

Annegrete Bruvoll og Karin Ibenholt

**Framskrivning av avfalls-
mengder og miljøbelastninger
knyttet til sluttbehandling av
avfall**

Rapporter

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

Reports

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

© Statistisk sentralbyrå, november 1999
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537-4740-3
ISSN 0806-2056

Emnegruppe

01.05

Emneord

Avfallsframskrivning
Avfallsdeponering
Avfallsforbrenning
Industriavfall
Kommunalt avfall
Miljø
MSG prognoser.

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Statistisk sentralbyrå

Standardtegn i tabeller	Symbols in tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpige tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Rettet siden forrige utgave	Revised since the previous issue	r

Sammendrag

Annegrete Bruvoll og Karin Ibenholt

Framskrivning av avfallsmengder og miljøbelastninger knyttet til sluttbehandling av avfall

Rapporter 1999/32 • Statistisk sentralbyrå 1999

Denne rapporten beskriver framskrivninger av avfall i kommunal renovasjon og avfall generert i industrien, samt miljøbelastninger ved sluttbehandling fram til 2010. Framskrivningene i avfallsmengdene er gjort på oppdrag av Miljøverndepartementet i forbindelse med årets stortingsmelding om Regjeringas miljøpolitikk, og er basert på den makroøkonomiske modellen MSG-6 og avfallsstatistikk fra 1995 og 1996. Arbeidet er en videreføring av tidligere framskrivninger i Statistisk sentralbyrå. De nye framskrivningene gir til dels store forskjeller i utsiktene i forhold til framskrivningene fra 1995. Dette skyldes hovedsakelig at de siste årenes statistikk viser at noen avfallsmengder har vokst raskere og andre langsommere i forhold til økonomisk vekst enn ventet i tidligere framskrivninger. Modellbeskrivelsen av sammenhengene er også noe endret.

For kommunalt avfall viser den siste framskrivningen en vekst i husholdningsavfall på 45 prosent og næringsavfall på 18 prosent i perioden 1995 til 2010. Fra 1996 til 2010 ventes en vekst i produksjons- og forbruksavfall generert i industrien på 16 prosent. Nytt i denne framskrivningen i forhold til den tidligere er at den også omfatter et anslag på totale avfallsmengder som genereres i Norge. Fra 1996 til 2010 ventes totale avfallsmengder å øke med 23 prosent hvis en ser bort fra løsmasser mv. Om en regner med løsmasser mv. som avfall blir veksten i perioden på 17 prosent.

Ved en vekst i forbrente avfallsmengder på 25 prosent og ulike scenarier for bruk av renseteknologi, anslås en reduksjon i de miljøskadelige utslippene fra forbrenningsanlegg på opp i mot 50 prosent fra 1997 til 2010. Utslippene av deponigasser anslås noenlunde uendret.

Emneord: Avfallsframskrivning, avfallsdeponering, avfallsforbrenning, industriavfall, kommunalt avfall, miljø, MSG prognoser.

Prosjektstøtte: Miljøverndepartementet.

Innhold

1.	Innledning	7
2.	Virkning av avgiften på sluttbehandling av avfall	8
2.1.	Totale avfallsmengder	8
2.2.	Forbrenning og deponering	8
3.	Oversikt over avfallsmengder	10
4.	Metode for framskrivning av avfallsmengder	11
4.1.	Referansekjøringen i MSG-6	11
5.	Fremtidige avfallsmengder	13
5.1.	Kommunalt avfall	13
5.2.	Avfall generert i industrien	14
5.3.	Spesialavfall generert i industrien	16
5.4.	Totale avfallsmengder	17
5.5.	Sammenligning med tidligere framskrivning	20
6.	Scenarier for miljøbelastninger knyttet til avfallsbehandling	21
6.1.	Forbrenning av avfall	21
6.2.	Deponering av avfall	23
6.2.1.	Utslipp	23
6.2.2.	Arealbruk	23
7.	Konklusjoner	25
Referanser		26
Vedlegg		28
A.	MSG-6	28
B.	Bakgrunn for endret verdsetting av utslipp fra forbrenning av avfall	30
C.	Vurdering av utslipp fra blandede avfallsfraksjoner ved Energos-anlegg	31
Tidligere utgitt på emneområdet		33
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter		34

1. Innledning

Disse framskrivningene er gjort på oppdrag av Miljøverndepartementet i forbindelse med stortingsmeldinga om miljøpolitikken (St. meld. nr. 8). Framskrivningene omfatter avfallsmengder og endringer i utslipp ved sluttbehandling fram til år 2010. De framskrevne avfallsmengdene er avfall i kommunal renovasjon (stort sett alt husholdningsavfall og deler av næringslivets avfall), avfall generert i industrien og anslåtte totale avfallsmengder.

Rapporten begynner i kapittel 2 med en vurdering av virkningen av sluttbehandlingsavgiften innført i 1999. Kapittel 3 gir en oversikt over avfallsmengder i Norge, og hvilke av disse som dekkes av framskrivningen. I kapittel 4 gis en kort beskrivelse av selve metoden for framskrivning av avfallsmengdene. I kapittel 5 følger resultatet av framskrivningene av kommunalt avfall, produksjons- og spesialavfall generert i industrien og anslåtte totale mengder. Kapittel 6 tar for seg framskrivningen av miljøbelastninger ved forbrenning og deponering av kommunalt avfall, mens kapittel 7 konkluderer.

2. Virkning av avgiften på sluttbehandling av avfall

Avfallsmengdene er framskrevet på bakgrunn av den forventede veksten i produksjon, vareinnsats og konsum i MSG-6 (se kapittel 4). På grunn av avgiften på sluttbehandling av avfall som ble innført 1.1.99 kan økningen i avfallsmengdene bli lavere enn hva veksten i disse variablene tilsier.

2.1. Totale avfallsmengder

En sluttbehandlingsavgift vil generelt øke kostnadene for generering av avfall. Dette vil gi økonomiske insentiver til å generere mindre, og kan altså bremse veksten i avfallsmengdene. Det er imidlertid også grunner til at virkningen av denne avgiften på totale avfallsmengder er uklar.

For det første omfatter ikke avgiften alt avfall, men bare avfall til sluttbehandling. Avfall til materialgjenvinning er ikke omfattet av avgiften. Det betyr at avfallsbesitter også vil ha økonomisk insentiv til å vri behandlingsmåten bort fra sluttbehandling og over til det nå relativt billigere alternativet materialgjenvinning, i stedet for bare å redusere mengdene. Flere studier viser at når avgifter på sluttbehandling er fulgt av satsning på materialgjenvinning, kan effekten bli vridning over til gjenvinning fremfor avfallsreduksjoner (Morris og Holthausen 1994, Miranda m. fl. 1994).

Det andre er at litteraturen er mangelfull med hensyn til studier som ser på hvilken effekt avgifter har på totale genererte mengder. En lang rekke studier viser imidlertid effekten av slike avgifter på mengdene avfall fratrukket avfall til materialgjenvinning; Chilton 1993, Meissner og Leknes 1994, Project 88-II 1991, Repetto m. fl. 1992, Scarlett 1993 og Skumatz 1996. En studie over de 51 amerikanske delstater¹ viser ingen signifikant sammenheng mellom avgifter på deponering og forbrenning og totale genererte avfallsmengder (Bruvoll 1999).

Det tredje er at husholdningenes kostnader ved å levere avfall generelt sett er lik null, det vil si at avgiften ikke er avhengig av mengdene som leveres.

Husholdningene vil derfor ikke endre atferd som følge av avgiften. Hass (1997) har tidligere vist at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom avfallsgebyr og materialgjenvinning i kommunal sektor, og dette kan nettopp skyldes at husholdningenes avgifter ikke reflekterer avfallsmottakers marginale kostnader. Virkningen av den nye sluttbehandlingsavgiften på kommunalt avfall vil blant annet være avhengig av om kommunene innfører differensierte avgifter på avfallslevering.

Da vi mangler klare indikatorer fra empiriske studier for hvilken effekt avgiften vil ha for totale avfallsmengder, har vi valgt ikke å legge denne inn i modellen. Skulle man få nye opplysninger etter at avgiften har fått virket noen tid, kan man som en rimelig tilnærming korrigere framskrivningene i denne rapporten direkte uten å måtte beregne modellen på nytt. Dette er rimelig i den grad at avgiften bare får marginale konsekvenser for den generelle utviklingen i produksjon, vareinnsats og konsum.

Veksten i avfallsmengdene kan også påvirkes gjennom avtaler mellom Miljøverndepartementet og forskjellige bransjeorganisasjoner om gjenvinning. I disse avtalene pålegges bransjene å arbeide for avfallsreduksjon. En ytterligere satsning på avfallsreduksjon utover dagens tiltak kan bidra til en lavere vekst i avfallsmengdene enn disse framskrivningene tilsier.

2.2. Forbrenning og deponering

Virkningen på valg av behandlingsmåte er mer entydig. Ved denne endringen i de relative priser på sluttbehandling og materialgjenvinning, vil avfallsbesitter ha økonomiske insentiver til å materialgjenvinne mer og levere mindre avfall til deponier og forbrenningsanlegg. I denne rapporten gjør vi framskrivninger også for utslippene fra sluttbehandling, og avgiften kan påvirke disse utslippene.

For utslippene av metan, som representerer miljøbelastningene knyttet til *deponering* av avfall, støtter vi oss på Norconsult (1999). Vi legger til grunn at disse tallene inneholder de nødvendige avveininger med hensyn til fattede politiske tiltak, inkludert at

¹ Inkludert Washington DC.

sluttbehandlingsavgiften virker mot mindre deponering og mer gjenvinning.

For *forbrenning* ventes kostnadene per tonn næringsavfall å gå opp med 26 prosent (Aasen 1999). Om man antar en priselastisitet som i Jenkins (1993) for næringsavfall på -0,3, kan man vente en reduksjon i næringsavfall til forbrenning på 7-8 prosent. For husholdningene venter vi som nevnt ingen virkning av avgiften gitt dagens insentivsystem². Antar vi at forbrent avfall består av halvparten næringsavfall og halvparten husholdningsavfall (samme fordeling i kommunalt avfall), vil man som følge av avgiften kunne vente en reduksjon i mengder til forbrenning på opp under 4 prosent.

Men samtidig antas forbrenning av avfall i Norge per i dag å være begrenset av de konsesjoner som gis til denne typen avfallsbehandling, og ikke av tilgangen på avfall. Det er dermed usikkerhet om avgiften får betydning for mengden forbrent avfall da andre mekanismer enn økonomiske kan være avgjørende. Vi har derfor valgt en vekst i forbrente mengder tilsvarende veksten i kommunalt avfall. Det tilsvarer at tildelingen av konsesjoner til forbrenning øker i samme takt.

Denne forutsetningen ligger til grunn for beregningen av fremtidig miljøbelastning knyttet til forbrenning. Vi har også beregnet utslipp per tonn avfall under ulike teknologi-scenarier, og disse scenariene er uavhengig av hvilke forutsetninger man gjør om mengdene. Ønsker man å vurdere miljøbelastningen under alternative politiske forutsetninger, for eksempel for konsesjonstildelinger, kan man benytte utslippstallene per tonn og multiplisere med de alternative avfallsmengdene.

² Det finnes også estimater på priselastisiteter for husholdningsavfall (Fullerton og Kinnaman 1996, 1997 og Jenkins 1993). Disse er vesentlig høyere enn -0,3 (nærmere 0).

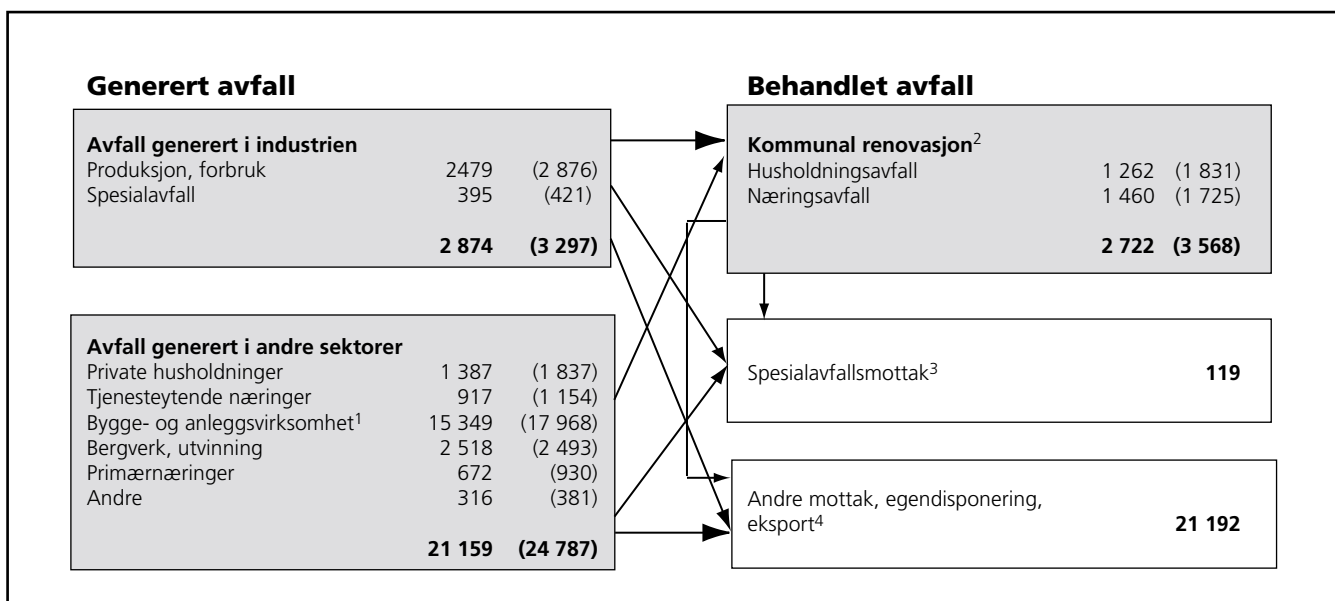
3. Oversikt over avfallsmengder

Det finnes per i dag ingen offisiell statistikk som dekker totale mengder avfall som genereres og behandles hvert år i Norge. Dette skyldes blant annet problemer med å avgrense hva som skal regnes som avfall og måleproblemer. Noen statistikker omfatter genererte mengder mens andre omfatter behandlede mengder. Det vil si at en del statistikker overlapper hverandre. Figur 3.1 viser genererte og behandlede mengder i Norge 1996 så langt det framkommer av statistikk og beregninger fra ulike kilder.

Som vi ser av figuren, ble det i 1996 generert om lag 24 millioner tonn avfall i Norge. Av denne mengden utgjør sprengstein og løsmasser om lag 17,5 millioner tonn. Vi framskriver totale genererte mengder fordelt på åtte samfunnssektorer, men det er kun for industrien at framskrivningen baserer seg på offisiell

statistikk innsamlet direkte hos de som genererer avfallet. For de øvrige sektorene (husholdninger, tjenesteytende næringer, bygge- og anleggsvirksomhet, primærnæringene, bergverk og utvinning, kraft og vannforsyning samt øvrige næringer) baseres framskrivningen på sammenstilling av annet datamateriale, først og fremst avledet statistikk brukt i Statistisk sentralbyrås avfallsregnskap (se f.eks. Skogesal 1997 og Skullerud 1998). Deler av de genererte mengdene fanges også opp i statistikker for *behandlede* mengder. Disse statistikkene omfatter avfall behandlet i kommunal renovasjon. NORSAS fører også statistikk over spesialavfall behandlet i spesialavfallssystemet. Disse mengdene ble sist framskrevet i Bruvoll og Ibenholt (1995).

Figur 3.1 . Forholdet mellom genererte og behandlede mengder avfall i Norge i 1996 og 1995 for kommunalt avfall (framskrivne mengder for 2010), 1 000 tonn



¹ Anslagsvis 14,7 millioner tonn er sprengstein og løsmasser.

² Tall for 1995.

³ Vi har kun tall for avfall levert til spesialavfallssystemet ved Norsas (1997). I 1997 ble 194 tusen tonn etsende avfall behandlet av NOAH (Statistisk sentralbyrå 1999).

⁴ Summen av generert avfall minus avfall i kommunal renovasjon og i spesialavfallsmottak.

4. Metode for framskrivning av avfallsmengder

Vi har brukt samme metode for å framskrive avfallsmengdene som i Bruvoll og Ibenholt (1995). I denne metoden forutsettes at generering av avfall i næringssektorene først og fremst kan forklares med bruken av materiell innsats. For noen avfallsfraksjoner og næringer har en imidlertid valgt produksjonsmengden som forklaringsfaktor. Forbruket av fossile brensel til oppvarming i industrien er benyttet for å forklare noe av den asken som blir generert. For utviklingen i husholdningsavfall er forbruk av konsumgoder og andre ikke-varige goder antatt å være drivkraft.

Framskrivningene forutsetter at forholdet mellom de forklarende faktorene og selve avfallsmengdene er konstant over tid. Denne forutsetningen er diskutabel, men det lar seg ikke gjøre å teste denne med historiske data over et tilstrekkelig langt tidsperspektiv. Framskrivningen blir dermed å betrakte som en referansebane gitt et konstant forhold mellom avfallsgenerering og de valgte forklaringsfaktorene³.

Mengden av avfallstype j i sektor i i år t , $A_{ij}(t)$, beregnes utfra formelen:

$$(4.1) \quad A_{ij}(t) = U_{ij}(t) * A_{ij}(t_0) * \delta_{ij}(t)$$

$U_{ij}(t)$ er vekst i forklaringsfaktoren (produksjon, vareinnsats, fossilt brensel, konsum) for avfallstype j generert i sektor i fra basisåret t_0 til år t . For avfall i kommunal renovasjon er t_0 lik 1995 og for avfall generert i industrien 1996. Formelen inneholder også en parameter, $\delta_{ij}(t)$, som kan brukes til å legge inn eksogene skift i avfallsmengden. Eksempel på slike skift er politiske tiltak som påvirker hvor mye avfall som blir generert. I denne framskrivningen har vi ikke benyttet denne muligheten, dvs. at $\delta_{ij}(t)$ er lik 1 for alle i , j og t . Politiske tiltak som påvirker genereringen av avfall kan som regel formuleres som økt skyggepris (f.eks. avgift) for å bli kvitt avfall. Spesielt for næringsavfall kan dette påvirke de økonomiske aktørenes tilpasning, f.eks. i form av redusert

vareinnsats, hvilket i sin tur kan ha ringvirkninger på samlet næringsstruktur. For å få en mest mulig korrekt simulering av politiske tiltak bør disse derfor legges direkte inn i den makroøkonomiske modellen.

Statistikk over avfall generert i industrien er fordelt på sektorer med utgangspunkt i NACE-standard⁴. Likevel sammenfaller statistikken bare delvis med sektorinndelingen i makromodellen MSG-6 som benyttes i denne analysen. Ved behov har vi fordelt noen NACE-sektorer på to eller flere MSG-sektorer basert på historiske produksjons- og vareinnsatstall og skjønn.

Framskrivningen viser kun hvor mye avfall som forventes bli generert, forutsatt at det ikke innføres tiltak for å redusere genereringen, og sier ikke noe om forventet utvikling i forskjellige behandlingsmåter.

4.1. Referansekjøringen i MSG-6

Vi har i denne framskrivningen benyttet en av de siste versjonene av den makroøkonomiske modellen MSG-6 (Multi Sectoral Growth model). Denne versjonen skiller seg på flere punkter vesentlig i forhold til den modellversjonen (MSG-EE) som ble brukt i Bruvoll og Ibenholt (1995), hvilket var en miljøtilpasset versjon av MSG-5⁵ (Alfsen m.fl. 1996 og Holmøy m.fl. 1994). I MSG-6 har en integrert de spesielle miljøaspektene fra MSG-EE. De vesentligste ulikhetene mellom versjon 5 og 6 finner en i modelleringen av næringsstrukturen. I forhold til avfallsframskrivningen er den viktigste endringen i modelleringen av innsatsfaktorbruken i de forskjellige næringene. I MSG-5 kunne produsentene substituere direkte mellom vareinnsats og f.eks. arbeidskraft, mens i MSG-6 kan produsentene kun substituere mellom vareinnsats og et aggregat av de andre innsatsfaktorene. Se vedlegg A for en mer detaljert gjennomgang av substitusjonsmulighetene og andre relevante deler av MSG-6.

⁴ Standard for næringsinndeling som brukes i Nasjonalregnskapet, SN94.

⁵ I MSG-5 fantes det ingen direkte kobling til miljøet fra økonomisk aktivitet, men med utviklingen av modellversjonen MSG-EE ble miljøaspektene ivaretatt.

³ En teknisk dokumentasjon av framskrivningen finnes i Ibenholt (1999).

Framskrivningen er basert på referansebanen i Langtidsprogrammet 1998-2001 (Finans- og tolldepartementet 1997)⁶. I denne utviklingsbanen videreføres i store trekk dagens næringsstruktur, og det oppnås ikke internasjonal enighet om mer ambisiøse klimaavtaler. For Norge betyr dette en jevn og balansert økonomisk vekst og høye oljeinntekter til godt forbi 2010. BNP vokser med gjennomsnittlig 4,1 prosent per år i perioden 1996-1999, og med 1,3 prosent per år fra 2000 til 2010. Veksten etter 2000 er betydelig lavere enn den historiske utviklingen, i perioden 1962-1992 vokste norsk økonomi med gjennomsnittlig 3,5 prosent per år. Årsaken er først og fremst at veksten i antall timeverk blir vesentlig mindre enn tidligere grunnet økt antall pensjonister og redusert andel i den yrkesaktive delen av befolkningen. Reallønnen forventes å øke med 2,6 prosent per år, noe som medfører mindre arbeidsintensiv og mer kapitalintensiv produksjon. Den økte reallønnen betyr at det private konsumet kan stige mer i perioden 1996-1999 enn hva det gjorde fra 1962 til 1992, med 3,5 prosent per år sammenlignet med 2,8 prosent. I perioden etter 2000 avtar imidlertid veksten i privat konsum noe, den beregnes til 2,5 prosent per år mellom 2000 og 2010.

⁶ Dette er i prinsippet samme utviklingsbane som scenariet "Stø kurs" i Energiutredningen (NOU 1998:11).

5. Fremtidige avfallsmengder

5.1. Kommunalt avfall

Kommunalt avfall omfatter alt avfall som håndteres i kommunal renovasjon. I praksis vil dette si alt husholdningsavfall samt varierende andeler av avfall fra ulike næringer. Vår framskrivning viser at den totale mengden avfall i kommunal renovasjon øker med 31 prosent fra 1995 til 2010, se tabell 5.1⁷.

Den største økningen finner sted i husholdningsavfallet som vokser med 45 prosent, mens næringsavfall får en mer moderat vekst på 18 prosent. Veksten i husholdningsavfallet fra 1995 til 2010 følger av en vekst i varekonsumet på 45 prosent. I samme periode vokser disponibel inntekt med 54 prosent, hvilket innebærer en inntektselastisitet for husholdningsavfall på 0,83 og for totale avfallsmengder i kommunal renovasjon på 0,57⁸. Dette ligger over funn fra den internasjonale litteraturen, men er likevel vesentlig lavere enn elastisitetene observert for perioden 1992 - 1995 (som var henholdsvis 1,89 og 2,65)⁹. Dette skyldes at de faktorene som knyttes til generering av avfall (konsum, produksjon og vareinnsats) ventes å vokse mindre i forhold til disponibel inntekt enn tidligere.

Husholdningsavfallet framskrives med utviklingen i konsum av ikke-varige goder som mat, drikkevarer og klær, samt av elektriske husholdningsartikler og møbler og andre varige fritidsgoder. Mellom 1995 og 2010 forventes matkonsumet å stige med 25 prosent, mens de andre typene konsum stiger med mellom 37 og 63 prosent. Dette betyr at andelen av konsumet som

består av mat blir redusert, hvilket følger Engels lov¹⁰. Andelen av organisk avfall av totalt husholdningsavfall kan derfor ventes å bli redusert, se også avsnitt 5.4.

Det er imidlertid problematisk å skille volum og kvalitetskomponenter i konsumutviklingen. At f.eks. konsumet av drikkevarer og tobakk øker behøver ikke bety at mengden øker tilsvarende, men at en kjøper dyrere varer. Utviklingen i konsumet måles i MSG med en volumindeks som ikke klarer å følge opp endringer i sammensetningen innenfor hver konsumgruppe. Det er derfor mulig at vår framskrivning overvurderer økningen i mengden husholdningsavfall. På den andre siden kan det tenkes at det sløses mer når totalkonsumet går opp.

Utviklingen i næringsavfall framover forklares ved en forholdsvis moderat vekst i industrien og en redusert materialintensitet¹¹ i de fleste næringene. For næringsavfall i kommunal renovasjon har bygge- og rivningsavfall den laveste veksten mellom 1995 og 2010 på 12 prosent, mens kontoravfall øker med 30 prosent i det samme tidsrommet. Etter en forholdsvis sterk vekst i byggevirksomheten i løpet av 90-tallet, flater veksten ut i slutten av dette århundre og tar seg opp først mot slutten av perioden fram mot 2010. Kontoravfallet vokser til dels på grunn av relativt sterk vekst i aktiviteten i tjenesteytende næringer og til dels på grunn av at offentlig sektor blir forholdsvis mer materialintensiv (dvs. at for disse sektorene øker vareinnsatsen per produsert enhet, mens det motsatte gjelder for de private tjenesteproduserende næringene).

Industriavfallet i kommunal behandling følger utviklingen i avfall generert i industrien, se nedenfor for en mer detaljert beskrivelse.

Annet spesifikt næringsavfall består av avfall fra primærnæringene, oljeboring og transportsektorene.

⁷ I Bruvoll og Bye (1998) ble kommunalt avfall framskrevet med den samme referansebanen som er brukt i denne framskrivningen, men resultatet er marginalt forskjellig. Dette skyldes oppdatert valg av forklaringsfaktorer, samt endret inndeling av sektorer under hver type av næringsavfall.

⁸ Det vil si at man venter 0,83 prosent vekst i husholdningsavfall per prosent økning i disponibel inntekt som framskrevet i MSG.

⁹ Beede and Blom (1995): 0,34 for totalt kommunalt avfall, Jenkins (1993): 0,41 for husholdningsavfall, Medina (1997): studie over ulike land viser positiv elastisitet for lave inntektsgrupper, deretter ingen sammenheng, Bruvoll (1999): ingen sammenheng for totale mengder i 51 amerikanske stater (drøfter for øvrig ulike studier).

¹⁰ Det er en veletablert empirisk sammenheng at jo rikere konsumentene er jo mindre utgiftsandel bruker de på mat.

¹¹ Definert som antall enheter vareinnsats som brukes for å produsere en enhet.

Tabell 5.1. Avfall i kommunal behandling, 1992, 1995¹ og 2010. Tonn og vekst i prosent

	Tonn			Vekst i prosent	
	1992	1995	2010	1992-1995	1995-2010
Industriavfall	188 131	227 915	258 454	21	13
Bygge- og rivingsavfall	94 913	84 526	94 496	-11	12
Kontoravfall	174 110	123 360	160 689	-29	30
Annet spesifisert avfall	111 292	41 621	50 431	-63	21
Blandet avfall	519 169	982 753	1 161 113	89	18
Næringsavfall, i alt	1 135 413	1 460 175	1 725 183	29	18
Husholdningsavfall	1 087 366	1 261 982	1 830 760	16	45
Kommunalt avfall, i alt	2 222 779	2 722 157	3 555 942	22	31

¹ 1992 og 1995: Statistisk sentralbyrå (1997a).

Vareinnsatsen i primærnæringene forventes å minske, delvis på grunn av lavere aktivitet i jordbruket og skogbruket og delvis på grunn av at fiskeriene bruker mindre vareinnsats per produsert enhet. Fiskeoppdrett avviker imidlertid fra de andre primærnæringene, både på grunn av kraftig vekst i produksjonen fram mot 2010 og fordi næringen bruker mer vareinnsats per produsert enhet i 2010 enn i 1995. Aktiviteten i sektoren for oljeboring blir tilnærmet halvert mellom 1995 og 2010. Aktiviteten i transportsektorene forventes å vokse med mellom 15 (innenriks sjøfart) og 63 (flytransport) prosent, men for samtlige sektorer gjelder at bruken av vareinnsats går noe ned i forhold til produksjonen. Utviklingen i vareinnsats varierer mellom en reduksjon på 14 prosent (post og telekommunikasjon) og en økning på 59 prosent (flytransport).

Blandet næringsavfall består av avfall fra næringene nevnt ovenfor, og omfatter avfall som ikke er blitt registrert på riktig næring ved mottaket til den kommunale renovasjonen. Vi antar at denne typen avfall fordeler seg på de andre gruppene for næringsavfall og utgjør samme prosentandel i alle gruppene. Veksten i blandet næringsavfall blir derfor lik veksten i spesifisert næringsavfall i alt, dvs. 18 prosent. Blandet næringsavfall vokste sterkt fra 1992 til 1995, se tabell 5.1. En av de viktigste grunnene til dette er at en stadig større andel av næringsavfallet blir transportert av innleide transportører. Disse utgjør et mellomledd som forhindrer direkte forbindelse mellom den som genererer avfallet og den kommunale renovatøren, og avfallet blir ofte feilaktig registrert på transportøren i stedet for på bedriften avfallet kommer fra. Av statistikken ser det ut til at dette gjelder for alt næringsavfall med unntak av avfall generert i industrien.

Hvis en sammenligner statistikken over kommunalt avfall for 1992 og 1995 finner en omtrent motsatt mønster enn i vår framskrivning, dvs. at for disse årene øker næringsavfallet i kommunal renovasjon betraktelig mer enn husholdningsavfallet. Den forholdsvis kraftige økningen i næringsavfall i denne perioden kan til dels forklares med en reell vekst i

avfallsmengdene som blir generert¹² og til dels med at den andelen av næringsavfallet som håndteres i kommunal renovasjon har økt. Næringsavfallet som blir håndtert i kommunal renovasjon er kun en delmengde av alt generert næringsavfall. Med unntak av avfall generert i industrien mangler en heldekkende statistikk over totale avfallsmengder fra øvrige næringer, se også kapittel 3. For å beregne veksten i totale mengder avfall som genereres kan en enten basere seg på forholdsvis grove anslag over totale mengder, se avsnitt 5.4 for en beskrivelse av en slik framskrivning. En kan også forutsette at andelen av det totale næringsavfallet som blir håndtert i kommunal renovasjon er konstant. Dette betyr at veksten i kommunalt avfall fra de forskjellige næringene tilsvarer veksten i totalt avfall generert i næringene. For eksempel anslår vi en vekst i avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet levert til kommunal renovasjon på 12 prosent, hvilket kan tolkes som at totalt avfall generert i denne type virksomhet forventes å øke med 12 prosent.

5.2. Avfall generert i industrien

Veksten i produksjons- og forbruksavfall i industrien mellom 1996 og 2010 framkommer av tabell 2, fordelt på forskjellige avfallstyper, og tabell 3, fordelt på forskjellige industrisektorer¹³. Veksten fra 1996 til 2010 er relativt moderat, totalt sett 16 prosent. Veksten i de forskjellige avfallstypene ligger i intervallet 5 - 33 prosent, med unntak av tekstiler som blir redusert med 4 prosent og asfalt som øker med 56 prosent. I 1996 genererte sektoren for produksjon av tekstiler mest tekstilavfall. Produksjonen, og vareinnsatsen, i denne sektoren forventes å bli redusert fra 1996 til 2010 og tabell 5.3 viser at avfallsgenereringen i sektoren blir redusert med 34 prosent i samme periode.

¹² Dette gjelder for alt næringsavfall med unntak av industriavfall, se også seksjon 3.2.

¹³ Vi har valgt å ikke ta med avfall generert i industrien 1993, grunnet forskjellig inndeling av avfallstyper og forskjellig sektorinndeling.

Tabell 5.2. Avfallsmengder generert i industrien etter avfallstype. 1996¹, 2000 og 2010. Tonn og vekst i prosent

Avfallstype	Tonn			Vekst i prosent ¹ 996-2010
	1996	2000	2010	
Papir	84 906	89 375	97 950	15
Brunt papir	66 182	70 911	78 763	19
Annen kartong	15 118	16 129	17 813	18
Drikkekartong	7 050	7 524	8 360	19
Plast	53 797	56 492	62 661	16
Isopor og annen EPS	865	922	1 020	18
Glass	19 226	20 403	22 868	19
Jern og metall	253 592	253 935	277 322	9
Tekstiler	9 203	8 858	8 826	-4
Bearbeidet tre	790 796	799 442	895 310	13
Park- og hageavfall	14 519	14 605	15 966	10
Stein, grus, jord og annet mineralisk avfall	215 370	213 496	230 489	7
Mat-, slakt- og fiskeavfall	378 699	420 526	494 841	31
Bildekk	3 896	3 883	4 123	6
Gummi, unntatt bildekk	1 556	1 556	1 654	6
Asfalt	3 530	4 845	5 524	56
Aske	24 671	28 616	32 884	33
Støv	33 744	34 977	39 567	17
Slam (tørrstoff) ²	154 197	172 341	195 491	27
Slagg	201 303	201 051	223 038	11
Kjemikalier	4 883	5 199	5 902	21
Annet	54 900	55 184	59 789	9
Blandet/ukjent	87 287	88 136	96 016	10
Totalt	2 479 290	2 568 406	2 876 177	16

¹ Statistisk sentralbyrå (1997b).

² Tre/papirmasse, organisk slam fra slakterier samt noe metallholdig slam.

Den største mengden asfaltavfall ble i 1996 registrert i sektoren for raffinering av jordolje, en sektor som forventes å øke kraftig fra 1996 til 2010. Tabell 5.3 viser at avfallsgenereringen i denne sektoren øker med 57 prosent. Begge disse avfallstypene er imidlertid små i forhold til total avfallsmengde. Den største avfallsmengden i 1996 besto av bearbeidet tre, som utgjorde 32 prosent av alt avfall generert i industrien. Sektor 26, produksjon av trevarer, genererte 75 prosent av dette avfallet, mens sektor 34, produksjon av treforedlingsprodukter, genererte knappe 20 prosent. Denne avfallstypen vokser imidlertid noe mindre enn gjennomsnittet fra 1996 til 2010, med henholdsvis 13 og 16 prosent i de to sektorene. Dette henger sammen med at vareinnsatsen i produksjonen av trevarer kun øker med 9 prosent i perioden. Avfallstypen vil imidlertid være den største også i 2010, og da utgjøre 31 prosent av alt avfall.

Den nest største avfallsmengden i 1996 besto av mat-, slakt- og fiskeavfall, og utgjorde 15 prosent av totalt avfall. Sektorene produksjon av andre konsumvarer og produksjon av fiskevarer genererte mest av dette avfallet, henholdsvis 33 og 45 prosent. Denne avfallskategorien blir framskrevet med produksjonen i begge disse sektorene. Produksjon av andre konsumvarer øker med 24 prosent fra 1996 til 2010, og produksjonen av fiskevarer øker med hele 64 prosent i samme periode, og er for øvrig den sektoren med størst produksjonsvekst. Den forholdsvis sterke veksten i disse sektorene bidrar til at mat-, slakt og fiskeavfall i

beregningen vokser med 31 prosent fram til 2010, og utgjør 17 prosent av totalt avfall i 2010.

En annen stor avfallskategori er jern og metall, med 10 prosent av totalt avfall i 1996. Denne type avfall genereres først og fremst i sektorene for produksjon av metaller og produksjon av verkstedprodukter. Produksjon av metaller¹⁴ vokser med 8 prosent mellom 1996 og 2010, mens vareinnsatsen i produksjonen av verkstedprodukter øker med 20 prosent. Totalt øker jern- og metallavfall med 9 prosent mellom 1996 og 2010.

Den forholdsvis lave veksten i generert avfall mellom 1996 og 2010 kan forklares med moderat vekst i produksjonen i industrinæringene. Samlet vokser denne med 19 prosent i perioden. Flertallet av industrinæringene er eksportrettede og den referansebanen vi har benyttet regner med forholdsvis lav vekst i verdensøkonomien og etterspørselen i de internasjonale markedene. Samtidig blir produksjonen i industrien sett under ett mindre materialintensiv, i og med at materiell vareinnsats kun vokser med 15 prosent i perioden. Dette gjelder for alle industri-sektorer med unntak av sektorene for produksjon av fiskevarer og raffinering av jordolje. Den reduserte materialintensiteten (materiell innsats per produsert enhet) kan forklares med at den materialbesparende

¹⁴ Avfall av jern og metall blir i denne sektoren framskrevet med produksjonen som forklaringsfaktor.

Tabell 5.3. Avfallsmengder generert i industrien etter genererende sektor. 1996¹, 2000 og 2010. Tonn og vekst i prosent

Sektor	Tonn			Vekst i prosent 1996-2010
	1996	2000	2010	
15 Produksjon av andre konsumvarer	179 439	195 283	217 814	21
18 Produksjon av tekstil- og bekledningsvarer	10 819	9 171	7 187	-34
21 Produksjon av fiskevarer	100 968	129 512	166 189	65
22 Foredling av kjøtt og meieriprodukter	245 225	258 752	299 407	22
26 Produksjon av trevarer	623 985	603 588	678 736	9
27 Produksjon av kjemiske og mineralske produkter	232 786	231 681	245 399	5
28 Grafisk produksjon	117 281	120 713	130 253	11
34 Treforedling	309 469	368 907	418 670	35
37 Produksjon av kjemiske råvarer	62 198	59 017	63 303	2
40 Raffinering av jordolje	8 265	11 403	12 979	57
43 Produksjon av metaller	323 265	307 241	342 047	6
45 Produksjon av verkstedprodukter	197 932	218 868	238 277	20
48 Bygging av skip	36 206	31 532	33 639	-7
49 Bygging av oljeplattformer	31 452	22 739	22 275	-29
Totalt	2 479 290	2 568 407	2 876 175	16

¹ Statistisk sentralbyrå (1997b).

effekten av den tekniske utviklingen er sterkere enn den pris-senkende effekten¹⁵.

I 1993 ble det generert totalt 2 967 tusen tonn produksjonsavfall i industrien. Det vil si at denne avfallskategorien ble redusert med 16 prosent mellom 1993 og 1996. En liten del av denne reduksjonen kan tilskrives at noe avfall som ble klassifisert som produksjonsavfall i 1993 ble klassifisert som spesialavfall i 1996, hvilket har bidratt til en vekst i spesialavfallet på 23 prosent fra 1993 til 1996. Andre forklaringer til nedgangen kan være endrede produksjonsprosesser som gir mindre avfall (se også Statistisk sentralbyrå 1998a). Intern materialgjenvinning av avfall blir ikke registrert som avfall i statistikken, og økt fokusering på og vektlegging av gjenvinning fra myndighetene kan ha resultert i at denne aktiviteten har økt.

5.3. Spesialavfall generert i industrien

Tabell 5.4 og 5.5 viser utviklingen i spesialavfall generert i industrien fra 1996 til 2010, fordelt etter henholdsvis avfallstype og genererende sektor. Genereringen av spesialavfall er trolig i større grad enn vanlig avfall styrt av offentlige reguleringer. Vi minner derfor om at framskrivningen reflekterer utviklingen uten ytterligere politiske tiltak. Framskrivningene for spesialavfall er også ekstra usikre da spesialavfallet utgjør relativt små mengder i forhold til vareinnsatsen og produksjonsmengdene som styrer veksten i modellen. Likevel anser vi produksjon og vareinnsats

som de beste indikatorene på utviklingen i mengdene spesialavfall ved uendret politikk.

Statistikken over spesialavfall generert inkluderer spesialavfall som går til avløp, lagres, legges på egen fylling eller brennes (med eller uten energiuttak) i egen bedrift, samt rester fra intern gjenvinning (rensing) av slikt avfall.

Spesialavfallet vokser totalt sett med bare 7 prosent, men det er stor variasjon i veksten mellom de forskjellige avfallstypene og sektorene. Olje fra renselanlegg er den avfallstypen som forventes å øke mest, med 33 prosent mellom 1996 og 2010. Raffinering av jordolje var den sektoren som genererte mesteparten av dette avfallet i 1996, 61 prosent. Som nevnt ovenfor er dette en sektor med betydelig vekst både i bruken av vareinnsats og i produksjonen, disse vokser med henholdsvis 59 og 50 prosent mellom 1996 og 2010.

PCB-holdig avfall får en negativ vekst. Det er imidlertid tvilsomt om denne typen avfall skal være med i framskrivningen, i og med at bruken av PCB opphørte innen utgangen av 1994. Det avfall som fremdeles oppstår kommer dermed fra kasserte gjenstander produsert før 1995. Ettersom PCB-holdig avfall utgjør en liten andel av totalt spesialavfall har det ikke noen betydning for veksten om det utelates eller ikke.

Bortsett fra PCB-holdig avfall vokser cyanidholdig avfall og sterke syrer minst, med bare 2 prosent fra 1996 til 2010. Sektoren for produksjon av kjemiske og mineralske produkter genererer mye av begge disse avfallstypene, 80 prosent av cyanidholdig avfall og 28 prosent av sterke syrer. Vareinnsatsen i denne sektoren, som er blitt brukt til å framskrive begge avfallstypene, vokser med 5 prosent i samme tidsrom.

¹⁵ Teknisk utvikling innebærer at det trengs mindre innsatsvarer for å produsere en enhet, dvs. at det blir billigere å produsere (prissenkende effekt). Ettersom materiell innsats består av produserte varer blir denne innsatsfaktoren billigere. I en situasjon hvor andre innsatsfaktorer, som arbeidsinnsats, blir dyrere ønsker bedriften å foreta en substitusjon mellom de innsatsfaktorer der de relative prisforhold har blitt endret. I den tidligere framskrivningen (Bruvoll og Ibenholt 1995) var denne substitusjonseffekten sterkere enn den direkte materialbesparende, dvs. at teknisk utvikling førte til økt forbruk av materiell innsats.

Tabell 5.4. Spesialavfall generert i industrien etter avfallstype. 1996¹, 2000 og 2010. Tonn og vekst i prosent

Avfallstype	Tonn			Vekst i prosent 1996-2010
	1996	2000	2010	
Spillolje, smøreolje o.l.	37 931	36 809	39 883	5
Olje fra renseanlegg	5 354	6 415	7 127	33
Oljeemulsjoner	4 256	4 594	5 232	23
Organiske løsemidler med halogen	866	865	954	10
Organiske løsemidler uten halogen	9 828	9 820	10 876	11
Maling, lim, lakk og trykkfarge	4 721	4 648	4 974	5
Destillasjonsrester og tjæreavfall	2 603	2 514	2 700	4
Tungmetallholdig avfall	94 434	96 437	107 068	7
Blybatterier	1 163	1 251	1 357	17
Cyanidholdig avfall	23	23	24	2
Kasserte bekjempningsmidler	4	4	5	20
Isocyanater	3	3	3	6
Annet organisk avfall	4 201	4 039	4 322	3
Sterke syrer	192 744	184 769	196 496	2
Sterke baser	2 870	3 019	3	18
Annet uorganisk avfall	14 301	14 242	15 754	10
PCB-holdig avfall	17	16	17	-4
Fotokjemikalier	1 598	1 642	1 770	11
Radioaktivt avfall	0,2	0,3	0,3	20
Asbest	137	133	143	4
Smittefarlig avfall	2	2	2	6
Annet spesifisert spesialavfall	18 376	17 642	19 096	15
Totalt, inkl. PCB	395 433	388 887	421 186	7
Totalt, ekskl. PCB	395 416	388 872	421 169	7

¹ Statistisk sentralbyrå (1998a).**Tabell 5.5. Spesialavfall generert i industrien etter genererende sektor. 1996¹, 2000 og 2010. Tonn og vekst i prosent**

Sektor	Menge i tonn			Vekst i prosent 1996-2010
	1996	2000	2010	
15 Produksjon av andre konsumvarer	1 878	2 037	2 260	20
18 Produksjon av tekstil- og bekledningsvarer	1 527	1 279	984	-36
21 Produksjon av fiskevarer	851	1 096	1 402	65
22 Foredling av kjøtt og meieriprodukter	1 758	1 839	2 106	20
26 Produksjon av trevarer	1 012	984	1 111	10
27 Produksjon av kjemiske og mineralske produkter	67 133	66 945	71 103	6
28 Grafisk produksjon	2 259	2 326	2 511	11
34 Treforedling	634	752	843	33
37 Produksjon av kjemiske råvarer	157 335	148 945	159 346	1
40 Raffinering av jordolje	4 199	5 645	6 357	51
43 Produksjon av metaller	93 220	88 146	97 703	5
45 Produksjon av verkstedprodukter	58 543	64 800	71 226	20
48 Bygging av skip	2 619	2 289	2 450	-6
49 Bygging av oljeplattformer	2 467	1 805	1 785	-28
Totalt	395 433	388 887	421 186	7

¹ Statistisk sentralbyrå (1998a).

At veksten i cyanidholdig avfall blir lavere enn dette kan forklares med at henholdsvis 7 og 6 prosent blir generert i sektorene for bygging av skip og oljeutvinningsplattformer, og i begge disse sektorene reduseres vareinnsatsen med henholdsvis 7 og 29 prosent mellom 1996 og 2010. I 1996 ble 70 prosent av sterke syrer generert ved produksjon av kjemiske råvarer, og vareinnsatsen i denne sektoren øker med bare 0,5 prosent fra 1996 til 2010.

5.4. Totale avfallsmengder

Dette avsnittet redegjør for totale avfallsmengder som genereres i Norge fram til 2010, fordelt på 15 avfallstyper og 8 samfunnssektorer. Framskrivningen er basert på statistikk dokumentert i Rønningen (1999). Tallene er beheftet med til dels stor usikkerhet, og bør kun tolkes som en indikasjon på genererte avfallsmengder.

Det ble generert om lag 24 millioner tonn avfall i Norge i 1996. Av denne mengden utgjorde løsmasser, stein mv. om lag 17,5 millioner tonn. Mesteparten av løsmassene mv. stammer fra bygge- og anleggsvirksomhet, og en regner med at 14,5 millioner tonn ble generert i denne sektoren. Av de resterende mengdene på rundt regnet 6,5 millioner tonn sto husholdningene og industrien for henholdsvis 24 og 41 prosent. Tjenesteytende næringer, bygg og anleggsvirksomhet (ikke medregnet løsmasser mv.) og primærnæringene sto for omtrent 10 prosent hver. Øvrige sektorer er bergverk og utvinning med 0,5 prosent av avfallet ikke medregnet løsmasser mv., kraft- og vannforsyning med 0,3 prosent og andre næringer¹⁶ med 4,5 prosent.

Avfallsmengdene innenfor de forskjellige fraksjonene er så langt mulig delt opp etter genererende sektor, men inndelingen er fullstendig kun for husholdningene og industrien. For øvrige sektorer (tjenesteytende virksomhet, bygge- og anleggsvirksomhet, primærnæringene, bergverk og utvinning, kraft- og vannforsyning) har det ikke vært mulig å kople korrekte mengder av hver avfallsfraksjon. Mye av avfallet her er blitt ført under "samlesektoren" andre/ikke fordelte næringer.

Totalt avfallsmengder beregnes å vokse med 17 prosent fra 1996 til 2010, og i 2010 genereres drøyt 28 millioner tonn avfall. Av dette utgjør løsmasser mv. drøyt 20 millioner tonn, dvs. at vi forventer at knappe 8 millioner tonn av annet avfall blir generert i 2010. Dette betyr at avfallet eksklusive løsmasser mv. vokser med 23 prosent. Veksten i avfall frem til 2010 varierer fra -1 til 38 prosent, hvor bergverk og utvinning har den laveste veksten, da virksomheten i oljesektoren forventes å bli halvert mellom 1996 og 2010, se tabell 6. Den største veksten finner sted i primærnæringene med 38 prosent. For disse næringen kan hele veksten forklares med en forventet sterk økning i produksjon og vareinnsats i oppdrettsnæringen, f.eks. regner en med at produksjonen i denne næringen øker med nesten 90 prosent mellom 1996 og 2010. Den forholdsvis lave veksten i øvrig næringsavfall forklares ved en forventet moderat vekst i industrien og redusert materialintensitet i de fleste næringene.

Som for de øvrige framskrivningene er vareinnsats brukt som forklaringsfaktor, med unntak for de næringer som produserer den eller de varetypene som avfallet består av. For disse næringene er produksjon valgt som forklaringsfaktor, for eksempel er papiravfall framskrevet med vareinnsats i alle næringer unntatt for treforedlingsbedrifter der produksjonen antas være en bedre forklaringsfaktor.

Tabell 5.6. Totale avfallsmengder etter genererende sektor. Tonn og vekst i prosent

Sektor	Tonn		Vekst i prosent 1996-2010
	1996	2010	
Husholdningene ¹	1 386 890	1 837 089	33
Tjenesteytende næringer	676 950	862 554	27
Industrien	2 659 353	3 066 874	15
Bygge- og anleggsvirksomhet	628 614	700 272	11
Primærnæringene	672 169	929 671	38
Bergverk og utvinning	35 840	39 059	9
Kraft- og vannforsyning	19 710	23 298	18
Andre	295 841	357 204	21
Totalt, ekskl. løsmasser	6 375 367	7 816 021	23
Løsmasser	17 657 889	20 244 462	15
Totalt, inkl. løsmasser	24 033 256	28 060 483	17

¹For metall fra husholdningene har vi brukt tall for 1995 pga. den forhøyede vrakpanten i 1996. Med tall fra 1996 for husholdningene blir mengden husholdningsavfall 1 523 838 tonn i 1996, og totalt avfall 6 515 714 (24 173 602) tonn.

Husholdningsavfallet i denne framskrivningen begynner i 1996 med en avfallsmengde som ligger omtrent 100 tusen tonn høyere enn husholdningsavfallet i kommunal renovasjon. Årsaken er at denne framskrivningen inkluderer også omfatter vrakede personbiler mv. Husholdningsavfall i kommunal renovasjon er framskrevet med total økning i konsumet av et aggregat av materielle goder. Siden vi i denne framskrivningen har omtrentlige tall for de ulike avfallsfraksjonene i husholdningsavfallet har vi brukt mer spesifikke godegrupper til å framskrive de forskjellige avfallsfraksjonene. For eksempel er våtorganisk avfall, som utgjør en drøy fjerdedel av husholdningenes avfall framskrevet kun med utviklingen i konsum av matvarer¹⁷. Som nevnt i avsnitt 5.1 forventes matkonsumet å øke mindre enn aggregert materielt konsum mellom 1995 og 2010, økningen i disse konsumgruppene er henholdsvis 25 og 45 prosent. I denne framskrivningen får vi dermed en annen (slakere) vekstbane for avfall fra husholdningene enn i framskrivningen av kommunalt avfall. En annen årsak til forskjellige vekstrater er ulike basisår, framskrivningen av kommunalt avfall bruker data fra 1995, mens denne framskrivningen bruker avfallstall fra 1996¹⁸. Ifølge denne framskrivningen kommer husholdningene til å generere 1 836 tusen tonn avfall i 2010, hvilket er 6 tusen tonn mer enn framskrevet husholdningsavfall i kommunal renovasjon.

¹⁷ En liten andel av det våtorganiske avfallet består av hageavfall fra husholdningene, men det finnes ikke noen vare i MSG som det er naturlig å kople denne andelen opp mot. Det er lite sannsynlig at det blir noen vekst i denne typen avfall, dvs. at andelen hageavfall i det våtorganiske avfallet fra husholdningene avtar med tiden. Som en tilnærming har vi imidlertid valgt å framskrive alt våtorganisk avfall fra husholdningene med konsumet av matvarer.

¹⁸ I den referansebanen til MSG-6 som vi har brukt ligger det en økning i privat konsum av aktuelle goder på 5 prosent fra 1995 til 1996. Dette betyr at veksten i husholdningsavfall fra 1996 til 2010, målt med samme metode som i framskrivningen av kommunalt avfall blir 38 prosent.

¹⁶ Denne næringen er en samlepost hvor en har lagt avfall som en ikke har klart å tilbakeføre til noen av de øvrige sektorene.

Tabell 5.7. Totale avfallsmengder, etter avfallstype. Tonn og vekst i prosent

Avfallsfraksjon	Mengde i tonn		Vekst i prosent 1996-2010
	1996	2010	
Papir	920 827	1 173 381	27
Metall ¹	580 066	690 129	19
Glass	121 420	156 975	29
Våtorganisk	1 555 812	2 044 718	31
Andre ²	2 550 642	3 025 006	19
Spesialavfall	650 000	728 405	12
Totalt uten løsmasser mv.	6 378 767	7 818 614	23

¹ For metall fra husholdningene har vi brukt tall for 1995 pga. den forhøyede vrakpanten i 1996. Med tall fra 1996 for husholdningene blir mengden metallavfall 717 016 tonn i 1996.

² Inkluderer plast, tre, tekstiler, slam og slagg, asfalt og tegl, finstoff, elektrisk og elektronisk avfall, gummi og lær, og annet, blandet eller ukjent avfall.

Statistikken er delt opp i 10 forskjellige fraksjoner, fire av disse (papir, metall, glass og våtorganisk) bygger på tidligere publiserte tall fra avfallsregnskapet (Statistisk sentralbyrå, 1999), mens de 6 øvrige (plast, tre, tekstiler, andre, spesialavfall og løsmasser mv.) er basert på nye beregninger som ikke kan betegnes som godt dokumentert statistikk. Tabell 5.7 viser veksten i forskjellige fraksjoner fra 1996 til 2010.

Papir

I 1996 ble det generert 921 tusen tonn papiravfall, og omtrent halvparten av dette kom fra husholdningene. For husholdningene har denne typen av avfall blitt framskrevet med veksten i konsum av andre goder, som bl.a. omfatter kjøp av forskjellige trykksaker. Dette antas være rimelig ettersom trykksaker utgjør drøyt halvparten av alt papiravfall som blir generert (Statistisk sentralbyrå 1999). Papiravfallet er ventet å vokse noe mer enn gjennomsnittlig vekst i totalt avfall, og med en vekst på 27 prosent blir det i 2010 generert knappe 1,2 millioner tonn papiravfall.

Metall

I 1996 ble det generert unormalt mye metallavfall på grunn av midlertidig forhøyet vrakpant for personbiler. Metallavfall fra husholdningene økte med omtrent 110 prosent fra 1995 til 1996. For å korrigere for denne spesielle situasjonen har vi valgt å bruke tallet for 1995 ved framskrivning av metallavfall fra husholdningene. Dette avfallet er framskrevet med veksten i elektriske husholdningsartikler og i husholdningenes kjøp av egne transportmidler. For øvrige sektorer er det ikke gjort noen korrigering i forhold til vrakpanten. Veksten i totalt metallavfall blir relativt moderat i perioden, 19 prosent, og vi venter at det blir generert 690 tusen tonn i 2010.

Glass

Glass er en liten avfallsfraksjon i det glass utgjør mindre enn 2 prosent av totalt avfall unntatt løsmasser mv. Husholdningene og bygge- og anleggsvirksomhet genererer drøyt en tredel hver av totalt glassavfall,

mens industrien og tjenesteytende næringer genererer omtrent 13 prosent hver. Øvrige næringer genererer kun små mengder. Husholdningenes avfall av glass framskrives med veksten i konsum av drikkevarer, en konsumgruppe som forventes å øke med over 50 prosent mellom 1996 og 2010¹⁹. Totalt glassavfall vokser med drøyt 29 prosent mellom 1996 og 2010, og det forventes at det i 2010 blir generert 157 tusen tonn glassavfall.

Våtorganisk

Knappe 25 prosent av avfallet som ble generert i 1996 (uten løsmasser mv.) besto av våtorganisk avfall. Dette er avfall som er lett nedbrytbart, og omfatter mat- og næringsmiddelavfall og park- og hageavfall. Fiskeri-næringen (inkl. oppdrett) genererer 42 prosent av dette avfallet, mens husholdningene og industrien står for omtrent 25 prosent hver. Våtorganisk avfall blir for primærnæringene framskrevet med produksjonen i fiskerinæringen²⁰ og for husholdningene med konsumet av matvarer. Det våtorganiske avfallet forventes å vokse med 31 prosent, til drøyt 2 millioner tonn i 2010. Årsaken til den relativt høye veksten er den kraftige veksten i oppdrettsnæringen og en forholdsvis sterk vekst i de tjenesteytende sektorer som er koplet til våtorganisk avfall²¹.

Annet

Denne samleposten omfatter plast, tre, tekstiler, slam og slagg, asfalt og tegl, finstoff (inkl. aske og støv), elektrisk og elektronisk avfall, gummi og lær og annet/blandet/ukjent. Ved framskrivningen er hver av disse avfallstypene fordelt på genererende sektorer så langt mulig, men vi har valgt å kun presentere disse som en samlepost. Årsaken er at den detaljerte inndelingen bygger på til dels uoffisiell statistikk og ikke er gjennomført for alle sektorene. Annet avfall vokser med 19 prosent frem til 2010 og er dermed den fraksjonen med nest laveste veksten. Det er imidlertid store variasjoner i veksten i de forskjellige avfallstypene som denne samleposten består av. Tekstilavfall ventes å vokse med hele 44 prosent fra 1996 til 2010, men siden denne typen av avfall kun utgjør 5 prosent av annet avfall gir denne kraftige veksten kun et lite utslag i den samlede veksten. Årsaken til den kraftige veksten i tekstilavfall er at konsumet av klær mv. i husholdningene (som genererer over 80 prosent av

¹⁹ Her er det mulig at antagelsen om et fast forhold mellom avfall og forklarende faktor overvurderer veksten i avfall, i det veksten i konsumet kan være en kombinasjon av økte kvantiteter og økt kvalitet. Et annet moment som imidlertid trekker i motsatt retning, dvs. at de framskrivne avfallsmengdene er undervurdert, er at det muligens sløses mer når det private konsumet går opp på grunn av at vi blir rikere.

²⁰ At en her har valgt produksjonen isteden for vareinnsatsen beror på at det våtorganiske avfallet sannsynligvis er sterkere korrelert med mengden fisk som blir produsert (dvs. produksjonsverdien) enn med mengden vareinnsats som brukes i næringen (som består av bl.a. fôr og yngel).

²¹ Dette er varehandel, restaurantvirksomhet og offentlige helse- og omsorgstjenester.

dette avfallet) beregnes å få en vekst på over 50 prosent fra 1996 til 2010.

Spesialavfall

Spesialavfallet forventes å få den laveste veksten av de framskrivne avfallsfraksjonene, og vokser i denne framskrivningen med 12 prosent mellom 1996 og 2010. Årsaken er at spesialavfall i industrien, som står for 61 prosent av spesialavfallet, kun vokser med 7 prosent. Størst vekst i spesialavfall ventes fra husholdningene (32 prosent), men dette avfallet utgjør kun 2 promille av totalt spesialavfall. Veksten i husholdningenes spesialavfall har derfor liten betydning for veksten i totalt spesialavfall.

5.5. Sammenligning med tidligere framskrivning

Tidligere framskrivning i Bruvoll og Ibenholt (1995) var basert på avfallsstatistikk fra 1992 og 1993 og på en annen versjon av MSG, MSG-EE. Det er flere grunner til at disse framskrivningene ikke er direkte sammenlignbare, blant annet er sektorinndelingen²² og avfallsfraksjoneringen i statistikken forskjellige, det er forskjellig modellering av de økonomiske aktørenes tilpasning i de to modellversjonene og referansebanene er forskjellige. Det er imidlertid mulig å sammenligne totaltallene for henholdsvis kommunalt avfall og avfall generert i industrien. Tabell 5.8 viser avfallsmengder i 2010 fra den tidligere og denne framskrivningen, samt forskjellen mellom framskrivningene i prosent.

Husholdningsavfallet er den eneste avfallsfraksjonen som beregnes å vokse mer i denne framskrivningen enn i den tidligere. Som nevnt ovenfor ventes det private konsumet å øke med 3 prosent per år i perioden 1996-2005, og med 2,4 prosent per år fra 2005. I referansebanen brukt i den tidligere framskrivningen økte det private konsumet med 2,5 prosent per år for hele perioden 1992-2010. Den samlede forskjellen i vekst i privat konsum fra 1995 til 2010 er dermed 6,5 prosentpoeng²³. En annen årsak til avviket er at faktisk husholdningsavfall vokste mer mellom 1992 og 1995 enn antatt i den tidligere framskrivningen, dvs. at den framskrivningen vi har gjort nå starter fra et høyere nivå.

Mengdene av alle typer næringsavfall er lavere i 2010 i denne framskrivningen enn i den tidligere framskrivningen. For næringsavfallet i kommunal renovasjon er forskjellen kun på 2 prosent, eller knappe

40 000 tonn. Innenfor denne avfallskategorien er det imidlertid store forskjeller i veksten, men dette kan til stor del forklares med stor variasjon mellom 1992 og 1995, blant annet som følge av at mer avfall ble klassifisert under samlebetegnelsen blandet næringsavfall i 1995 enn i 1992.

For avfall generert i industrien kan den store forskjellen forklares med til dels betydelig lavere produksjonsvekst for industrisektorene i den nye referansebanen sammenlignet med den som ble brukt i forrige framskrivningen. En annen viktig forklaring er nedgangen i faktiske avfallsmengder fra 1993 til 1996, se kapittel 5.2.

Tabell 5.8. Avfallsmengder i 2010, tidligere framskrivning og denne framskrivningen. Tonn og prosent

	Tidligere framskrivning	Denne framskrivningen	Forskjell	
	Tonn	Tonn	Tonn	Prosent
Næringsavfall	1 778 888	1 725 183	-53 705	-3
Husholdningsavfall	1 429 067	1 830 760	401 693	28
Kommunalt avfall, i alt	3 207 955	3 555 942	347 987	10
Produksjons- og forbruksavfall	4 898 138	2 876 177	-2 021 61	-41
Spesialavfall	506 389	421 186	-85 203	-17
Avfall generert i industrien	5 404 527	3 297 363	-2 107 64	-39

²² Ved statistikken for avfall generert i industrien 1993 var sektorinndelingen basert på ISIC klassifikasjonen, men grunnet omlegging av nasjonalregnskapet og sektorinndelingen knyttet til dette, ble NACE klassifikasjonen brukt ved statistikken for 1996. Forskjellene mellom disse klassifikasjonssystemene bedømmes å være så store at det ikke er hensiktsmessig å sammenligne sektorfordelt avfallsgenerering i industrien i 1993 og 1996.

²³ I referansebanen brukt i denne framskrivningen vokser det private konsumet med drøyt 51 prosent fra 1995 til 2010, mens i den tidligere brukte referansebanen vokser konsumet med knappe 45 prosent i det samme tidsrommet.

6. Scenarier for miljøbelastninger knyttet til avfallsbehandling

I dette kapittelet sammenlignes miljøbelastningene fra sluttbehandling av avfall i 1997 med de forventede belastningene i 2010. Miljøbelastningene er knyttet til utslipp av gasser fra forbrenningsanlegg og utslipp av metan og arealbruk ved deponier. Miljøkostnadene knyttet til utslipp fra forbrenningsanlegg og deponi er beregnet på bakgrunn av Statistisk sentralbyrås utslippsregnskap. Det finnes ikke tilsvarende beregninger av utslipp fra materialgjenvinning, og disse miljøkostnadene er derfor ikke anslått.

6.1. Forbrenning av avfall

I 1997 ble totalt 459 tusen tonn avfall forbrent (Statens forurensningstilsyn 1998). I følge våre framskrivninger kan man vente en økning i kommunale avfallsmengder på 25 prosent fra 1997 til 2010. I framskrivningene antar vi en tilsvarende økning i mengdene til forbrenning, se kapittel 2.2. Både utviklingen i og bruken av ny teknologi er usikker, og usikkerheten kan illustreres ved scenarier der man legger ulike teknologiske forutsetninger til grunn. Vi har konstruert scenariene på bakgrunn av tre typer teknologi som representerer de nye tilgjengelige i dag.

Det første scenariet, "Frevar", tilsvarende egne krav til framtidig forbrenningsanlegg i Fredrikstad. Det andre scenariet, "VonRoll", tilsvarende teknologileverandør VonRolls garanti til Bergen Interkommunale Reno vasjonsselskap for utslipp ved forbrenningsanlegg. Det siste scenariet, "Energos", er basert på antatte utslipp ved energigjenvinning av blandet kommunalt avfall ved bruk av Energos-teknologien (Energos 1999). Det er ikke knyttet garantier eller konkrete målinger til forbrenning av blandede fraksjoner under denne teknologien, og i Vedlegg C følger derfor en nærmere redegjørelse av beregningene. Disse tre teknologiene gir mindre utslipp både i forhold til de tradisjonelle rensemetodene og i forhold til grenseverdiene fra Statens forurensningstilsyn (Statens forurensningstilsyn 1999). CO₂ kan ikke renses, og det er forutsatt konstante utslipp CO₂ per tonn avfall fra 1997.

Tabell 6.1 viser utslippene knyttet til forbrenning i 1997 og framskrivninger for 2010. Vi ser av tabellen at bly fra forbrenningsanlegg utgjorde 20 prosent av

totale norske utslipp fra alle kilder i 1997²⁴. Utslipp av kadmium utgjorde 5 prosent, mens de øvrige utslippene utgjorde mindre enn 1 prosent. Dioksinutslippene var på 15 gram i 1992, og utgjorde da 43 prosent av totalutslippene (Statens forurensningstilsyn 1993). Det finnes ikke totaltall for dioksinutslipp i 1997, men utslippene fra forbrenningsanlegg var da redusert til 4,5 gram.

Utslippene er jamt over lavere i 2010 enn i 1997, noe som altså følger av ny teknologi. Det er imidlertid stor variasjon i hvordan de enkelte utslippene utvikler seg, og man kan ikke ut fra utslippstallene for de enkelte gassene si noe om endringen i den totale miljøbelastningen fra forbrenningsanleggene. Det er også store forskjeller på hvilke typer miljøskader disse utslippene gir og hvor alvorlige skadene er. CO₂ påvirker det globale klimaet, SO₂ og NO_x medfører sur nedbør og skader på helse og materialer, mens tungmetaller og dioksiner er giftige og kreftfremkallende.

For å illustrere de grove hovedtrekkene i utviklingen, har vi vektet sammen utslippene. I vektingen har vi benyttet samme prinsipper som brukt i beregningsgrunnlaget for sluttbehandlingsavgiften (Miljøverndepartementet m. fl. 1997), med unntak av at CO₂ og noen andre utslipp er inkludert²⁵. For utslipp med global skade (CO₂ og metan i kapittel 6.2.1) er vekten fastsatt i samsvar med Kostnadsberegningutvalgets tilrådning om å benytte (anslag på) verdien av internasjonale kvotepriser på klimagasser (NOU 1998:16)²⁶. For de øvrige utslippene med lokale og regionale skadevirkninger er benyttet vekter som reflekterer antatt skade på helse og materialer. Se Vedlegg B for videre kildehenvisninger.

²⁴ De totale blyutslippene i 1997 utgjorde 1 prosent av utslippene i 1980.

²⁵ Våre beregninger inkluderer også miljøbelastningen ved CO₂, CO, VOC og HCl. Beregningene for noen av de andre gassene avviker fra Miljøverndepartementets beregninger, grunnet oppdaterte skadetall. Se Vedlegg B for vurdering av miljøbelastningen for de ulike utslippene.

²⁶ Antatt nødvendig kvoteavgift for å oppnå Kyoto-protokollens utslippsmål på 200 kroner per tonn CO₂ (se Bruvoll og Bye 1998).

Tabell 6.1. Utslipp fra avfallsforbrenning i 1997 og framskrivninger for 2010¹

	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	Pb ²	Part	VOC ³	Cd ⁴	Hg	Dioks.	HCl	HF
1997	117	0,18	0,16	0,99	3,35	46	322	32	54	4,49	42	880
i prosent av totale utslipp	0,3	0,6	0,0	0,4	19,9 ⁵	0,2	0,1	5,4	-	-	-	-
2010												
Frevar	146	0,11	0,23	0,46	1,38	23	46	138	23	0,23	23	804
Von Roll	146	0,02	0,14	0,78	0,46	23	14	46	46	0,23	14	402
Energos	146	0,07	0,05	0,69	0,05	7	0	5	23	0,23	28	804

Kilde 1997: Pb, Hg, dioks., HCl og HF: Statens forurensningstilsyn (1998), andre: Statistisk sentralbyrå (1999).

¹ CO₂, SO₂, CO, NO_x i 1000 tonn, Pb, partikler, VOC og HCl i tonn, Cd, Hg og HF i kilo, dioksiner i gram.

² I 1997 omfatter dette Pb, Cr, Cu, Mn og i 2010 Pb, Cr, Cu, Mn, Sb, As, Co, Ni, V og Sn.

³ TOC lagt på VOC.

⁴ Cd+TI lagt på Cd.

⁵ Gjelder bare Pb.

Tabell 6.2. Vekting av utslipp fra forbrenningsanlegg, tusen 1995-kroner

	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	Pb	Part	VOC	Cd	Hg	Dioks.	HCl	HF
Vekt:									106			
kroner/kg utslipp	0,200	17	0,117	49	5 871	167	11	30 799	833	2117 000000	50	18 000
Verdi 1997 i tusen kr.	23 305	3 122	19	48 560	19 692	7 634	3 543	1 000	5 811	9 499	2 114	15 847
Verdi 2010 i tusen kr.												
Frevar	29 158	1 952	27	22 500	8 088	3 834	505	4 243	2 453	486	1 148	14 464
Von Roll	29 158	390	16	38 249	2 696	3 834	152	1 414	4 906	486	689	7232
Energos	29 158	1 171	5	33 750	270	1 150	5	141	2 453	486	1 378	14 464

Tabell 6.3. Miljøbelastning ved alle utslipp fra forbrenningsanlegg, normalisert til 1997-nivå. 1995-kroner

	Total miljøbelastning	Miljøbelastning per tonn avfall
1997	1,00 (140 mill.)	1,00 (306)
2010 Frevar	0,63 (89 mill.)	0,51 (155)
2010 VonRoll	0,64 (89 mill.)	0,51 (155)
2010 Minimumutslipp Frevar / VonRoll	0,51 (71 mill.)	0,41 (124)
2010 Energos	0,60 (84 mill.)	0,48 (147)

Det er ikke tatt hensyn til at utslippene fra andre kilder reduseres når man benytter energien ved forbrenningsanleggene. Den totale miljøvirkningen av avfallsforbrenning er avhengig av hvorvidt energien erstatter annen energi, her under hvorvidt CO₂-utslippene erstatter andre utslipp av CO₂. Dersom energien erstatter andre energikilder, vil netto utslipp bli lavere eller negative.

Tabell 6.2 viser de resulterende miljøbelastningene av de enkelte gassene vektet i kroner. Vi ser at miljøbelastningen, gitt de benyttede vektene, domineres av utslipp av CO₂ og NO_x.

Tabell 6.3 viser endringen i den totale miljøbelastningen gitt vekting av miljøbelastningen fra de ulike gassene som i tabell 10.

Mens NO_x-utslippene er lavere i Frevars alternativ sammenlignet med VonRolls garanti, er miljøbelastningen fra bly og andre tungmetaller samt HF (med unntak av kvikksølv) tilsvarende større. Men samlet sett kommer miljøbelastningen i disse to alternativene omtrent likt ut, og de vil gi en reduksjon i den samlede miljøbelastningen på vel 35 prosent sammenlignet med 1997, se tabell 11. Reduksjonen i miljøbelastningen per tonn avfall blir imidlertid større,

da tallene over den totale miljøbelastningen også innebærer en vekst i avfallsmengdene på 25 prosent. Blir disse to teknologiformene representative for gjennomsnittsteknologien benyttet på alle anlegg i 2010, vil miljøbelastningen per tonn avfall bli redusert med 49 prosent i forhold til 1997.

Disse to alternativene representerer teknologi som er tilgjengelig i dag, men gir altså ulike utslipp for en del gasser. Det er rimelig å vente at teknologien vil bli ytterligere forbedret i løpet av de neste 11 årene. Ved å kombinere den beste teknologien for hvert enkelt utslipp, det vil si teknologien for utslipp av NO_x og kvikksølv fra Frevar og for andre tungmetaller fra VonRoll, kan man få et bilde av hvilke utslippsreduksjoner som er teknisk mulig å oppnå. I dette bildet, som i tabellen er referert til som "Minimumutslipp Frevar/VonRoll", reduseres belastningen fra de totale utslippene med 49 prosent og belastningen per tonn avfall med 59 prosent.

Miljøbelastningen under Energos-alternativet er noe lavere enn for de to andre alternativene. For enkelte gasser er utslippene betydelig lavere (CO, tungmetaller, partikler og VOC), se tabell 10. Det er imidlertid mindre forskjell på utslippene av NO_x og HF, og CO₂-utslippene er like for alle alternativene da disse

ikke kan renses. Siden disse utslippene får forholdsvis høy vekt ut fra de anslåtte miljøkonsekvenser, blir det likevel ikke så stor forskjell på miljøbelastningen i de tre alternativene. Dersom man antar at Energos-alternativet representerer gjennomsnittsteknologien i 2010, vil den samlede miljøbelastningen gå ned med 40 prosent.

Regnet per tonn avfall ventes miljøbelastningen å reduseres fra 306 kroner til ned i mot 125 kroner per tonn i perioden 1997 til 2010.

Det er selvsagt uklart i hvilken grad ny teknologi vil bli tatt i bruk i løpet av de kommende 11 årene, da utskiftning av teknologien innebærer økonomiske kostnader. Men på den andre siden er det rimelig å vente ytterligere teknologiske forbedringer og lavere investeringskostnader grunnet konkurranse om ulike løsninger. Man kan dermed tenke seg en sammen-setning av forbrenningen der en del avfall forbrennes som i dag, mens en annen del forbrennes med høyere grad av rensing enn presentert i alternativene over. Hvilket av alternativene som er mest realistisk avhenger også av politiske tiltak, som hvilke krav som blir stilt til rensing, og hvorvidt sluttbehandlingsavgiften i større grad rettes mot utslippene. Gitt usikkerheten om teknologi, anser vi at en endring i miljøbelastningen som i tabell 6.3 gir best mulig anslag på utviklingen i utslippene per tonn. Når det gjelder usikkerheten i fremtidige mengder til forbrenningsanlegg, er det mulig å endre anslagene for totalutslipp ved å ta utgangspunkt i utslipp per tonn og multiplisere med alternative mengder.

6.2. Deponering av avfall

Utslipp fra avfallsdeponering av miljømessig betydning er utslippene av metan. Det knytter seg fremdeles andre utslippsproblemer til eldre deponier, men oppsamling og rensing av sigevann for nye deponi gjør at disse utslippene totalt sett er og ventes bli små. Bruk av arealer til avfallsdeponering er også regnet som et miljøinngrep.

6.2.1. Utslipp

Det knytter seg meget stor usikkerhet til hvor store metanutslippene er, blant annet på grunn av usikkerhet omkring metanpotensialet i avfallsmengdene, nedbrytningstiden og hvor mye metan som omdannes til CO₂. Statens forurensningstilsyns nye beregninger for dagens og framtidige utslipp er beregnet blant annet på bakgrunn av våre framskrivninger av kommunalt avfall (Norconsult 1999) og gitt i tabell 12.

Det ventes en vekst i utslippene av metan fra avfallsfyllinger på 1,4 prosent fra 1997 til 2010. Scenariet er basert på dagens politikk (inkludert sluttbehandlingsavgiften)²⁷. Utslippene i tabell 6.4 er verdsatt i samsvar

med verdsettingen av CO₂ i tabell 11²⁸. Den største enkeltfaktoren i miljøkostnadene ved forbrenning og deponering av avfall er, gitt vektene, dermed metanutslipp.

Tabell 6.4. Miljøbelastning fra utslipp fra deponier, normalisert til 1997-nivå. 1995-kroner

	Utslipp av metan (tonn)	Prosent av totale klimagasser ¹	Total miljøbelastning	Miljøbelastning per tonn avfall
1997	193220	7,5	1,000 (812 mill.)	(< 540)
2010	196000		1,014 (823 mill.)	(< 540)

¹ GWP metan = 21

Metanutslippene tilsvarer utslipp i et år fra avfall deponert over tidligere og inneværende år. Det gir derfor ikke mening å beregne utslipp per tonn ved å dele på årlig deponerte mengder. Verdien per tonn er beregnet ved å ta utgangspunkt i et metanpotensiale på 128 kilo per tonn avfall (Norconsult 1999), maksimale metanutslipp ved naturlig nedbryting og uten tiltak som oksidasjonssjikt eller metanavbrenning.

6.2.2. Arealbruk

Deponering av avfall båndlegger arealer for lang tid og representerer ofte inngrep i uberørt natur. Det knytter seg vanligvis forholdsvis sterk motvilje fra lokalmiljø mot nye deponier. For å få grep på omfanget av disse problemene har vi anslått hvor store arealer som vil gå med til deponier fram til 2010.

Norconsult (1999) anslår deponerte mengder for 1997 og 2010. Med en gjennomsnittlig høyde på fyllingen på 12 meter (Norconsult 1999) og 850 kilo per m³, la den beregnede deponerte mengden i 1997 beslag på et areal tilsvarende 175 mål, se tabell 13. Arealbruken ventes å øke med 17 prosent fram mot 2010.

Tabell 6.5. Areal til deponier normalisert til 1997-nivå og prosent

	Areal til deponi	Som prosent av	
		Areal til nye skogsbilveier (1996)	Areal til nye riks- og fylkesveier
1996	1,00 (175)	2,6	18
2010	1,17 (204)		

Det er vanskelig å beregne den prosentvise miljøbelastningen av arealbruk, slik vi har gjort det for utslippene. Et mulig mål kan være denne arealbruken som andel av total arealbruk av lignende miljømessig betydning, eksempelvis veibyggning. Skogsbilveier representerer også båndlegging av arealer som gjerne

av metan (blant annet for metoder for naturlig nedbryting til CO₂, se f.eks Bruvoll og Bye 1998). Utslippene av deponigasser framover vil derfor være avhengig av om disse metodene er av de rimeligste for å redusere de samlede klimagassene nasjonalt.

²⁸ Verdsetting av klimagasser: se Vedlegg B.

²⁷ Tilsvarer Norconsults "Status Quo" alternativ. Nyere forskning antyder relativt lave økonomiske kostnader ved tiltak for nedbryting

ikke har vært benyttet tidligere og kan sies å utgjøre inngrep i naturen. I 1996 ble det bygd 114 mil nye skogsbilveier (Statistisk sentralbyrå 1998b), noe som gitt en veibredde på 6 meter tilsvarer et samlet areal på nær 6800 mål. Bygging av nye veier nær bebyggede strøk kan også være et relevant sammenligningsgrunnlag. I følge Veidirektoratet bygges det om lag 10 mil nye riks- og fylkesveier årlig (utenom utvidelser av gamle veier), noe som med 10 meter veibredde tilsvarer et areal på 1000 mål.

Arealbruken til avfallsdeponier tilsvarer til sammenligning henholdsvis 2,6 og 18 prosent av arealbruken til nye skogsbilveier og riks- og fylkesveier. Både for deponier og veier må man regne med at om lag like mye areal går med til randsoner rundt fyllinger og veiskuldre og grøfting m.m. langs veiene.

7. Konklusjoner

Disse framskrivningene gir høyere vekst i husholdningsavfallet enn tidligere framskrivning, mens veksten i næringsavfallet i følge de nye framskrivningene vil bli lavere. Veksten i husholdningsavfall og næringsavfall er ifølge beregningene en videreføring av eksisterende trend i første halvdel av 90-tallet, hvilket viste en relativt sterk økning i husholdningsavfall og en langt lavere vekst i deler av næringsavfallet. Veksten i totale avfallsmengder, som er blitt framskrevet for første gang, ligger mellom veksten i husholdningsavfall (i kommunal renovasjon) og næringsavfall (i kommunal renovasjon samt fra industrien), men samtidig en god del lavere enn veksten i samlet kommunalt avfall. Hvis en regner med løsmasser i form av stein, grus mv., reduseres veksten i totale avfallsmengder noe.

Til tross for en forventet vekst i avfallsmengdene, vil miljøkostnadene knyttet til forbrenning av avfall kunne bli vesentlig lavere i årene framover dersom allerede eksisterende teknologi blir tatt i bruk. Utslippene av klimagassen metan fra deponier ventes å ligge på om lag samme nivå som i dag.

Referanser

Alfsen, K., T. Bye og E. Holmøy (1996): *MSG-EE: An Applied General Equilibrium Model for Energy and Environmental Analyses*, Social and Economic Studies 96, Statistisk sentralbyrå.

Beede, D. N. and D. E. Blom (1995): The economics of municipal solid waste, *The World Bank Observer* **10** (2), 113-50.

Brendemoen, A., S. Glomsrød and M. Aaserud (1992): *Miljøkostnader i makroperspektiv*, Rapporter 92/17, Statistisk sentralbyrå.

Bruvoll, A. (1999): Factors influencing solid waste generation and treatment, under publisering.

Bruvoll, A. and T. Bye (1998): Utslipp av metan og kvotepriser på klimagasser, *Økonomiske analyser* 1998, 7, Statistisk sentralbyrå, 5-13.

Bruvoll, A. og K. Ibenholt (1995): *Norske avfallsmengder etter årtusenskiftet*, Rapporter 95/31, Statistisk sentralbyrå.

Bye, B. og E. Holmøy (1997): Household Behaviour in the MSG-6 Model, Documents 97/13, Statistisk sentralbyrå.

Chilton, K. (1993): Solid waste policy should be directed by fundamental principles, not ill-founded feelings. *Resources, Conservation and Recycling*, 8, 1-20.

Det Norske Veritas / ECON (1997): Utredning av avgifter på forbrenning av avfall, Arbeidsnotat nr. 1, utført for Miljøverndepartementet.

ECON (1995): *Miljøkostnader knyttet til ulike typer avfall*, Rapport 338/95.

ECON (1997): *Pricing hazardous substance emissions*, Rapport 63/97.

Energos (1999): Sak: Utslipp til luft fra ENERGOS-anlegg, brev av 11.3.99.

Finans- og Tolldepartementet (1997): Fakta og analyser, Særskilt vedlegg til St meld nr 4 (1996-97) Langtidsprogrammet 1998-2001.

Fullerton, D. and T. C. Kinnaman (1996): Households responses to pricing garbage by the bag, *The American Economic Review* **86** (4), 971 - 984.

Fullerton, D. and T. C. Kinnaman (1997): Garbage and recycling in communities with curbside recycling and unit-based pricing, Working paper 6021, National Bureau and Economic Research, Cambridge, Mass., USA.

Hass, J. (1997): *Household recycling rates and solid waste collection fees*, Reports 97/25, Statistics Norway.

Holmøy, E. og T. Hægeland (1997): Aggregate Productivity Effects of Technology Shocks in a Model of Heterogenous Firms: the Importance of Equilibrium Adjustments, Discussion Papers 198, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E., G. Nordén og B. Strøm (1994): *MSG-5. A complete description of the system of equations*, Rapporter 94/19, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E. og B. Strøm (1997): *Samfunnsøkonomiske kostnader av offentlig ressursbruk og ulike finansieringsformer - beregninger basert på en disaggregert generell likevektsmodell*, Rapporter 97/16, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E., B. Strøm og T. Åvitsland (1999): Empirical characteristics of a static version of the MSG-6 model, Documents 99/1, Statistisk sentralbyrå.

Holtmark, B. og J. Aasness (1995): Effects on consumer demand patterns of falling prices in telecommunication, Working paper 1995:8, CICERO, Universitetet i Oslo.

- Ibenholt, K. (1999): Framskrivning av avfall og tilhørende utslipp ved bruk av MSG-6, teknisk dokumentasjon, kommer i serien Notater, Statistisk sentralbyrå.
- Jenkins, R. R. (1993): *The economics of solid waste reduction. The impact of user fees*, New Horizons in Environmental Economics series. Edward Elgar Publishing Limited, Aldershot, U.K.
- Medina, M. (1997): The effect of income on municipal solid waste generation rates for countries of varying levels of economic development: a model, *Journal of Solid Technology and Management* **24** (3), 149 - 155.
- Meissner, R., og E. Leknes (1994): Evaluering av systemer for differensiering av gebyr for husholdningsavfall, Rogalandforskning 292/94.
- Miljøverndepartementet, Finansdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet og Kommunal- og arbeidsdepartementet (1997): Avgift på sluttbehandling av avfall. Rapport fra ei interdepartemental arbeidsgruppe.
- Miranda, M. L., J. W. Everett, D. Blume and A. R. Barbeau (1994): Market-based incentives and residential and municipal solid waste, *Journal of Policy Analysis and Management* **13** (4), 681-98.
- Morris, G. E. and D. M. Holthausen (1994): The economics of household solid waste generation and disposal, *Journal of Environmental Economics and Management* **26**, 215 - 34.
- Norconsult (1999): *Utvikling av beregningsmodell for netto utslipp av metangass fra norske deponier, historiske og framtidige utslippsmengder*, mars 1999, revisjon 2.
- NORSAS (1997): *Årbok for innlevert spesialavfall 1996*, Oslo: Norsk kompetansesenter for avfall og gjenvinning.
- NOU (1998:11): *Energi og kraftbalansen mot 2020*, Olje- og energidepartementet, Oslo: Akademika.
- NOU (1998:16): *Nytte- kostnadsanalyser. Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor*, Finansdepartementet, Oslo: Akademika.
- Project 88-II (1991): Incentives for action: Designing market-based environmental strategies. A public policy study sponsored by Senator T. E. Wirth, Colorado and Senator J. Heinz, Pennsylvania, Washington D. C.
- Repetto, R., R. Dower, R. Jenkins and J. Geoghegan (1992): *Green fees: How a tax shift can work for the environment and the economy*. Washington, DC, World Resources Institute.
- Rønningen, O. (1999): Totale avfallsmengder i Norge, Resultat og metoder. Notat til Miljøverndepartementet 21.4.99, Statistisk sentralbyrå.
- Scarlett, L. (1993): Mandates or incentives? Comparing packaging regulations with user fees for trash collection, Policy study No. 158, Reason Foundation.
- Skogesal, O. (1997): *Avfallsregnskap for Norge - prinsipper og metoder, resultater for papir og glass*, Rapport 97/12, Statistisk sentralbyrå.
- Skullerud, Ø. (1998): *Avfallsregnskap for Norge. Metoder og resultater for våtorganisk avfall*. Rapport 98/3, Statistisk sentralbyrå.
- Skumatz, L. A. (1996): Nationwide diversion rate study. Quantitative effects of program choices on recycling and green waste diversion: beyond case studies, Policy study No. 214, Reason Foundation.
- Statens forurensningstilsyn (1993): *Datarapport for miljøgifter i Norge*, Rapport 93:23.
- Statens forurensningstilsyn (1998): Utslippstall 1997. Tabell, Tore Kleffelgård.
- Statens forurensningstilsyn (1999): Forbrenningsanlegg, konsesjonskrav utslipp til luft, Fax fra T. Kleffelgård 18.1.99.
- Statistisk sentralbyrå (1997a): *Avfallsstatistikk. Kommunalt avfall 1995*, NOS C 402.
- Statistisk sentralbyrå (1997b): Mindre avfall fra industrien, *Ukens Statistikk* 48/97.
- Statistisk sentralbyrå (1998a): *Naturressurser og miljø 1998*, Statistiske analyser 23.
- Statistisk sentralbyrå (1998b): *Skogstatistikk 1996*, NOS C 468.
- Statistisk sentralbyrå (1999): *Naturressurser og miljø 1999*, Statistiske analyser 29.
- St. meld. nr. 8 (1999-2000): *Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand*, Miljøverndepartementet, 1999.
- Aasen, H. (1999): Personlig meddelelse fra Hans Aasen, Miljøverndepartementet.

MSG-6

MSG-6 er først og fremst konstruert for å analysere ulike former for industripolitikk, f.eks. forskjellig importbeskyttelse, offentlige overføringer, skattlegging og reguleringer på hjemmemarkedet. Dette krever en disaggregert beskrivelse av industristrukturen, og hele 49 produksjonssektorer er spesifisert, hvorav 41 private og 8 offentlige. I tillegg er spesifisering av hvordan industripolitiske instrumenter virker forholdsvis detaljert. For en ikke-teknisk oversikt over modellen vises til Holmøy og Strøm (1997). I Holmøy, Strøm og Åvitsland (1999) beskrives de empiriske egenskapene ved modellen.

Markedsstrukturen er i flertallet av de private produksjonssektorene kjennetegnet ved mange produsenter som produserer relativt like produkter, såkalt monopolistisk konkurranse på hjemmemarkedet. På eksportmarkedene er imidlertid produsentene pristakere. Holmøy og Hægeland (1997) gir en detaljert beskrivelse av næringstilpasningen i modellen. Eksistensen av monopolprofitt på hjemmemarkedet innebærer at omsetningen (produksjonen) er lavere enn hva som er optimalt. Dette beror på at betalingsvilligheten til etterspørerne er høyere enn grensekostnadene til produsentene i en slik markedstilpasning, og at de senere kan ta ut ren profitt.

Modellen er også relativt disaggregert i det den opererer med flere forskjellige innsatsfaktorer, hvilke kan deles inn i arbeidskraft, realkapital, vareinnsats, energi til ulike formål og transport. Disse innsatsfaktorer, unntatt arbeidskraften, består generelt av alle spesifiserte varer og tjenester. Alle faktorer forutsettes å være fullstendig mobile. For å få et handterlig antall substituerbare faktorer, er faktorinnsatsen inndelt i aggregater utfra separabilitetsantakelser, se også figur A1. Substitusjonselastisitetene er jevnt over mindre enn 1, dvs. at substitusjonsmulighetene er relativt begrensede. I øverste trinnet i produksjonsstrukturen kombineres tjenester fra bygninger og anlegg med aggregatet av all annen faktorinnsats, og teknologien på dette nivået beskrives som Cobb-Douglas. På følgende trinn er produksjonsteknologien CES (Constant Elasticity of Substitution). På nivå 2 kombineres materiell vareinnsats (V) med faktoraggregatet Modifisert bruttoprodukt (RT)²⁹. Dette betyr at det ikke forekommer noen direkte substitusjon mellom arbeidskraft, realkapital og vareinnsats, hvilket det gjorde i tidligere modellversjon.

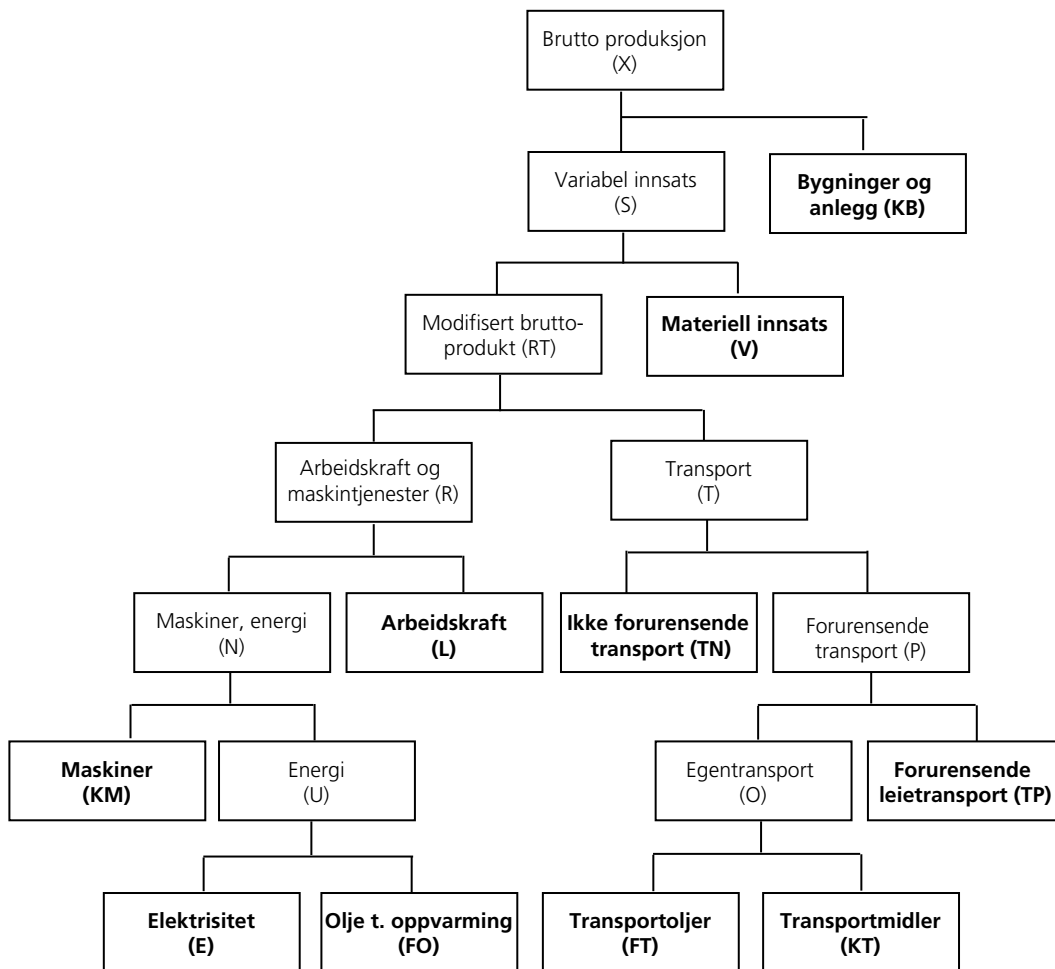
Substitusjonselastisiteten mellom materiell vareinnsats og modifisert bruttoprodukt er 0,5 for alle sektorer. I MSG-EE varierte substitusjonsmuligheten mellom vareinnsats og arbeidskraft i industrisektorene med mellom 1,04 og 3,33, mens de var lavere (gjennomsnittlig under 1) for substitusjon mellom vareinnsats og realkapital.

Modellen forutsetter videre et moderat avtakende skalautbytte, som, alt annet gitt, resulterer i en noe lavere produksjonstilvekst enn en modell med konstant skalautbytte ville gi. Skalaelasticiteten på bedriftsnivå varierer mellom 0,8 og 0,9. Dette kan begrunnes i at en produksjonsøkning presser utnyttelsen av visse faste, ikke nærmere spesifiserte, faktorer. Avtakende skalautbytte kan også knyttes til leveringen av ferdige produkter, under antakelsen at det er rasjonelt å forsyne de kundene med de laveste leveringskostnadene først.

Konsummodellen i MSG-6 er av samme type som i MSG-5, men med flere godegrupper (henholdsvis 18 og 13 grupper) og en annen utforming av nyttetreteet. Et nyttetrete beskriver konsumentenes behovstruktur, dvs. hvordan de i modellen kan fordele totalt konsum over forskjellige varer og tjenester. Konsummodellen er dokumentert i Holtsmark og Aasness (1995) og Bye og Holmøy (1997).

²⁹ Modifisert i den forstand at deler av kapitalen (bygninger og anlegg) er holdt utenfor.

Figur A1. Produksjonsstrukturen for en typisk bedrift i MSG-6



Vedlegg B

Bakgrunn for endret verdsetting av utslipp fra forbrenning av avfall

Det er to grunner til at de beregnede miljøkostnadene knyttet til avfallsforbrenning i denne rapporten avviker fra arbeidsgruppe-rapporten som behandler avgift på sluttbehandling av avfall (Miljøverndepartementet m. fl. 1997). For det første er enkelte kostnadsanslag revidert på bakgrunn av nyere forskning, og for det andre inkluderer denne rapporten flere typer utslipp.

Endrede verdsettingsanslag

I MD m.fl. er kostnadstallene per enhet utslipp av de ulike gassene hentet fra ECON (1995) og Det Norske Veritas / ECON (1997). I ECON (1997) ble miljøkostnadene knyttet til utslipp av ulike miljøgifter vurdert på nytt på bakgrunn av ny forskning omkring skadevirkningene ved utslipp av miljøgifter, og enkelte av anslagene ble endret. De reviderte anslagene er generelt sett lavere enn de opprinnelige, noe som gir vesentlige reduksjoner i kostnadene per tonn avfall. Spesielt viktig er det endrede anslaget for skadevirkninger fra nikkel, som bidro med om lag halvparten av miljøkostnadene ved avfallsforbrenning. I MD m.fl. var nikkel verdsatt til 827 kroner per gram (basert på ECON 1995), mens dette kostnadsanslaget ble endret til 1,1 kroner per gram (ECON 1997).

Tabell B1 viser de samlede miljøkostnadene og miljøkostnadene per tonn avfall i 1997 ved bruk av forutsetningene i MD m.fl. og ved bruk av de nye verdsettingstallene i denne rapporten. Vi ser at anslagene for skadevirkninger fra SO₂, NO_x, partikler og HF ikke er endret. Anslaget for kadmium er revidert fra 1 021 kroner per gram til 32 kroner per gram, kvikksølv fra 211 kroner per gram til 111 kroner per gram og dioksiner fra 5 808 000 kroner per gram til 2 200 000 kroner per gram.

I gruppen "tungmetaller" inngår bly, arsen, krom og nikkel. For bly er anslaget over skadevirkninger endret fra 282 kroner per gram til 6,1 kroner per gram. Arsen, krom og nikkel ble korrigert fra henholdsvis 8 272, 1 634 og 827 kroner per gram til 5,3, 163 og 1,1 kroner per gram (ECON 1997). I denne rapporten er verdsettingsanslaget for bly på 6,1 kroner per gram brukt for alle disse utlippene, noe som kan underestimere effekten av krom og overestimere effekten av arsen og nikkel. Denne

feilkilden er liten. For krom sin del vil dette utgjøre en underestimering på 70 øre per tonn avfall.

Den totale kostnaden i 1997 for de samme gassene som er medregnet i MD m. fl. blir med bruk av oppdaterte tall 111 mill. kroner, mot 422 mill. kroner etter beregningsmetoden brukt i MD m.fl. Denne endringen skyldes altså i hovedsak endrede anslag på skadevirkningene fra nikkel. Per tonn avfall blir kostnaden 242 kroner, mot 919 kroner med beregningsmetoden brukt i MD m.fl. I MD m. fl. ble gjennomsnittskostnaden 801 kroner per tonn for 1995. Forskjellen mellom 1995 og 1997 skyldes ulik statistikk både for avfallsmengder og utslipp.

I 2010 ventes kostnaden per tonn fra disse gassene å blir redusert til mellom 45 og 100 kroner per tonn avfall, grunnet bedret renseteknologi. Dette tilsvarer framskrivningene i kapittel 6.1.

Flere gasser medregnet

I MD m.fl. var ikke CO₂-utslipp medregnet, da man ventet at plast (som gir netto klimaeffekt i motsetning til biomasse) utgjorde en liten andel av miljøkostnadene. I denne rapporten har vi regnet med CO₂-bidraget fra fossile materiale, i tillegg til kostnadene ved CO, VOC og HCl.

CO₂ er verdsatt etter gjeldende antatte nødvendige kvoteavgift for å oppnå Kyoto-protokollens utslippsmål på 200 kroner per tonn CO₂ (Bruvoll og Bye 1998). Denne verdsettingen samsvarer med Kostnadsberegning-utvalgets tilrådning om å benytte (anslag på) verdien av internasjonale kvotepriser på klimagasser (NOU 1998:16) (noe som ligger rundt regnet 40 kroner over gjeldende gjennomsnittlige avgift på CO₂-utslipp). For CO har vi brukt verdsettingsanslaget fra Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992), og for VOC og HCl har vi brukt ECON (1995).

Når man regner med disse gassene vil altså de totale kostnadene i 1997 beløpe seg til 140 millioner kroner, eller 306 kroner per tonn avfall, se tabell 11.

Tabell B1. Verdsetting av utslipp fra forbrenningsanlegg, utredningen for sluttbehandlingsavgiften (MD m. fl.) og oppdaterte tall for utslipp fra 1997

	Verdsetting, 1995-kroner per tonn utslipp			MD m.fl.		Oppdaterte tall	
	Utslipp i tonn, 1997 ¹	ECON 338/95	ECON 63/97	Verdsetting, kroner per tonn	Kostnad, 1000 kroner	Verdsetting, kroner per tonn	Kostnad, 1000 kroner
SO ₂	184	17		17	3122	17	3122
NO _x	991	49		49	48560	49	48560
Tungmetaller	3,35	283000 - 8272000	1059 - 157000	283000 - 8272000	275797	5871	19692
Partikler	46	167		167	7634	167	7634
Cadmium	0,032	1021000	30799	1021000	33143	30799	1000
Kvikksølv	0,054	211000	107000	211000	11487	107000	5811
Dioksiner (g)	4,49	5,81*10 ⁹	2,12*10 ⁹	5,81*10 ⁹	26055	2,12*10 ⁹	9499
Hydrofl.	0,88	18000		18000	15847	18000	15847
Totalt, mill. kr.					422		111
Antall tonn avfall					458760		458760
Kroner per tonn					919		242

¹ Kilder: Tungmetaller, kvikksølv, dioksiner og hydrofl.; Statens forurensningstilsyn (1998), øvrige; Statistisk sentralbyrå (1999).

Vurdering av utslipp fra blandede avfallsfraksjoner ved Energos-anlegg

Utdrag fra fax/brev til Statistisk sentralbyrå v/Annegrete Bruvoll, 11.03.1999.

Tabell 1: Forventede driftsdata ved energigjenvinning av blandet kommunalt avfall.

Parameter	Krav (SFT) [mg/Nm ³]	Målinger Ranheim [mg/Nm ³]	Forventede driftsdata [mg/Nm ³]	Forventede driftsdata [g/tonn]	Forventede driftsdata [g/MWh]
Støv	10	0,4	1,5	10,3	4,5
Hg	0,03	0,001	0,005	0,03	0,015
Cd + Tl	0,05	0,00004	0,001	0,007	0,003
Tungmetaller	0,5	0,0008	0,01	0,07	0,03
CO	50	<7	<10	69	30
HF	1	<0,04	0,2	1,4	0,6
HCl	10	0,3	6	41	18
TOC / VOC	10	0,00003	0,1	0,7	0,3
NO _x	200	101	150	1030	447
NH ₃	10	0,04	0,5	3,4	1,5
SO _x	50	9	15	103	45
Dioksiner [ng/Nm ³]	0,1	0,04	0,05	0,34 [µg/t]	0,15 [µg/MWh]

• Støv

Støvtutslippet er ikke avhengig av brensel. Støvet er kun avhengig av kvaliteten på filteret, samt at filteret ikke utsettes for slitasje.

Støvtutslippet ved Aitos Ranheim Energi er maksimalt målt til 0,8 mg/Nm³. Filteret er garantert til under 2 mg/Nm³. Utslippet ved drift er antatt å ligge på 1,5 mg/Nm³, noe som kan synes å være i høyeste laget.

• Hg

Kvikksølv er flyktig, og kan ikke kontrolleres gjennom temperaturkontroll i primærkammeret. Normale utslipp fra søppelforbrenningsanlegg er 0,05 – 0,08 mg/Nm³. Gjennom metallseparering i forbehandlingen av brenselet forventes det at en god del av kvikksølvholdig materiale kan fjernes. I tillegg vil Hg bli absorbert på aktivt karbon på filteret når temperaturen er riktig.

Det er alltid målt utslipp av Hg betydelig under 0,03 mg/Nm³ (SFT krav). Utslippet av Hg forventes å ligge noe, men ikke betydelig, over nivået ved Aitos Ranheim. Utslippet ved drift er derfor antatt å ligge på 0,005 mg/Nm³.

• Cd + Tl

Disse metallene er avhengig av temperaturen i primærkammeret. Lav temperatur gir begrenset avgassing. Det har aldri vært problemer med disse utslippene. Man forventer ikke høyere utslipp av Cd og Tl fra husholdningsavfall enn fra næringsavfall. Dette fordi næringsavfallet forventes å inneholde mer metaller. Utslipp ved drift er allikevel justert opp i forhold til tidligere estimat.

• Tungmetaller

De fleste tungmetaller drives av ved høy temperatur. Bly kan derimot drives av ved en lavere temperatur, slik som i primærkammeret. Imidlertid fanges metallet opp i filteret. Det har aldri vært problemer med tungmetaller, og det forventes ikke høyere tungmetallutslipp fra husholdningsavfall enn fra næringsavfall (som inneholder bl.a. bygg og rivningsvirke). Utslipp ved drift er allikevel justert noe opp i forhold til tidligere estimat.

- **CO**

CO er kun avhengig av forbrenningsbetingelsene i primær- og sekundærkammeret. CO forventes ikke å bli høyere ved forbrenning av husholdningsavfall enn ved næringsavfall. Dette kan sikres gjennom god kontroll med forbrenningsbetingelsene.

- **HF**

HF er avhengig av fluorinnholdet i brenselet. Dette kan forventes å være høyere i husholdningsavfall pga. fargestoffer i avfallet. Men også HF kan absorberes på aktivt karbon. Det har ikke vært problemer med HF tidligere, men utslipp ved drift er allikevel justert noe opp i forhold til tidligere estimat.

- **HCl**

HCl utslippet er avhengig av HCl nivået i rågassen, samt rensegraden over filteret. HCl nivået i rågassen fra husholdningsavfall forventes ikke å være høyere enn nivået i avfallet som benyttes ved Energøs Ranheim. Derfor forventes ikke HCl nivået å ligge høyere enn på Ranheim.

Utslippene av HCl kan justeres ned til under 0,5 mg/Nm³ ved å dosere inn tilstrekkelige mengder kalk. Man prøver imidlertid å justere kalkforbruket slik at HCl utslippet ligger noe under 10 mg/Nm³. Av den grunn er det forventet utslippet ved drift justert til 6 mg/Nm³.

- **TOC (VOC)**

Utslippene av TOC er avhengig av driftssituasjonen i primær- og sekundærkammeret, samt designkriterier. Forventet utslipp ved drift er justert opp i forhold til tidligere, da det antas at vått brensel (for eksempel våtorganisk) gir høyere TOC. Merk imidlertid at det nødvendigvis ikke trenger bli slik dersom anlegget driftes og designes riktig.

- **NO_x**

NO_x utslippet er avhengig av nitrogeninnholdet i brenselet, samt driftsbetingelsene i primær- og sekundærkammeret. Fuktig husholdningsavfall forventes å ha høyere nitrogeninnhold enn næringsavfall. Merk imidlertid at et høyere nitrogeninnhold ikke automatisk gir høyere utslipp av NO_x, da denne type utslipp spesielt er avhengig av driftsbetingelser i ovnen. NO_x nivået antas å kunne ligge på 150 mg/Nm³.

- **NH₃**

Utslippet av NH₃ avhenger av driftsbetingelser i ovnen. Forventet utslippsnivå er justert opp i forhold til tidligere, selv om man regner med at kontrollert drift vil gi et lavere nivå.

- **SO_x**

SO₂ nivået er avhengig av SO₂ innholdet i rågassen, samt rensegraden i filtersystemet. SO₂ nivået i rågassen forventes ikke å øke ved en overgang til husholdningsavfall. På tross av dette er forventet utslipp økt noe i forhold til tidligere estimat.

- **Dioksiner**

Dannelsen av dioksiner er meget kompleks og avhengig av en rekke faktorer. Noen av disse er stabilitet i forbrenningsprosessen, HCl innhold i røykgassen, temperaturnivå og bruk av aktivt karbon. Bruk av husholdningsavfall vil ikke øke HCl innholdet i røykgassen i forhold til det som brennes ved Aitos Ranheim i dag. Videre vil en slik omlegging heller ikke endre de øvrige parametrene på en slik måte at det vil påvirke dannelsen av klorerte dioksiner. Forventet utslipp av dioksiner er derfor som før, 0,05 ng/Nm³.

Vennligst ta kontakt med oss dersom noe fremdels er uklart eller om Dere trenger ytterligere informasjon.

Med vennlig hilsen,

ENERGOS ASA

Tidligere utgitt på emneområdet*Previously issued on the subject***Norges offisielle statistikk (NOS)**

C402 Statistisk sentralbyrå (1997): Avfallsstatistikk. Kommunalt avfall 1995

Notater

96/31 Bruvoll, A. og H. Wiig (1996): Konsekvenser av ulike håndteringsmåter for avfall

98/45 Aaram, L. og Ø. Skullerud (1998): Statistikk over emballasjeavfall: Utpøving av metode og foreløpige resultater

98/97 Brekke, K. A. (1998): Om metoder for beregning av miljøprofil for ulike varer, og hva vi trenger det til

98/91 Lindholt, L. (1998): Rammevilkår for energigjenvinning av plast

99/2 Ibenholt, K. og K. A. Brekke (1999): Rammevilkår for produksjon av brunt papir

99/10 Vinju, E. (1999): Statistikk over avfall og gjenvinning i industrien 1996. Dokumentasjon av metode

99/53 Arnesen, A og Ø. Skullerud (1999): Statistikk over emballasjeavfall. Beregningsresultater for 1997

Rapporter (RAPP)

95/31 Bruvoll, A. og K. Ibenholt (1995): Norske avfallsmengder etter årtusenskiftet

98/2 Bruvoll, A. (1998): The costs of alternative policies for paper and plastic waste

98/3 Skullerud, Ø. (1998): Avfallsregnskap for Norge: Metoder og resultater for våtorganisk avfall

98/10 Ibenholt, K. og H. Wiig (1998): Massebalanse i den makroøkonomiske modellen MSG-EE

Økonomiske analyser (ØA)

8/95 Bruvoll, A. og K. Ibenholt (1995): Framskrivning av avfallsmengder i Norge

9/96 Bruvoll, A. (1996): Avfallsavgifter. Ein studie av avgifter på emballasjeråvarer

7/98 Bruvoll, A. og T. Bye (1998): Utslipp av metan og kvotepriser på klimagasser

3/99 Lindholt, L. (1998): Rammevilkår for energigjenvinning av plastavfall

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter

Recent publications in the series Reports

Merverdiavgift på 23 prosent kommer i tillegg til prisene i denne oversikten hvis ikke annet er oppgitt

- | | | | |
|-------|---|---------|---|
| 99/9 | H. Medin: Valg av måleenhet i verdsetting av miljøgoder: Empiriske eksempler. 1999. 45s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4677-6 | 99/20 | B.K. Wold og J. Grave: Poverty Alleviation Policy in Angola, Pursuing Equity and Efficiency. 1999. 94s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4704-7 |
| 99/10 | R. Jensen: Kvadratmeterpriser for flerbolig-hus. 1999. 22s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4679-2 | 99/21 | T.N. Evensen: Turismens betydning for norsk økonomi: Satellittregnskap for turisme 1988-1995. 1999. 64s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4707-1 |
| 99/11 | T. Kalve: Innvandrerbarn i barnevernet. 1999. 29s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4680-6 | 99/22 | A.C. Bøeng og R. Nesbakken: Energibruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994 og 1995: Gjennomsnittstall basert på forbruksundersøkelsen. 1999. 59s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4710-1 |
| 99/12 | A.S. Bye og K. Mork: Resultatkontroll jordbruk 1999: Jordbruk og miljø, med vekt på gjennomføring av tiltak mot forurensninger. 1999. 75s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4683-0 | 99/23 | T. Eika og K. Moum: Aktivitetsregulering eller stabil valutakurs: Om pengepolitikens rolle i den norske oljeøkonomien. 1999. 42s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4709-8 |
| 99/13 | D. Juvkam: Historisk oversikt over kommune- og fylkesinndelingen. 1999. 90s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4684-9 | 99/24 | T. Bye, J. Larsson og Ø. Døhl: Klimagasskvoter i kraftintensive næringer: Konsekvenser for utslipp av klimagasser, produksjon og sysselsetting. 1999. 34s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4719-5 |
| 99/14 | J.-A. Jørgensen, B. Strøm og T. Åvitsland: Effektive satser for næringsstøtte 1996. 1999. 51s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4685-7 | 99/25 | S. Todsén: Kvartalsvis nasjonalregnskap - dokumentasjon av beregningsopplegget. 1999. 81s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4720-9 |
| 99/15 | J. Lyngstad og I. Øyangen: Sjung om studentens lykkelige dar: Studenters levekår 1998. 1999. 98s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4690-3 | 99/26 | B. Bye, E. Holmøy og B. Strøm: Virkninger på samfunnsøkonomisk effektivitet av en flat skattereform: Betydningen av generelle likevektseffekter. 1999. 40s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4721-7 |
| 99/16 | B. Aardal, H. Valen og I. Opheim: Valgundersøkelsen 1997: Dokumentasjonsrapport. 1999. 109s. 165 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4699-7 | 1999/27 | H.K. Reppen og E. Rønning: Barnefamiliers tilsynsordninger, yrkesdeltakelse og bruk av kontantstøtte våren 1999: Kommentert tabellrapport. 1999. 132s. 165 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4726-8 |
| 99/17 | A. Benedictow: Norsk eksport av metaller. 1999. 47s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4701-2 | 1999/28 | A.K. Enge: Kvalitetsendring i byggearealstatistikken - årsaker og konsekvenser. 1999. 31s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4727-6 |
| 99/18 | F. Gundersen: Produksjon av svalbardstatistikk: Begrensninger og muligheter. 1999. 34s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4702-0 | | |
| 99/19 | P. Rees, L. Østby, H. Durham og M. Kupiszewski: Internal Migration and Regional Population Dynamics in Europe: Norway Case Study. 1999. 60s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4703-9 | | |