569 mill kr. Beregningene omfatter produksjonsbortfall og ressurskostnader knyttet til arbeidsulykker og yrkesrelatert helsesvikt. Ressurskostnader er økte kostnader til medisinsk behandling og administrasjon. Økonomisk verdsetting av velferdstap ved skader og sykdom inngikk ikke i beregningene.

Eriksen og Hovi (1995) beregnet de samfunnsøkonomiske kostnader ved miljøproblemer forårsaket av transportvirksomhet til 25,7 milliarder kr i 1993-priser. Dette omfattet avgassutslipp (4.751 mill kr), utslipp av støv og partikler (2.490 mill kr), CO<sub>2</sub>-utslipp (4.141 mill kr), støyproblemer (3.785 mill kr), eksterne ulykkeskostnader (8.407 mill kr) og vegslitasje (2.081 mill kr). Kostnadstallene inkluderer en økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker og helseproblemer som skyldes støy og forurensning.

Elvik, Mysen og Vaa (1997) har beregnet de samfunnsøkonomiske kostnader ved trafikkulykker til vel 21,5 milliarder kr i 1995. Kostnadstallet omfatter økonomisk verdsetting av velferdstap ved personskader i disse ulykkene.

## **8.2 Et forsøk på sammenstilling av beregningene**

Beregningene som er referert i avsnitt 8.1 er ulike på mange punkter og ikke direkte sammenlignbare med de beregninger som er gjort i denne rapporten av kostnader ved HMS-problemer i næringslivet. Det er likevel gjort et forsøk på å sammenstille beregningene for å gi et bilde av hvilken størrelsesorden ulike samfunnsproblemer har, regnet i økonomiske termer. For å gjøre en slik sammenstilling meningsfull, er det gjort enkelte korreksjoner i de tidligere beregningene.

Beregningen av kostnader ved kriminalitet (Justisdepartementet og Norges forsikringsforbund 1990) omfatter flere poster som inngår i andre kostnadsberegninger, i første rekke beregninger av ulykkeskostnader. Dette gjel-

der kostnader til brannvesen (1,5 milliarder kr), som er regnet som en del av ulykkeskostnadene i Elviks (1991) beregning, materielle kostnader ved trafikkulykker (5,6 milliarder kr), samt en del kostnader knyttet til fritidsulykker (1,8 milliarder kr). For å unngå dobbelttelling med andre kostnadsberegninger, trekkes disse kostnadene fra de beregnede kostnader ved kriminalitet. Disse blir dermed, regnet i 1988-kroner, 26,9 milliarder kr. Framskrevet til 1995 med konsumprisindeksen blir kostnadene 32,9 milliarder kr.

En framskriving av Sanners (1991) beregning av kostnader ved sigarett-røyking til 1995-priser gir et kostnadstall på 8.573 milliarder kr. Da er velferdstap ved nedsatt helsetilstand ikke medregnet.

Elviks beregning av ulykkeskostnader i 1989 (Elvik 1991) overlapper både med Elvik og Borgers (1992) beregning for 1990, Lund med fleres (1992) beregning og Elvik, Mysen og Vaas (1997) beregning av kostnader ved trafikkulykker. For trafikkulykker legges den nyeste beregningen (Elvik, Mysen og Vaa 1997) til grunn. For arbeidsulykker legges beregningene i denne rapporten til grunn. Den viktigste gjenværende gruppen er da hjem- og fritidsulykker. Kostnadene ved disse, som beregnet av Elvik og Borger (1992), oppdatert til 1995-priser, er 9.421 mill kr.

Lund med fleres (1992) beregninger overlapper med beregningene som er gjort i denne rapporten, men inkluderer yrkesrelatert helsesvikt i en langt videre forstand enn beregningene i denne rapporten. Oppdatert til 1995-priser er kostnadene ved yrkesrelatert helsesvikt, som beregnet av Lund med flere 55.736 mill kr. Av dette kan 1.389 mill kr anses som fanget opp av beregningene i denne rapporten. Resten, 54.347 milliarder kr, er yrkesrelatert helsesvikt som ikke inngår i beregningene i denne rapporten.

Eriksen og Hovis (1995) beregning omfatter blant annet ulykkeskostnader og kostnader ved avgassutslipp. Ulykkeskostnadene overlapper med Elvik, Mysen og Vaas (1997) tall for 1995. Kostnadene ved avgassutslipp fra yrkestransport overlapper med beregningene i denne rapporten. Når disse kostnadene trekkes fra, blir Eriksen og Hovis kostnadstall redusert fra 25.655 mill kr til 14.742 mill kr. Oppjustert til 1995-priser blir dette 15.312 mill kr.

Kostnadene ved trafikkulykker, som oppgitt av Elvik, Mysen og Vaa (1997) omfatter alle trafikkulykker. Fra den kostnaden Elvik, Mysen og Vaa har beregnet, trekkes kostnadene til ulykker under arbeidsreiser, som er beregnet i denne rapporten.

De ulike kostnadsberegningene er sammenstilt i tabell 23. Tabellen viser at kostnadene ved de ulike samfunnsproblemene går opp i milliardbeløp. De kostnadstall som er beregnet i denne rapporten skiller seg ikke ut som påfallende høye sammenlignet med kostnadsberegninger som tidligere er gjort for ulike samfunnsproblemer. Man kan ikke summere kostnadsberegningene i tabell 23. Selv om de ulike beregningene er korrigert for å forsøke å unngå overlapp, er de fremdeles ulike på vesentlige punkter. Dessuten er neppe alt overlapp mellom beregningene helt fjernet.

Tabell 23: Sammenstilling av beregninger av kostnader ved samfunnsproblemer. Beløp i milliarder kr. Prisenivå 1995

Type samfunnsproblem	Beløp i milliarder kr	
	Opprinnelig kostnadstall, diverse år	Korrigert kostnadstall 1995-priser
Kriminalitet	35,8	32,9
Sigarettrøyking	7,0	8,6
Hjem- og fritidsulykker	8,4	9,4
Trafikkulykker	21,5	20,2
Trafikkmiljøproblemer	25,7	15,3
Yrkesrelatert helsesvikt	45,6	54,3
HMS-problemer i bedrifter	26,9	26,9

Sammenlignet med andre samfunnsproblemer, representerer HMS-problemer i bedrifter forholdsvis store kostnader. Kostnadene ved slike problemer er eksempelvis høyere enn kostnadene ved trafikkulykker. Disse to kostnadstallene er noenlunde sammenlignbare, fordi begge inkluderer velferdstap ved personskader og nedsatt helsetilstand. På den annen side omkommer det langt flere mennesker i trafikkulykker i enn i arbeidsulykker. Det er dessuten fortsatt mulig å redusere antallet trafikkulykker med en rekke tiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme (Elvik, Mysen og Vaa 1997).

## 9. Usikkerhet i resultatene

### 9.1 Kilder til usikkerhet

De beregnede kostnadene ved HMS-problemer er av flere grunner svært usikre. De viktigste kilder til usikkerhet i disse tallene er:

- Det fysiske omfanget av ulike HMS-problemer er usikkert og mangelfullt kartlagt,
- Den økonomiske verdsettingen av kostnadene ved HMS-problemene er usikker, særlig for problemer der det ikke finnes markedspriser.

Spesielt stor er usikkerheten i kostnadstall som gjelder NM VOC og CO<sub>2</sub>-utslipp, der de fremtidige virkninger i høy grad er bestemmende for kostnadene. Disse fremtidige virkninger kan imidlertid ikke forutsies med sikkerhet.

I dette kapitlet er usikkerheten i resultatene forsøkt tallfestet så langt det er mulig. Det er skilt mellom bidrag fra de to kildene til usikkerhet som er nevnt over. Det har ikke vært mulig å tallfeste usikkerheten på en fullstendig måte. Usikkerheten i resultater er beskrevet ved hjelp av et 95%-konfidensintervall. Det er et tallområde hvor den sanne verdien av den usikre størrelsen i det lange løp vil bli inkludert i 95% av tilfellene når undersøkelsene gjentas med samme metode på tilsvarende utvalg. Konfidensintervallet er oppgitt i prosent av beste anslag. Det vil si at dersom beste anslag f.eks er 100, med et 95%-konfidensintervall fra 65 til 135, så er den prosentvise usikkerheten 70%. Øvre og nedre grense i et konfidensintervall beregnet på denne måten er ikke nødvendigvis symmetrisk omkring beste anslag. Tabell 24 oppsummerer den beregnede usikkerheten i de ulike størrelser som inngår i undersøkelsen.

Usikkerheten i antall yrkessykdomstilfeller er beregnet ved å anta at antallet meldte tilfeller det utvalgte året er Poisson-fordelt. Dette gir en relativ usikkerhet i det rapporterte antallet i 1996 på ca 3%. Usikkerheten i den økonomiske verdsettingen av yrkessykdommer er beregnet ved å bygge på resultatene av en tidligere beregning av usikkerhet i ulykkeskostnader for vegtrafikk (Elvik, Hammer, Johansen og Minken 1994). Det er forutsatt samme relative usikkerhet i kostnadene ved yrkessykdom som i kostnadene ved en moderat skadet person i trafikken.

Det er ikke funnet tall som viser usikkerheten i det fysiske omfanget av utslipp til luft. Usikkerheten i den økonomiske verdsettingen er beregnet på litt ulike måter for de ulike typer utslipp. For NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> er usikkerheten beregnet på grunnlag av variasjonen i de kostnadstallene ulike undersøkelser har kommet fram til, se tabell 12 på side 24. For CO<sub>2</sub> og NM VOC er usikkerheten fastsatt på grunnlag de kostnadstall Eyre med flere (1997) har oppgitt for CO<sub>2</sub>-utslipp. Som beste anslag er valgt 805 kr pr tonn



karbon (dette er valgt her, ikke av Eyre med flere), med et usikkerhetsområde fra 420 til 1190 kr pr tonn. Dette gir en relativ usikkerhet på  $770/805 = 96\%$ . Denne relative usikkerheten er også brukt for NM VOC.

Tabell 24: Relativ usikkerhet (95%-konfidensintervall) i størrelser om inngår i undersøkelsen

Størrelse	95%-konfidensintervall i prosent av beste anslag	
	Usikkerhet i fysisk omfang/antall	Usikkerhet i økonomisk verdsetting
Yrkessykdomstilfeller	3	30
NOx-utslipp	-	65
SO <sub>2</sub> -utslipp	-	60
CO <sub>2</sub> -utslipp	-	96
NM VOC utslipp	-	96
Drepte personer	25	30
Kritisk skadde personer	90	60
Meget alvorlig skadde personer	40	40
Alvorlig skadde personer	19	30
Moderat skadde personer	7	30
Lettere skadde personer	3	30

- = tall mangler

Usikkerheten i antallet drepte personer er beregnet ved å forutsette at antallet er Poisson-fordelt. Det er da forutsatt at det året beregningene gjelder, er et tilfeldig valgt år blant alle år, der forventet antall drepte er konstant. Det er forutsatt 100% rapportering av dødsulykker. For andre skadegrader, er tallene blåst opp på grunnlag av personskaderegisteret ved Statens institutt for folkehelse. Selve oppblåsningen medfører en ekstra usikkerhet. Denne er beregnet på grunnlag av tall oppgitt av Hagen (1993). Usikkerheten i den økonomiske verdsettingen av ulike skader er beregnet på grunnlag av den ovenfor refererte undersøkelsen av Elvik med flere (1994).

Den samlede usikkerhet er summen av usikkerheten i det fysiske omfanget og usikkerheten i den økonomiske verdsettingen. Når det gjelder kostnader ved materielle skader i ulykker, er det ikke funnet noe brukbart grunnlag for å beregne usikkerheten.

## 9.2 Beregnet usikkerhet i HMS-kostnadene

Tabell 25 viser den beregnede usikkerheten i HMS-kostnadene. Tabellen oppgir for de ulike kostnadskomponenter beste anslag, nedre konfidensgrense og øvre konfidensgrense. Tabell 25 viser at HMS-kostnadene er beregnet å ligge mellom ca 18 milliarder kr og ca 36 milliarder kr. Det er særlig den store usikkerhet i kostnadene ved CO<sub>2</sub>-utslipp og NM VOC-utslipp som bidrar til det høye tallet i øvre grense for usikkerheten. Bortsett fra kostnadene ved slike utslipp, er ikke usikkerheten i resultatene større enn den man ofte finner ved beregninger av denne typen. Det er usikkerhet i økonomisk verdsetting av de ulike HMS-problemene som bidrar mest til den samlede usikkerheten. Usikkerhet om det fysiske omfanget bidrar mindre.

Tabell 25: Usikkerhet i beregnede HMS-kostnader. Beste anslag og nedre og øvre konfidensgrense (95%). Beløp i mill kr

Type problem	Beste anslag	Beløp i mill kr	
		Nedre grense	Øvre grense
Yrkessykdomstilfeller	1389	1160	1618
Nox-utslipp	5255	3547	6963
SO2-utslipp	589	412	766
CO2-utslipp	7180	3733	10627
NM VOC utslipp	2174	1130	3218
Drepte personer	1156	838	1474
Kritisk skadde personer	451	113	789
Meget alvorlig skadde personer	274	164	384
Alvorlig skadde personer	1619	1222	2015
Moderat skadde personer	2757	2247	3268
Lettere skadde personer	3149	2629	3669
Materielle skader i ulykker	942	942	942
Sum	26935	18137	35733

## 10. Oppsummering og konklusjoner

Denne rapporten har beregnet de samfunnsøkonomiske kostnader ved helse-, miljø- og sikkerhetsproblemer (HMS-problemer) i norske bedrifter. Beregningen omfatter følgende problemer:

- Yrkessykdommer,
- Utslipp til luft av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og flyktige organiske forbindelser (NM VOC),
- Arbeidsulykker og ulykker under arbeidsreiser.

Beregningen er ikke fullstendig. Blant de HMS-problemer som ikke inngår i beregningene er:

- Yrkesrelaterte sykdommer og helsesvikt utover godkjente yrkessykdommer,
- Utslipp til luft av andre typer forurensninger enn dem som er nevnt foran, blant annet karbonmonoksid (CO) og ozon (O<sub>3</sub>),
- Alle typer utslipp til og forurensning av jord og vann,
- Arbeidsmiljøproblemer knyttet til støy, både for de ansatte og personer i bedriftenes omgivelser.

Grunnen til at disse problemene ikke er tatt med i undersøkelsen, er at det ikke foreligger gode nok opplysninger om hvilket omfang de har. De samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemene som inngår i undersøkelsen er beregnet for 30 næringsgrupper. De viktigste resultater kan oppsummeres i følgende punkter.

- 1 Det ble i 1996 registrert ca 3.160 nye tilfeller av godkjent yrkessykdom. I gjennomsnitt for årene 1994 og 1995 er det beregnet at vel 41.000 mennesker ble skadet i arbeidsulykker og søkte medisinsk behandling ved sykehus eller legevakt. 65 mennesker ble drept i arbeidsulykker i 1995.
- 2 Det ble i 1996 sluppet ut ca 32,7 mill tonn CO<sub>2</sub>, ca 300.000 tonn flyktige organiske forbindelser, ca 190.000 tonn NO<sub>x</sub> og ca 33.000 tonn SO<sub>2</sub> fra bedrifter i Norge.
- 3 De samfunnsøkonomiske kostnader ved HMS-problemer i 1995/96 er beregnet til 26,9 milliarder kr. Av dette skriver ca 15,2 milliarder kr seg fra utslipp til luft, 9,4 milliarder kr fra personskader ved arbeidsulykker, 0,9 milliarder kr fra materielle skader ved arbeidsulykker og 1,4 milliarder kr fra nye tilfeller av yrkessykdom.

- 4 De høyeste kostnader ved HMS-problemer er beregnet for transport og lagring, ca 4,5 milliarder kr. Andre næringer der kostnadene er høye utvinning av olje og naturgass (3,2 milliarder kr), bygge- og anleggsvirksomhet (2,4 milliarder kr) og produksjon av kjemiske produkter (2,3 milliarder kr).
- 5 Regnet pr sysselsatt person, er kostnadene ved HMS-problemer i gjennomsnitt 12.950 kr pr år. De høyeste kostnadene pr sysselsatt person finnes i bergverksdrift, 190.000 kr. De laveste kostnadene finnes i eiendomsdrift og boligjenester, 1.200 kr.
- 6 Regnet som andel av verdiskapningen i ulike næringer, målt ved næringenes bidrag til bruttonasjonalproduktet, er kostnadene ved HMS-problemer i gjennomsnitt ca 2,8% av verdiskapningen. Andelen er høyest i bergverksdrift, ca 27% og lavest i eiendomsdrift og boligjenester, ca 0,1%.
- 7 Det er beregnet at i gjennomsnitt ca 38% av kostnadene ved HMS-problemer kan betraktes som internalisert gjennom avgifter eller forsikringspremier. Andelen internaliserte kostnader varierer mellom litt over 80% og ca 15%.
- 8 De beregnede kostnader ved HMS-problemer ligger i samme størrelsesorden som tilsvarende beregnede kostnader ved andre samfunnsproblemer. Eksempelvis er kostnadene ved kriminalitet beregnet til ca 33 milliarder kr, kostnadene ved trafikkulykker til ca 20 milliarder kr og kostnadene ved miljøproblemer (ikke medregnet ulykker) forårsaket av transportvirksomhet til ca 15 milliarder kr.
- 9 De beregnede kostnadene ved HMS-problemer er svært usikre. Et 95% konfidensintervall for kostnadene er fra 18 til 36 milliarder kr. Det er spesielt den store usikkerheten i kostnadene ved CO<sub>2</sub>-utslipp og NM VOC-utslipp som bidrar til denne store usikkerheten. For de øvrige faktorer som inngår, er ikke usikkerheten spesielt stor.
- 10 Tallene må oppfattes som minimumsanslag for kostnadene ved HMS-problemer, fordi ikke alle problemer inngår og fordi det er brukt relativt lave anslag for kostnadene ved de problemer som er inkludert i undersøkelsen.

## Referanser

- Bell, K. 1994  
*Valuing emissions from Hermiston generating project.*  
Covergence research, Seattle.
- Birkeland, T og Rognstad, K. 1997  
*Yrkesskadeforsikring i småbedrifter. Evaluering av yrkesskadeforsikringens skadeforebyggende effekt.*  
Rapport 66270901/96/1. Det Norske Veritas, Høvik.
- Brendemoen, A, Glomsrød, S og Aaserud, M. 1992  
*Miljøkostnader i makroperspektiv.*  
Rapport 17, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- CEC Staff. 1989  
*Valuing reductions for electricity report 90.*  
California Energy Commission. Staff issue paper #3R, Docket # 88-ER-8.  
November 21, 1989. Referert i Koomey (1990).
- COWIconsult. 1991  
*Monetary valuation of transport environmental impact - The case of air pollution.* Copenhagen.
- Ecoplan. 1992  
*Damage costs of air pollution. A survey of existing estimates.*  
Ecoplan, December 1992A, Bern.
- Ecoplan. 1992  
*Externe Kosten im Agglomerationsverkehr, Fallbeispiel Region Bern, Stufen im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms 25 "Stadt und Verkehr".* Bericht Nr. 15B, Bern und Zürich. 1992B.  
Referert i Ecoplan (1992A).
- Elvik, R. 1991  
*Hva koster ulykkene samfunnet?*  
TØI-rapport 100. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. 1993  
*Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker.* Dokumentasjonsrapport. TØI-rapport 203. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. 1994  
*The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalization.* *Accident Analysis and Prevention*, 26, 719-732.
- Elvik, R og Borger, A. 1992  
*Kostnader ved produktrelaterte hjem- og fritidsulykker.* TØI-rapport 151.  
Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Elvik, R, Christensen, P, Hagen, K-E, Synnestvedt, T og Vestøl, J Å. 1996  
Prosjektforslag: *HMS-utfordringer, kostnader og bedrifters incentivstruktur*. Arbeidsdokument TST/0757/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R, Hammer, F, Johansen, K W og Minken, H. 1994  
*Usikkerhet knyttet til enhetskostnader for ikke markedsomsatte goder i kjørekostnadsberegninger*. Arbeidsdokument TØ/0694/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R, Mysen, A B og Vaa, T. 1997  
*Trafikksikkerhetshåndbok*. Tredje utgave. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- EPRI (Electrical power research institute). 1990  
TAG-technical assessment guide: vol. 4: *Fundamentals and methods, end use*. EPRI. EPRI P-4463-SR. vol 4. August. Referert i Koomey (1990).
- Eriksen, K S og Hovi, I B. 1995  
*Transportmidlenes marginale kostnadsansvar*. TØI-notat 1019. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Euler, H. 1984  
*Umweltwertträglichkeit von Energiekonzepten. Planungsgrundlagen für die Erstellung von umweltorientierten örtlichen und regionalen Energieversorgungs-konzepten*. Bonn. Referert i Hohmeyer (1988).
- Eyre, N, Downing, T, Hoekstra, R, Rennings, K og Tol, R S J. 1997  
*Global warming damages. Final Report*. November 1997. Contract JOS3-CT95-0002. Brussels, European Commission.
- Finansdepartementet. 1996  
Stortingsmelding 3, 1995-96. *Statsrekneskapen medrekna folketrygda for budsjetterminen 1995*. Finansdepartementet, Oslo.
- Fridstrøm, L og Rand, L. 1993  
*Markedet for lange reiser i Norge*. TØI-rapport 220. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glomsrød, S, Hansen, A C og Rosendahl, K E. 1996  
*Integrering av miljøkostnader i makroøkonomiske modeller*. Rapport 96/23. Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Grupp, H. 1986  
*Die sozialen Kosten der Verkehrs*.  
Teil 1 und 2 in Verkehr und Technik 9/1986 og 10/1986.
- Guldvog, B, Thorgersen, A og Ueland, Ø. 1992  
*Ulykker, vold og selvpåført skade. Personskaderapport*. Rapport 1/92. Statens institutt for folkehelse og Seksjon for forebyggende og helsefremmende arbeid, Oslo.

- Hagen, K-E. 1993  
*Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikkikkerhetstiltak*. TØI-rapport 182. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. 1997  
*Rullering av skadedelen i samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikkikkerhetstiltak (SRT) for 1995*. Arbeidsdokument TST/0823/97. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Haukeland, J V. 1991  
*Velferdstap ved trafikkulykker*. TØI-rapport 92. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Heinz, I og Klasen-Mielke, R. 1990  
*Krankheitskosten durch Luftverschmutzung, Forschungsschwerpunkt-Programm "Kosten der Umweltschmutzung/Nutzen der Umweltschutzes"* Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge, 28. Physica-Verlag, Heidelberg. Referert i Teufel et al (1991A).
- Heinz, I. 1980  
*Volkswirtschaftliche Kosten durch Luftverunreinigungen*. Institut für Umweltschutz der Universität Dortmund, INFU-Werkstattreihe , H. 4, Dortmund.
- Hohmeyer, O. 1988  
*Social costs of energy consumption*. Springer Verlag, New York.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996  
*Climate Change 1995. The science of climate change. Contribution of working group I to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Justisdepartementet, Norges forsikringsforbund. 1990  
*Hva koster kriminaliteten samfunnet? Utredningsrapport*. Justisdepartementet og Norges forsikringsforbund, Oslo.
- Kolbenstvedt, M, Bakketeig, L S, Larsen, S, Clench-Aas, J, Solberg, S, Klæboe, R og Aas, H. 1991  
*Mange er plaget selv om grenseverdiene ikke overskrides*. Samferdsel, 1991, 3, 12-42.
- Kommunaldepartementet. 1991  
*Stortingsproposisjon 1, 1991-92. Statsbudsjettet for budsjetterminen 1992*. Kommunaldepartementet, Oslo.
- Koomey, J. 1990  
*Comparative analysis of monetary estimates of external environmental costs associated with combustion of fossil fuels*. University of California, Berkeley.

- Lave, L B og Seskin, E P. 1970  
*Air pollution and human health.*  
Science 169, -723-. Referert i Grupp (1986).
- Lund, M W, Rognstad, K, Rundmo, T og Saksvik, P Ø. 1992  
*Kostnader ved arbeidsulykker og yrkesrelatert helsesvikt.* Rapport STF83  
A92017. SINTEF Anvendt økonomi, Trondheim.
- Maddison, D (Ed). 1996  
*The true costs of road transport.* Blueprint 5.  
Earthscan publications, London.
- Marburger, E-A. 1979  
*Eine Monetärer Bewertungsfaktor für die Beurteilung von  
Luftverunreinigungen des Strassenverkehrs in den RAS-W*  
*Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 50 S 234-244.*  
Referert i Grupp (1986).
- Sanner, T. 1991  
*Sigarettrøyking, tap av menneskeliv og kostnader for samfunnet.*  
Notat 12.8.1991. Kreftregisteret, Radiumhospitalet, Oslo.
- Schilberg, G M, Nahigian, J A og Marcus, W B. 1989  
*Valuing reductions in air emissions and incorporation into electric  
resource planning: theoretical and quantitative aspects (re: CEC Docket  
88-ER-8).* JBS Energy, Inc, for the Independent Energy Producers,  
August 25, 1989. Referert i Koomey (1990).
- Schulz, W. 1985  
*Die Monetäre Wert besserer Luft. Eine empirische Analyse individueller  
Zahlungsbereitschaften und ihrer Deeterminanten auf der Basis von  
Repräsentativumfragen.* Frankfurt am Main, Bern og New York.
- Statens forurensningstilsyn (SFT). 1987  
*Ytterligere reduksjon av luftforurensningen i Oslo.*  
Hovedrapport fra samarbeidsprosjekt mellom Oslo kommune og Statens  
forurensningstilsyn.
- Statens Järnvägar. 1997  
*Miljödataprogram for transport.* Stockholm, Statens Järnvägar.
- Statens vegvesen. 1995  
*Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del I.* Vegdirektoratet, Oslo.
- Statistisk sentralbyrå. 1996  
*Arbeidsmarkedsstatistikk 1995.* NOS C 325. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå. 1996  
*Levekårsundersøkelsen 1995.* NOS C 301. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå. 1996  
*Nasjonalregnskapsstatistikk 1988-1993.* NOS C 338. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå. 1996  
*Naturressurser og miljø 1996. Statistiske analyser 9.* Oslo-Kongsvinger.



Syvertsen, T. 1988

*Vekting av ulike nyttevirksomheter.*

Notat til tiltaksanalysen for Sarpsborg/Fredrikstad-området.

Statens forurensningstilsyn, Oslo.

Teufel, D, Baer, P, Beker, G, Gauch, E, Jakel, S og Wagner, T. 1989

*Ökologische und Soziale Kosten der Umweltbelastung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1989.*

UPI-Bericht Nr. 20, Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg.

Wicke, L. 1986

*Die Ökologischen Milliarden. Das kostet die Zerstörte Umwelt - so können wir sie retten.* München.

## Vedlegg 1

### Beregning av relativt antall tapte leveår med full helse for ulike skadegrad i AIS-skalaen

I Elvik (1993) er den relative kostnad i form av antall tapte leveår med full helse for trafikkskader av ulike skadegrad beregnet i forhold til en trafikk-drept. Beregningen er foretatt for Statistisk sentralbyrås statistikk hvor det regnes med fire grupper for skadegrad: drept, meget alvorlig skadet, alvorlig skadet og lettere skadet. De relative antall tapte leveår, når dødsfall settes lik 1000, ble beregnet til

Skadegrad	Verdi
Drept	1000
Meget alvorlig skadet	250
Alvorlig skadet	80
Lettere skadet	10

I tabell 3 i hovedteksten er antall skadde personer i inntektsgivende arbeid fordelt på skadegrad oppgitt. Skadegrad er basert på AIS-koden som har en inndeling i seks grupper og ikke fire som Statistisk sentralbyrås vegtrafikkulykkesstatistikk. AIS-koden er vist nedenfor.

AIS-kode	Skadegrad
AIS 6	Drept
AIS 5	Kritisk skade
AIS 4	Meget alvorlig skade
AIS 3	Alvorlig skade
AIS 2	Moderat skade
AIS 1	Lett skade

For å kunne bruke de kostnadstall for skader som er beregnet på grunnlag av Elviks relative antall tapte leveår til å kostnadsberegne personskader ved arbeidsulykker må de relative tapte leveår regnes om til AIS-skalaen. En slik omregning gjøres i det følgende.

Omregningen er foretatt ved å bestemme relative tapte leveår for AIS gruppene, slik at når de vektet sammen til fire skadegrader som i Statistisk sentralbyrås statistikk så fås de relative tapte leveår som er beregnet av Elvik. Dette krever informasjon om hvorledes sammenhengen er mellom AIS gruppene og Statistisk sentralbyrås skadegrader.

Gruppen drept er uproblematisk. Den er den samme i begge inndelinger. Både AIS 5 og AIS 4 regner Elvik (1993) å tilhøre gruppen meget alvorlig skadet i Statistisk sentralbyrås statistikk. AIS 3 regnes alle som alvorlige, men i tillegg regnes 5% av AIS 2 skader som alvorlige. Alle AIS 1 og 95% av AIS 2 skader regnes som lettere skader.

I Elvik (1993) er vist fordelingen av skadegrad (AIS-kode) blant trafikk-skadede i 1991 registrert i Statens institutt for folkehelses register. Prosentfordelingen er gjengitt nedenfor.

AIS-kode	Prosent
AIS 6	0,9
AIS 5	0,3
AIS 4	0,8
AIS 3	6,6
AIS 2	26,9
AIS 1	65,2

Meget alvorlige skader i SSBs statistikk antas å bestå av AIS 5 og AIS 4 skader. Av tabellen ovenfor fås da at AIS 5 utgjør  $0.3/(0.3+0.8)=27\%$  av meget alvorlige skader mens AIS 4 skader utgjør resten, dvs 73%.

Det tas utgangspunkt i tabellen på side 160 i Elvik (1993) hvor antall tapte leveår med full helse (relativt til dødsfall) er beregnet separat for kritisk skade og meget alvorlig skade, til henholdsvis 570 og 170. Det relative antall for begge disse grupper justeres med en faktor  $k$  slik at vektet med andelen kritiske skader og meget alvorlige skader skal det relative antall tapte leveår bli 250, dvs som for alvorlige skader i byråets statistikk. Med andeler på 27% og 73% som beregnet ovenfor blir faktoren  $k$  lik 0.883 Dette gir relative antall tapte leveår for kritiske skader og meget alvorlige skader (AIS 5 og AIS 4) på henholdsvis 503 og 156, hvilket avrundes til 500 og 155.

Av de alvorlige skadene er  $6.6/(6.6+0.05*26.9)=83\%$  AIS 3 og resten, 17%, AIS 2. Av de lettere skadene er  $0.95*26.9/(0.95*26.9+65.2)=28\%$  AIS 2 og resten ,72%, AIS 1. Man får da to ligninger til å bestemme de relative antall tapte leveår for AIS gruppene 1 til 3, betegnet med  $x_1$  til  $x_3$ :

$$0.83*x_3+0.17*x_2=80$$

$$0.28*x_2+0.72*x_1=10$$

Det er én ligning for lite til å kunne bestemme de ukjente. Det må innføres ytterligere én betingelse. For å få et rimelig jevnt forhold mellom verdiene antas at  $x_2=4*x_1$ . Av den siste ligningen fås da at  $x_1=5.4$  og følgelig  $x_2=21.6$ . Av den første ligningen fås da at  $x_3=91.9$ . Verdiene avrundes til henholdsvis 5, 20 og 90. De beregnede relative tapte leveår (d drept=1000) for de ulike AIS skadegradsgrupper er oppsummert på neste side.

AIS-kode	Skadegrad	Relative tapte leveår
AIS 6	Drept	1000
AIS 5	Kritisk skade	500
AIS 4	Meget alvorlig skade	155
AIS 3	Alvorlig skade	90
AIS 2	Moderat skade	20
AIS 1	Lett skade	5

Denne beregningen er gjort på grunnlag av statistikk for trafikkulykker. Det antas imidlertid at AIS-skader av en bestemt type i gjennomsnitt er like alvorlige uavhengig av hvordan skaden ble forårsaket. Det vil si at det forutsettes at skader ved arbeidsulykker og trafikkskader, f eks med skadegrad AIS 3, gir det samme antall reduserte leveår med full helse.