



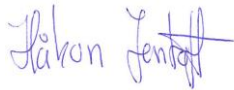
# Avfall Norge

## Vurdering av konsekvenser ved reduksjon i avfallstilgang for norske avfallsenergianlegg

Rapport 3/2009

August 2009

# PROSJEKTRAPPORT

<b>Rapport nr:</b> 3/2009	<b>Dato:</b> 05.08.2009	<b>Revidert:</b>	<b>Rev. dato:</b>
<b>Distribusjon:</b> Fri		<b>ISSN:</b> 1502-4589	<b>ISBN:</b> 82-8035-077-0
<b>Tittel: Vurdering av konsekvenser ved reduksjon i avfallstilgang for norske avfallsenergianlegg</b>			
<b>Oppdragsgiver:</b> Avfall Norge		<b>Kontaktperson:</b> Håkon Jentoft	
<b>Forfatter(e):</b> Magnus Løseth, Einar Kjerschow, Morten H. Soma og Jon Tveiten		<b>Medforfatter(e):</b>	
<b>Oppdragstaker:</b> Norsk Energi		<b>Prosjektleder:</b> Einar Kjerschow	
<b>Emneord:</b>		<b>Subject word:</b>	
<b>Sammendrag:</b> Denne rapporten viser at det vil få store miljømessige konsekvenser dersom det blir mangel på avfall som brensel i forbrenningsanlegg med energigjenvinning. I verste tilfelle, der alle planlagte eller eksisterende anlegg blir tatt ut a drift eller ikke igangsatt pga. manglene avfall, vil man få økte årlige CO <sub>2</sub> -utslipp i tilsvarende utslippene fra gasskraftverket på Kårstø <sup>1</sup> eller ca. 10 % av den totale veitrafikken i Norge.  I tillegg vil man oppleve store økninger i utslippene av andre miljøskadelige substanser som NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> og støv, og påfølgende økte samfunnsmessige miljøkostnader.  Sysselsettingseffekten inkl. ringvirkninger ved at planlagte anlegg og anlegg under bygging ikke blir realisert er beregnet til å bli ca. 5 000 årsverk over 5 år, dvs 1500 årsverk pr år.  1) 077Ca. 1 200 000 tonn CO <sub>2</sub>			
<b>Godkjent av:</b> Håkon Jentoft		<b>Dato:</b> 05.08.2009	<b>Sign:</b> 

## **INNHOLD**

<b>1. SAMMENDRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MODELLFORUTSETNINGER</b> .....	<b>6</b>
<b>4. BEREGNINGSGRUNNLAG</b> .....	<b>8</b>
<b>5. MILJØKONSEKVENSER</b> .....	<b>13</b>
<b>6. MILJØKOSTNADER OG SYSSELSETTING</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERANSER</b> .....	<b>35</b>

# 1. Sammendrag

Ved å erstatte avfall med andre energivarer i fjernvarme- eller industridampproduksjon, og samtidig opprettholde dagens leveransenivå vil resultere i en kraftig økning i utslipp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og støv.

- For alle analysescenarioer oppleves en økning av CO<sub>2</sub>-utslipp, fra 90 000 tonn og helt opp til i overkant av 260 000 tonn per år. For de andre utslippsparementene ser man også en klar økning i de fleste scenarioene, bortsett fra i C1 der lettolje erstatter avfall i dagens fjernvarmemiks.
- Ser man bort fra C1 så øker NO<sub>x</sub>-utslippene mellom 177 tonn/år og 831 tonn/år, i C1 synker den med 98 tonn/år.
- SO<sub>2</sub>-utslippene øker mellom 0 tonn/år og 1 732 tonn/år
- Ser man bort fra C1 så øker støvutslippene mellom 22 tonn/år og 53 tonn/år, i C1 synker den med 5 tonn/år.

I tillegg blir det økte utslipp pga. frafall av elektrisitetsproduksjon i flere av avfallsanleggene, potensielt opp til 220 000 tonn CO<sub>2</sub> pr. år avhengig av metode.

Eventuell transport av avfall til Sverige vil resultere i økte utslipp av miljøskadelige substanser. Å frakte en avfallsmengde lik dagens totale mottakskapasitet i Norge til Sverige vil slippe ut ca. 50 000 tonn CO<sub>2</sub>, samt betydelige mengder NO<sub>x</sub> og svevestøv.

Disse økte utslippene vil gi samfunnet økte miljøkostnader gjennom klima- og helsepåvirkninger. Miljøkostnader er beregnet for to av scenarioene A1 (Avfallsforbrenningsanlegg med fjernvarmeleveranse under bygging eller planlegging) og B1 (Avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål under bygging eller planlegging), som viser en økning på henholdsvis 72 mill. kr pr. år og 33 mill. kr. pr. år.

Sysselsettingseffekten inkl. ringvirkninger ved at planlagte anlegg og anlegg under bygging ikke blir realisert er beregnet. Dersom vi forutsetter at utbygging skjer over en periode på 5 år, blir den nasjonale sysselsetting pr. år i denne perioden ca. 1500 arbeidsplasser.

## 2. Innledning

Med bakgrunn i innføring av et lenge varslet deponiforbud fra juli 2009, er det flere aktører som har gått i gang med planlegging og bygging av nye avfallsenergianlegg i Norge. Pr 1. kvartal 2009 er det i Norge 20 anlegg med en samlet kapasitet på vel 1,1 mill tonn pr år. Fem nye anlegg under prosjektering eller bygging skal gi en tilleggskapasitet på vel 500.000 tonn innen 2011.

I Sverige bygges det ut betydelig økt kapasitet nå og i årene fremover.

En følge av finanskrisen både i Norge og Sverige er at avfallsmengdene har minket for første gang fra 4. kvartal 2008 etter mange tiår med jevn stigning. Dette har ført til kapasitetsoverskudd i avfallsenergianleggene i begge land.

I Norge har vi over noen år hatt en sluttbehandlingsavgift på avfall til behandling basert på målte utslipp, samt en CO<sub>2</sub>-avgift basert på mengde avfall. I gjennomsnitt har denne avgiften ligget på rundt 100 NOK pr tonn avfall<sup>i</sup>. I tillegg har den norske regjeringen varslet en deponiavgift på bunnaske på 228 kr pr tonn bunnaske (dvs. ca. 50 kr pr tonn avfall) fra 1.1.2010. Sverige har hatt en avgift på husholdningsavfall til energiutnyttelse basert på mengde, men med en rabatt avhengig av el-produksjon. I snitt har den svenske avgiften ligget på ca. 90 kr. pr tonn forbrent avfall. Den svenske avgiften vil etter all sannsynlighet bortfalle pr 1.9.2010. Markedsmessig vil derfor svenske anlegg få en bedret fordel som følge av avgiftsomlegging på vel 150 NOK pr tonn fra 1.9.2010.

Svenske avfallsenergianlegg har redusert mottaksgebyret som følge av ledig kapasitet og har dermed fått økt importen fra Norge. For svenske anlegg har en slik avgiftsreduksjon mindre betydning enn på norske, fordi salget av energi fra svenske anlegg bærer en større andel av totalinntekten enn i norske. Dette skyldes dels høyere energipriser og dels større salg av energi til fjernvarme, el og industri enn i Norge.

Som følge av disse ulikhetene i rammevilkår i dag og etter 1.9.2010 er det forventet at eksporten av norsk avfall vil øke ytterligere i tiden fremover.

## 3. Modellforutsetninger

For å gjennomføre en meningsfylt analyse av både dagens situasjon og mulige konsekvenser er det nødvendig å gjøre enkelte forutsetninger og forenklinger. Men for å ikke tape realismen i beregningene så må disse være fundert i kvalifiserte argumenter og faktiske erfaringer.

En fullstendig analyse av alle konsekvenser vill vært en kompleks og tidkrevende øvelse, bl.a. det å oppdrive spesifikke utslippstall for hvert enkelt anlegg eller detaljert brenseldata vil kreve mye datainnsamlingsarbeid. Vurderinger av hvilke energibærere som eventuelt vil erstatte avfall som energiressurs må også nødvendigvis være basert på forutsetninger

Følgende forutsetninger er foretatt ved utarbeidelse av denne rapporten:

### 3.1 Skille mellom eksisterende anlegg og nye anlegg

- Eksisterende anlegg er anlegg som var i drift ved utgangen av 2008
- Planlagte anlegg inkluderer anlegg som vil komme i drift i 2009, er under bygging i dag eller der planene vurderes å være så konkrete at de blir igangsatt innen 2015.

### 3.2 Utslipp av klima- og andre miljøfarlige gasser

For å beregne både dagens utslipp og eventuelle endringer skapt av en energiressursvridning er det benyttet en rekke utslippsfaktorer. En oversikt over disse er å finne i kapittel 4.2. For enkelthets skyld blir alle utslipp fra anleggene basert på disse gjennomsnittsfaktorene, men det gjøres oppmerksom på at utslippskoeffisientene i praksis vil variere en stor del fra anlegg til anlegg grunnet teknologivalg og for eksempel avfalls sammensetting.

Beregningene har blitt begrenset til utslipp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, og støv (partikler), da disse blir vurdert til å være de mest relevante og hvor det antas å gi størst påvirkning. Disse parameterne vil uansett gi en pekepinn på den generelle utviklingen i andre utslippsmengder. En dypere analyse vil også ha vurdert utslipp av dioksiner og metaller.

### 3.3 Overgang til andre energibærere

I vurderingen av hvilke energibærere, og andelsfordeling av disse, som eventuelt vil erstatte avfallsenergi i eksisterende anlegg så er det blitt gjort en del forutsetninger basert på kjennskap til tekniske forhold i enkelte anlegg, markedssituasjon for ulike brenslere og offentlige pålegg (for eksempel gjennom NO<sub>x</sub>-avgift).

Dette gjelder også for fordelingen av energi som ville blitt erstattet av avfallsbasert fjernvarme eller industridamp. Informasjon fra enkelt anlegg har også blitt hentet inn vedrørende hvilke energivarer som planlegges erstattes av varme fra avfall.

For å vise konsekvensen av andre fordelinger har det blitt gjort analyse av ulike scenarier med varierende sammensetting av brensel. Noen av disse scenarioene er å regne som svært usannsynlig, men kan fungere som en indikasjon på hva konsekvensene kan bli i ekstreme tilfeller.

### **3.4 Erstattet energi i eksisterende anlegg**

- For fjernvarmeanleggene er hele den produserte energimengden lagt til grunn og basert på dagens norske fjernvarmemiks.
- For industrianlegg er det kun sett på erstatning av avfallsandelen.

Dette betyr at de absolutte endringene i utslipp kan sammenlignes mellom de to sektorene, mens den prosentvise endringen blir ulik.

### **3.5 Brenselsforbruk i anlegg under bygging eller planlegging**

- For disse anleggene vurderes kun den andelen av energien som kommer fra avfall

### **3.6 Transportavstander**

For å beregne miljø- og samfunnskonsekvenser ved økt transport av avfall fra Norge til Sverige er det gjort noen forutsetninger.

- Den gjennomsnittlige transportdistansen fra Norge til svenske avfallsforbrenningsanlegg er satt til 300 km, noe som er konservativt anslag. Bakgrunnen for dette anslaget er at hovedvekten av den økte transporten nok vil komme fra det sentrale Østlandsområdet med relativt kort vei til svenske avfallsforbrenningsanlegg. Men noe vil også komme fra områder med lengre transportdistanse, som kanskje vil heve gjennomsnittsdistansen en del.

En bør også regne med retur. Vi forutsetter at 50 % av bilene har returlast. Dermed setter vi den totale transportdistansen til 450 km.

- Dette er tilleggstransporten dersom avfall blir eksportert. Dermed inkluderer man ikke transport som uansett skjer, for eksempel ved innsamling eller transport til mellomager/behandling.
- Det må presiseres at økt transport vil også medføre andre negative konsekvenser og samfunnskostnader som ikke er omtalt i rapporten, som for eksempel konsekvenser ved økt belastning i veinettet. Eksempler på dette er redusert trafiksikkerhet og økt veislitasje.

## 4. Beregningsgrunnlag

### 4.1 Datagrunnlag

- Det har i blitt benyttet fra statistikk opplyst av Norsk Fjernvarme samt data opplyst av kontaktpersoner hos diverse energianlegg.
- Energi- og avfallsmengder fra avfallsenergianleggene er oppgitt av disse
- Tallgrunnlaget som viser produksjon i industrianlegg er innehentet fra de aktuelle selskaper.

### 4.2 Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorer og andre koeffisienter er i all hovedsak hentet fra SSB publikasjoner, komplimentert med beregninger gjort av Norsk Energi, innhentede erfaringstall eller fra annet anerkjent kildemateriale.

#### 4.2.1 CO<sub>2</sub>

Benyttede utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub>

Brensel	CO <sub>2</sub> (g/kWh) <sup>a</sup>
Trebrensel	0
Bioolje	0
Avfall	98
Lettolje	266
Tungolje	281
Naturgass	202
LPG	233
Kull	323
Elektrisitet (marginal)	677 <sup>b</sup>

a: Tilført energi

b: Pr. kWh levert el.

Utslippsfaktoren for el-kraft er basert på en marginalbetraktning av importert elektrisitet fra Tyskland og Danmark. Marginalkraft i disse landene er i hovedsak kull- og gasskraft.

Utslippsfaktoren for avfall er basert på følgende parametre:



- Utslipp fra avfall<sup>1</sup>: 295 g CO<sub>2</sub>/ kg avfall  
Dette tilsvarer en plastandel i avfallet på ca. 10 %, og ca. 80 % karboninnhold i plasten.

- Effektiv brennverdi: 10,8 MJ/kg avfall

#### 4.2.2 NO<sub>x</sub>

Benyttede utslippsfaktorer for NO<sub>x</sub>

Brensel	Utslipp (mg/kWh) <sup>a</sup>
Lettolje, kjeler	250
Tungolje, kjeler	700
Naturgass, kjeler	150
LPG, kjeler	230
Avfallsforbrenning	330
Trebrensel i kjeler	250
Kull til ovner og tørker	1.000
Elektrisitet (marginal)	1.800

a: Tilført energi

---

<sup>1</sup> ECON (2006): Foreløpig evaluering av utslippsavgiften for forbrenning av avfall. Notat 2006-047. Utarbeidet på oppdrag av SFT.

### 4.2.3 SO<sub>2</sub>

Benyttede utslippsfaktorer for SO<sub>2</sub>

Brensel	Utslipp (mg/kWh) <sup>a</sup>
Lettolje, kjeler	72
Tungolje, kjeler	1.200
Naturgass, kjeler	2
LPG, kjeler	2
Trebrensel, kjeler	40
Avfall	68
Elektrisitet (marginal)	500
Kull	2000

a: Tilført energi

### 4.2.4 Støv

Benyttede utslippsfaktorer for støv/partikler

Brensel	Utslipp (mg/kWh) <sup>a</sup>
Lettolje, kjeler	5
Tungolje, kjeler	80
Naturgass, kjeler	0
LPG, kjeler	0
Avfallsforbrenning	10
Flisfyring	20
Kull til ovner mv.	10
Elektrisitet (marginal)	185

a: Tilført energi

### 4.3 Elektrisitetsmiks

Det er forutsatt en marginal kraftmiks med 50 % kullkraft og 50 % gasskraft. Videre er det forutsatt følgende spesifikke utslippsverdier og virkningsgrader for naturgass- og kullkraftverk:

- For naturgass benyttes en spesifikk verdi 202 g CO<sub>2</sub>/kWh innfyrt)
- For kull (steinkull) benyttes en spesifikk verdi 390 g CO<sub>2</sub>/kWh innfyrt
- Elektrisk virkningsgrad for naturgasskraftverk antas lik 58 % (gasskraft+gassturbin)
- Elektrisk virkningsgrad for gassturbin antas lik 32 %
- Veid midlere virkningsgrad for gasskraft og gassturbin antas lik 50 %
- Elektrisk virkningsgrad for kullfyrte kraftverk antas lik 41 %.

Det er benyttet marginalbetraktninger når det gjelder elproduksjon og –bruk i alle scenarier for lette sammenligning av utslippsmengder.

Bakgrunnen til at det er valgt å benytte marginalbetraktning over gjennomsnittsbetraktning i denne rapporten er at her tar man utgangspunkt i konsekvenser av fremtidige endringer i motsetning til å føre et retrospektivt utslippsregnskap. Ved bruk av hypotetiske scenarier der bruk av elektrisk kraft blir enten redusert, erstattet eller økt blir konsekvensene, her miljø og klima, best representert av en marginalbetraktning. I en regnskapssituasjon, der man kalkulerer konsekvensene av allerede forbrukt el. vil det derimot kunne forsvares å benytte gjennomsnittsbetraktning.

### 4.4 Virkningsgrader

Det har blitt valgt typiske virkningsgrader for forbrenning av de ulike brenslene, med utgangspunkt i erfaringstall.

Brensel	Virkn. grad [%]
Avfall	85
Spillvarme	100
Varmepumpe	250
Biobrensel	88
Bioolje	90
Gass	92
Lettolje	90
Tungolje	85
Kull	85
Elektrisitet (marginal)	100
Elektrisitet	100

## 4.5 Miljøkostnader

I april 2005 utga SFT en oppsummeringsrapport av resultater fra SFTs LEVE-prosjekt (Luftforurensninger - Effekter og Verdier) og SFTs tiltaksanalyser for klimagasser, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, nmVOC og NH<sub>3</sub>, ref. /<sup>iii</sup>/. I oppsummeringsrapporten er det gitt anbefalte estimater for marginale miljøkostnader for luftforurensninger. De marginale miljøkostnadene er til dels differensierte mht. geografi og utslippskilde for parametre med lokale og regionale effekter. Tiltakskostnaden er anvendt som nedre estimat og skadekostnaden som øvre estimat der denne er høyere enn tiltakskostnadene. Rundt både nedre og øvre estimater vil det være usikkerhet. Det vises til SFTs oppsummeringsrapport med delutredninger for en nærmere drøfting av usikkerhet.

Våre valg av miljøkostnader bygger på anbefalte estimater i oppsummeringsrapporten.

I denne utredningen velger vi lave estimater ved beregning av totale miljøkostnader:

- **NO<sub>x</sub>:**                    **25 kr/kg**
- **SO<sub>2</sub>:**                     **15 kr/kg**
- **Svevestøv:**            **100 kr/kg.**

De lave estimatene er valgt fordi utslippene i vår utredning ikke er knyttet til spesifiserte byer/tettsteder, og fordi veitrafikkutslippene utgjør en liten andel av våre totalutslipp. De valgte miljøkostnadene gir et konservativt anslag for økte miljøkostnader ved overgang fra avfallsenergi til andre brensel.

Vi har valgt å benytte marginal miljøkostnad for CO<sub>2</sub> som angitt i nevnte oppsummeringsrapport, ref. /<sup>iii</sup>/, og vi benytter dette estimatet i våre beregninger av totale miljøkostnader:

**200 kr/tonn CO<sub>2</sub>.**

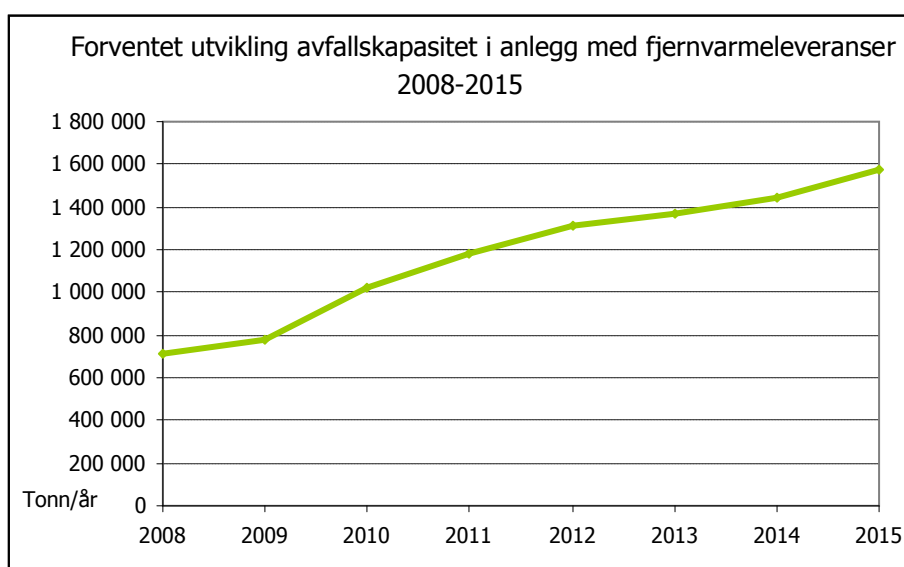
Til sammenligning omsettes forward-kontrakter i spotmarkedet pr. 3.juni 2009 for ca. 13 til ca. 16 Euro/tonn CO<sub>2</sub> tilsvarende i området ca. 120 til ca. 150 kr/kg, ref. /<sup>iv</sup>/.



Avfallsbaserte fjernvarmeanlegg under bygging eller planlegging		
Antall anlegg	11	stk
Estimert produksjon	990	GWh/år
Avfallsmengde	859 000	tonn/år

**Tabell 1: Avfallsforbrenningsanlegg med fjernvarmeleveranse under bygging eller planlegging**

Som en ser i Tabell 1 forventes det en utvidet kapasitet på 859 000 tonn/år i avfallsbasert fjernvarme i Norge i utgangen av 2015. Figur 1 viser den antatte kapasitetsutviklingen i fra 2008 frem til 2015.



**Figur 1: Forventet utvikling i avfallskapasitet i anlegg med fjernvarmeleveranser 2008-2015**

### 5.2.1 Scenario A1

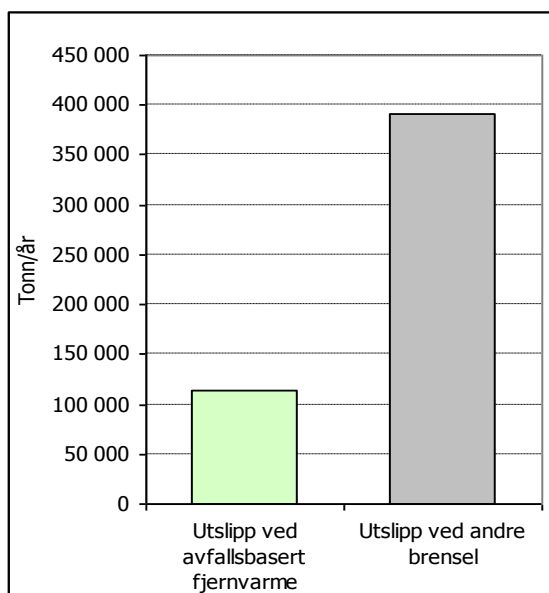
I det første scenarioet antas en relativt realistisk fordeling av de energikildene som den avfallsbaserte fjernvarmen vil erstatte dersom den blir utbygget. Fordelingen er basert på et utgangspunkt at bygningsmassen som vil få levert fjernvarme sannsynligvis vil bestå av 80 % eksisterende bygg og 20 % nye bygg. Dermed får vi en antatt fordeling som under, og som vil gi en fullstendig fordeling som presentert i Tabell 2.

- **Eksisterende bygg**
  - Lettolje 70 %
  - Elektrisitet 30 %
- **Nye bygg**
  - Elektrisitet 35 %
  - Biobrensel 25 %
  - Varmepumpe 25 %
  - Naturgass 15 %

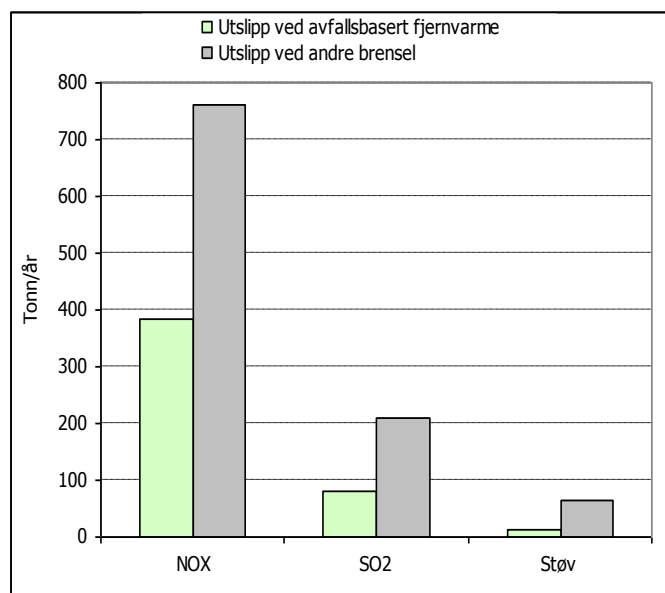
Brensel	Prosentvis			
Varmepumpe	5	%	49,5	GW/h
Biobrensel	5	%	49,5	GW/h
Gass	3	%	29,7	GW/h
Lettolje	56	%	554,4	GW/h
Elektrisitet (marginal)	31	%	306,9	GW/h
<b>Totalt</b>	<b>100,0</b>	<b>%</b>	<b>990,0</b>	<b>GW/h</b>

**Tabell 2: Erstatningsmiks for avfall - Scenario A1**

En slik fordeling ville ha resultert i utslipp som vist i Figur 2, Figur 3 og Tabell 3, dvs. en markert økning i utslipp av alle stoffer. Spesielt støv/partikler opplever en voldsom økning.



**Figur 2: Scenario A1- CO<sub>2</sub>-utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med fjernvarmeleveranse som er under bygging eller planlegging



**Figur 3: Scenario A1 – Andre utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med fjernvarmeleveranse som er under bygging eller planlegging

Utslipp - Scenario A1	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Utslipp ved avfallsbasert fjernvarme	114 141	384	79	12
Utslipp ved andre brensel	391 553	761	210	65
<b>Differanse</b>	<b>277 412</b>	<b>377</b>	<b>131</b>	<b>53</b>
<b>% differanse</b>	<b>243,0 %</b>	<b>98,0 %</b>	<b>165,2 %</b>	<b>455,0 %</b>

**Tabell 3: Alle utslipp m/differanse - Scenario A1**  
avfallsforbrenningsanlegg med fjernvarmeleveranse som er under bygging eller planlegging

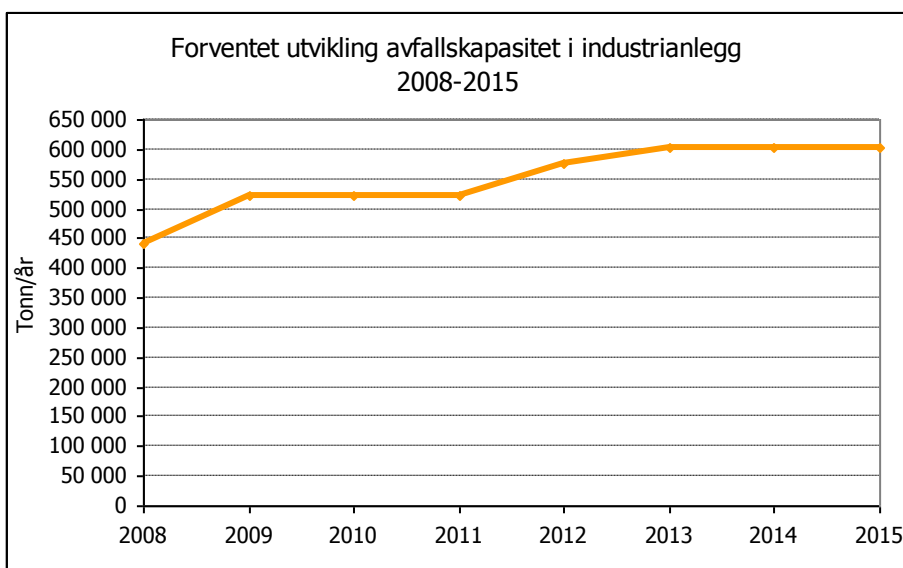
### 5.3 Avfallsforbrenningsanlegg med energileveranser til industriformål som er under bygging eller planlegging (B)

I denne kategorien blir det vurdert miljøkonsekvensen av at avfallsforbrenningsanlegg med primær energileveranse til industriformål som er under planlegging, eller anlegg som for tiden er under utbygging, ikke blir satt i drift. Dermed vil ikke avfallsenergi erstatte fossile brensler i den lokale energibruken.

Avfallsbaserte industrienergianlegg under bygging eller planlegging		
Antall anlegg	3	stk
Estimert produksjon	421	GWh/år
Avfallsmengde	160 000	tonn/år

Tabell 4: Avfallsbaserte industrienergianlegg under bygging eller planlegging

Som en ser i Tabell 4 forventes det en utvidet kapasitet på 160 000 tonn/år i avfallsbasert varmeenergi til varmeformål i Norge i utgangen av 2015. Figur 4 viser den antatte kapasitetsutviklingen i fra 2008 frem til 2015. I 2015 er det estimert en total mottakskapasitet på 602 500 tonn/år i norske anlegg.



Figur 4: Forventet utvikling i avfallskapasitet i industrianlegg

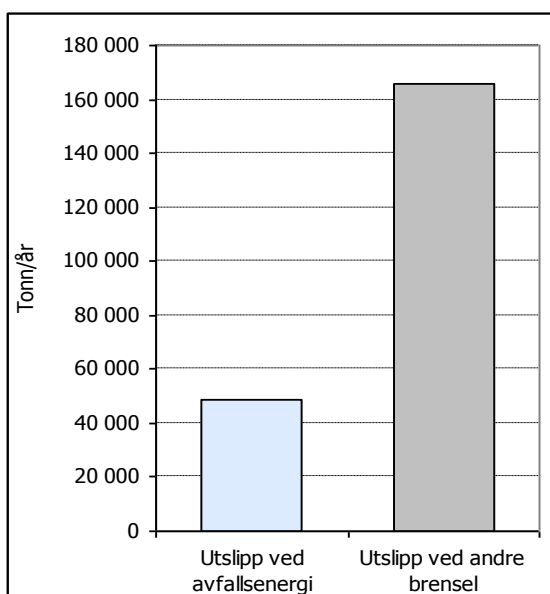


### 5.3.1 Scenario B1

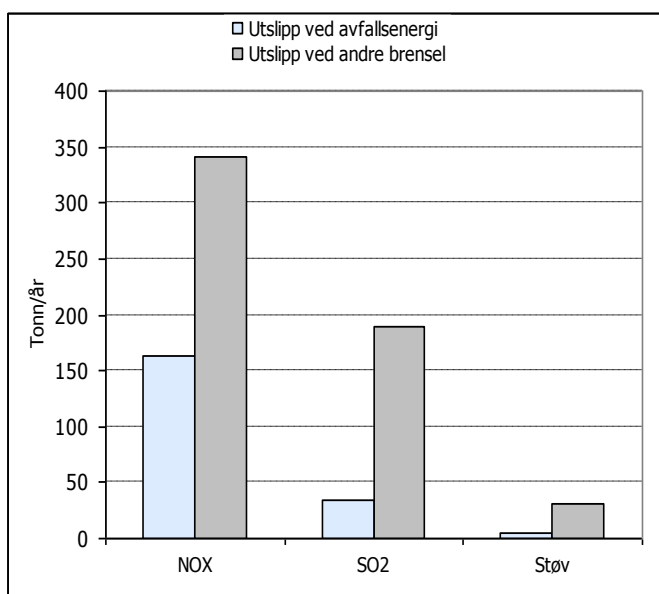
I dette scenarioet antas det at anlegg som er under bygging eller planlagt satt i drift innen 2015 ville erstatte andre energivarer med følgende fordeling.

- **Gass**            **30 %**
- **Tungolje**       **20 %**
- **Elektrisitet**   **30 %**
- **Lettolje**       **20 %**

Som Figur 5 og Figur 6 og Tabell 5 viser så er det også her en markert oppgang i alle utslipp. Med en relativt stor andel elektrisitet i miksen er dette naturlig, da det blir man benytter marginalbetraktning.



**Figur 5: Scenario B1- CO<sub>2</sub>-utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål som er under bygging eller planlegging



**Figur 6: Scenario B1 –Andre utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål som er under bygging eller planlegging

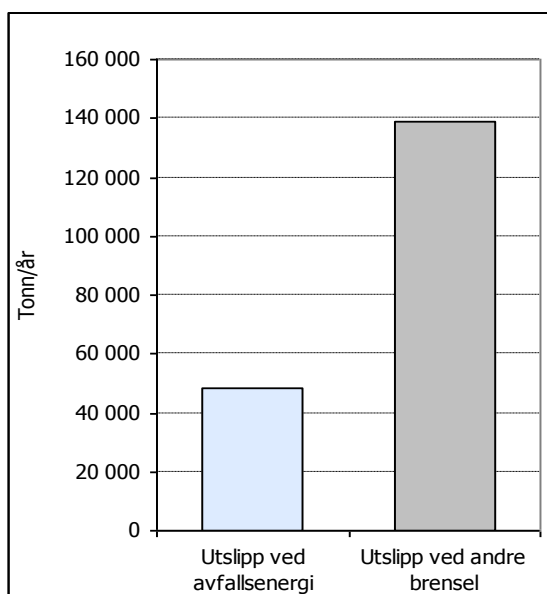
Utslipp - Scenario B1	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Utslipp ved avfallsenergi	48 539	163	34	5
Utslipp ved andre brensel	165 957	341	189	32
<b>Differanse</b>	<b>117 419</b>	<b>177</b>	<b>155</b>	<b>27</b>
<b>% differanse</b>	<b>241,9 %</b>	<b>108,4 %</b>	<b>461,3 %</b>	<b>541,2 %</b>

**Tabell 5: Alle utslipp m/ differanse - Scenario B1**

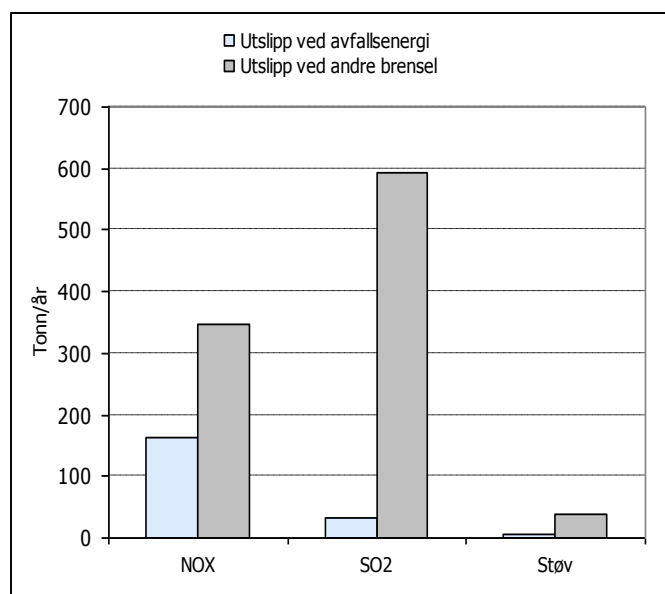
### 5.3.2 Scenario B2

Om avfallet kun erstatter tungolje som energikilde så ser man i Tabell 6 og i Figur 7 og Figur 8 at dette også vil føre til større utslipp, dog ikke like stort som i scenario B1.

- **Tungolje 100 %**



**Figur 7: Scenario B2 - CO<sub>2</sub>-utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål som er under bygging eller planlegging



**Figur 8: Scenario B2 - Andre utslipp**  
fra avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål som er under bygging eller planlegging

Utslipp - Scenario B2	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Utslipp ved avfallsenergi	48 539	163	34	5
Utslipp ved andre brensel	139 178	347	594	40
<b>Differanse</b>	<b>90 639</b>	<b>183</b>	<b>561</b>	<b>35</b>
<b>% differanse</b>	<b>186,7 %</b>	<b>112,1 %</b>	<b>1664,7 %</b>	<b>700,0 %</b>

**Tabell 6: Alle utslipp m/differanse - Scenario B2**

## 5.4 Eksisterende fjernvarmeanlegg (C)

I denne vurderingen ser man på miljøkonsekvensen av å erstatte avfall med andre brenslere i eksisterende fjernvarmeanlegg. Analysen tar utgangspunkt i dagens situasjon (2008) for så å erstatte avfallsandelen med fossile energibærere. Det har blitt utført analyse av 2 ulike scenarier, der forskjellen ligger i fordeling av erstattende brenselmiks samt også en vurdering av konsekvensene av varierende frafall av avfall.

En gjennomgang av dagens situasjon viser at det er 8 avfallsforbrenningsanlegg som i Norge i dag har sine hovedleveranser til fjernvarmenett. Den totale fjernvarmeproduksjonen var i 2008 litt i underkant av 3 TWh og av dette var det installert avfallskapasitet på rundt 1,5 million tonn i året som fremvist i Tabell 7

Dagens situasjon		
Antall anlegg*	8	stk
Estimert fjernvarmeproduksjon**	2 856	GWh/år
Avfallsmengde	1 574 000	tonn/år

\* Antall avfallsforbrenningsanlegg tilknyttet fjernvarmeanlegg

\*\* Den totale norske fjernvarmeproduksjonen 2008

Tabell 7: Dagens situasjon i eksisterende fjernvarmeanlegg

Tabell 9 viser fjernvarmemiksen for 2008, der en ser at avfall har en viktig rolle med 31 %. Utslippene fra fjernvarme produksjonen er presentert i Tabell 9 under.

Brenselmiks i fjernvarmeproduksjon				
Avfall	31,0	%	885	GWh
Spillvarme	8,0	%	228	GWh
Varmepumpe	9,0	%	257	GWh
Biobrensel	17,0	%	486	GWh
Elektrisitet	22,0	%	628	GWh
Gass	6,0	%	171	GWh
Lettolje	7,0	%	200	GWh
<b>Totalt</b>	<b>100</b>	<b>%</b>	<b>2 856</b>	<b>GWh</b>

Tabell 8: Brenselmiks i fjernvarmeproduksjon - 2008

Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
2008	693 768	1 881	475	158

Tabell 9: Dagens utslipp – Fjernvarmeproduksjon - 2008

### 5.4.1 Scenario C1

Scenario C1 er basert på at ved frafall av avfall i fjernvarmemiksen så blir denne andelen erstattet av lettolje. Dette er et scenario som er svært lite sannsynlig at vil inntreffe, men det tas med for å vise en ekstrem mulig konsekvens.

- **Lettolje 100 %**

Som en ser i Tabell 10 så øker utslippene fra fjernvarmeproduksjon med 23 % for CO<sub>2</sub>. Men for de andre utslippsparemetrene ser vi en reduksjon eller stillstand.

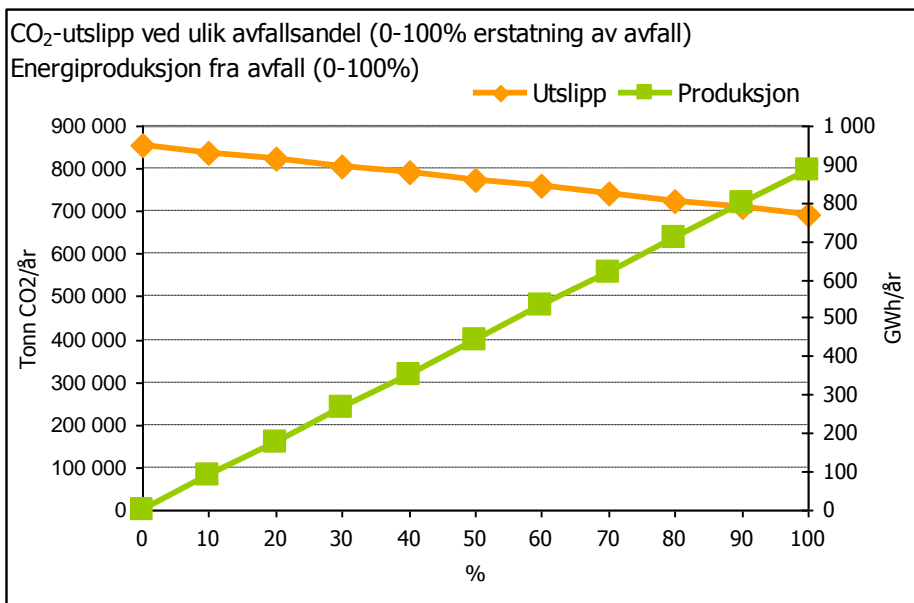
Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Scenario C1 (100% lettolje)	853 364	1 783	475	152
Differanse fra 2008 utslipp	159 596	-98	0	-5
% differanse	23,0 %	-5,2 %	0,0 %	-3,5 %

Tabell 10: Scenario C1

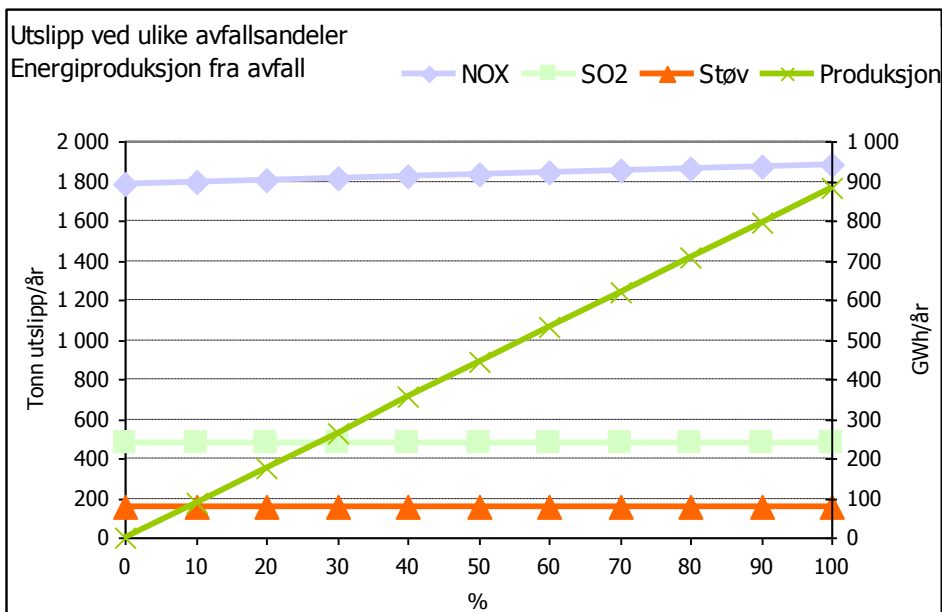
Alle utslipp m/ differanse i forhold til dagens utslipp

I analysen har det også blitt sett på hvordan utslippene endres etter hvor stor del av avfallet som blir erstattet av lettolje. I Figur 9 representerer den oransje kurven utslipp av CO<sub>2</sub> (venstre akse) ved ulike andeler av lettolje som erstatter avfall, for eksempel ved 30 % så har 70 % av avfallet blitt erstattet av lettolje relativt til fjernvarmemiksen 2007. Den grønne kurven viser prosentandelen av energiproduksjon fra avfall, der 100 % er 885 GWh (31 % av den totale fjernvarmemiksen)

Det samme er gjort for NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og støv i Figur 10.



**Figur 9: Scenario C1**  
**CO<sub>2</sub>-utslipp fra avfallsforbrenning m/gradvis innfasing av andre brensler**



**Figur 10: Scenario C1**  
**Andre utslipp avfallsforbrenning m/gradvis innfasing av andre brensler**

## 5.5 Scenario C2

I dette scenarioet blir avfallet erstattet av den samme miksen som ble benyttet i scenario A1.

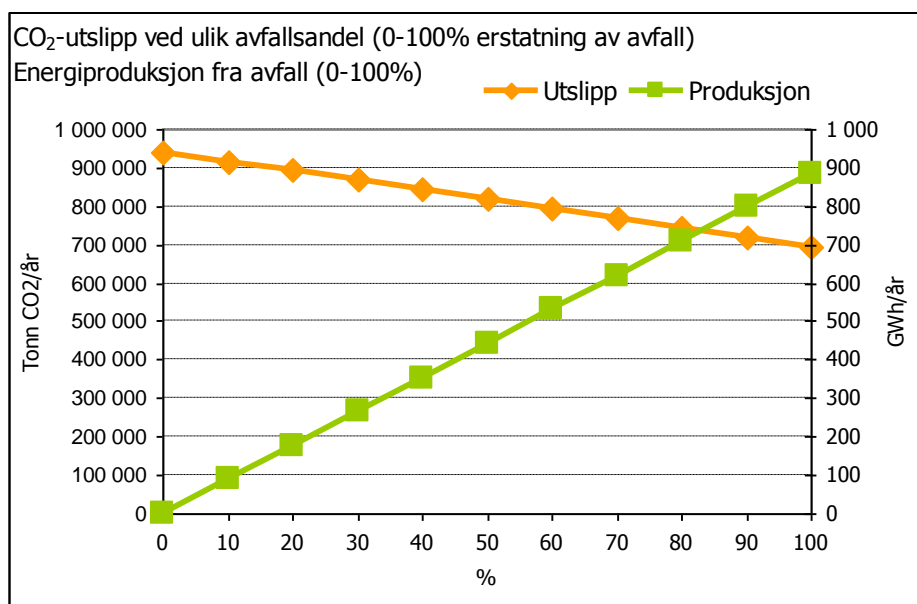
Dette gir utslippsregnskapet presentert i Tabell 11.

Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Scenario C2	941 858	2 205	590	204
Differanse fra 2008 utslipp	248 090	324	115	46
% differanse	35,8 %	17,2 %	24,2 %	29,4 %

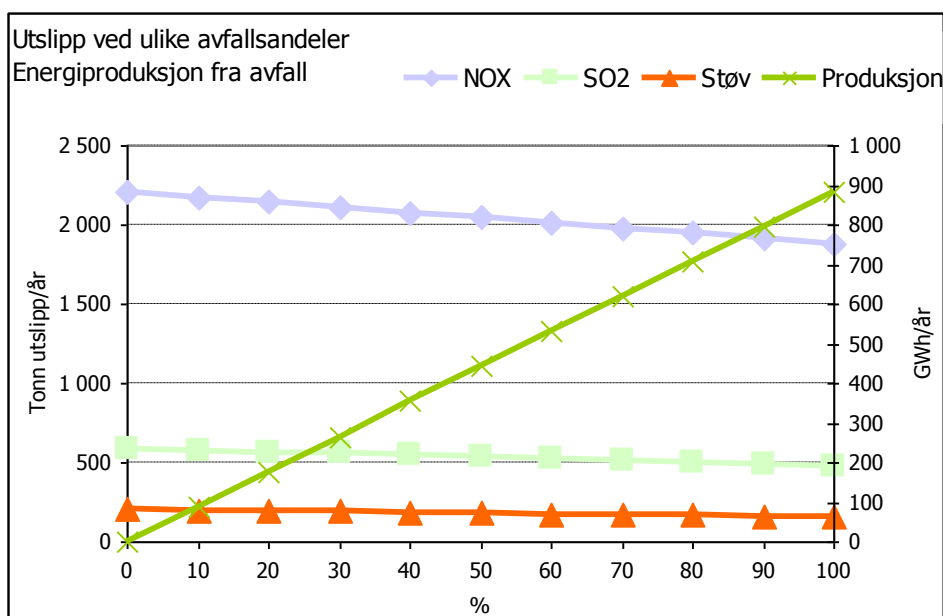
**Tabell 11: Scenario C2**  
Alle utslipp m/ differanse i forhold til dagens utslipp

Som i foregående scenario (C1) er det også her inkludert en vurdering av endringer i andelen avfall som blir erstattet av den valgte erstatningssammensetningen. Figur 11 viser utslippene av CO<sub>2</sub> (venstre akse) ved ulike andeler og varme produsert fra avfall (høyre akse).

Det samme er gjort for NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og støv i Figur 12



**Figur 11: CO<sub>2</sub>-utslipp fra avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario C2**



Figur 12: Andre utslipp avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario C1

## 5.6 Eksisterende avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål(D)

I denne vurderingen ser man på miljøkonsekvensen av å erstatte avfall med andre brensel i eksisterende avfallsforbrenningsanlegg med energileveranse til industriformål. Analysen tar utgangspunkt i dagens situasjon (2008) for så å erstatte avfallsandelen med fossile energibærere. Det har blitt utført analyse av en to ulike scenarier, der forskjellen ligger i fordeling av erstattende brenselmiks samt også en vurdering av konsekvensene av varierende frafall av avfall.

Dagens situasjon	
Antall anlegg	6 stk
Estimert produksjon	961 GWh/år
Avfallsmengde	442 500 tonn/år

Tabell 12: Dagens situasjon eksisterende avfallsbaserte industrienergianlegg - 2008

Som en ser i Tabell 12 er det tilgjengelig en kapasitet på 442 500 tonn/år til avfallsbasert varmeenergi til industriformål, dvs. damp, varme eller i tørker. Det ble i 2008 produsert rett i underkant av 961 GWh fra avfallsenergi fra 6 anlegg.

Tabell 13 viser dagens utslipp fra denne sektoren.

Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Industriformål 2008	110 798	373	77	11

Tabell 13: Dagens utslipp – Avfallsbaserte industrienergianlegg 2008

### 5.6.1 Scenario D1

I det første scenarioet ser vi på konsekvensen av at dagens avfallsmengde erstattes av en miks av elektrisitet, tungolje og kull.

- **Elektrisitet** 15 %
- **Tungolje** 10 %
- **Lettolje** 5 %
- **Kull** 50 %
- **Gass** 15 %

Årsaken til at kull har en slik framtredden rolle i miksen er at det ansees som svært sannsynlig at det i tørken ved Norcem, der det i dag brukes avfall, vil brukes kull ved mangel på avfall.

Denne miksen gir utslippsregnskapet i Tabell 14.

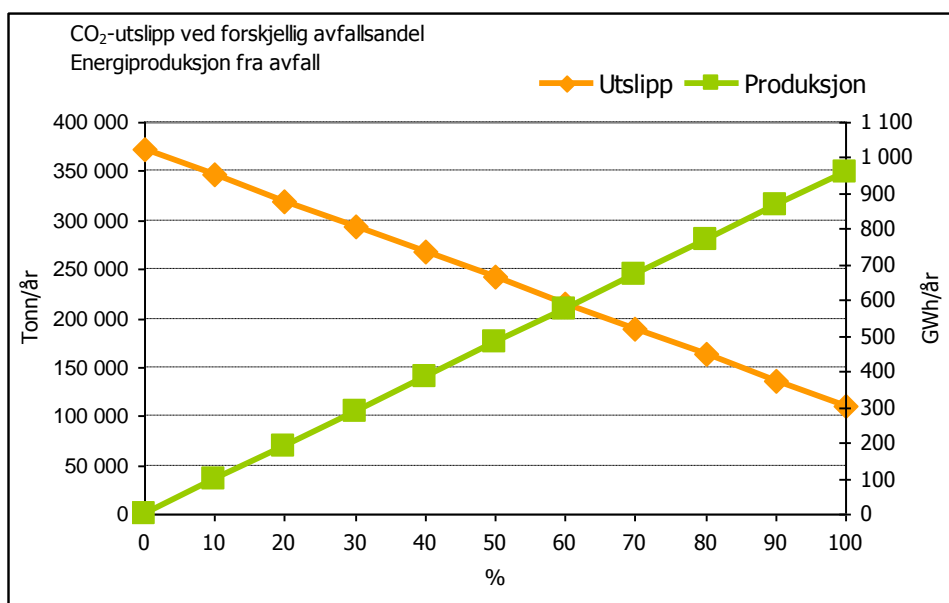
Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Scenario D1	372 002	954	1 346	42
Differanse fra 2008 utslipp	261 205	581	1 269	31
% differanse	235,7 %	155,7 %	1651,2 %	270,6 %

Tabell 14: Scenario D1

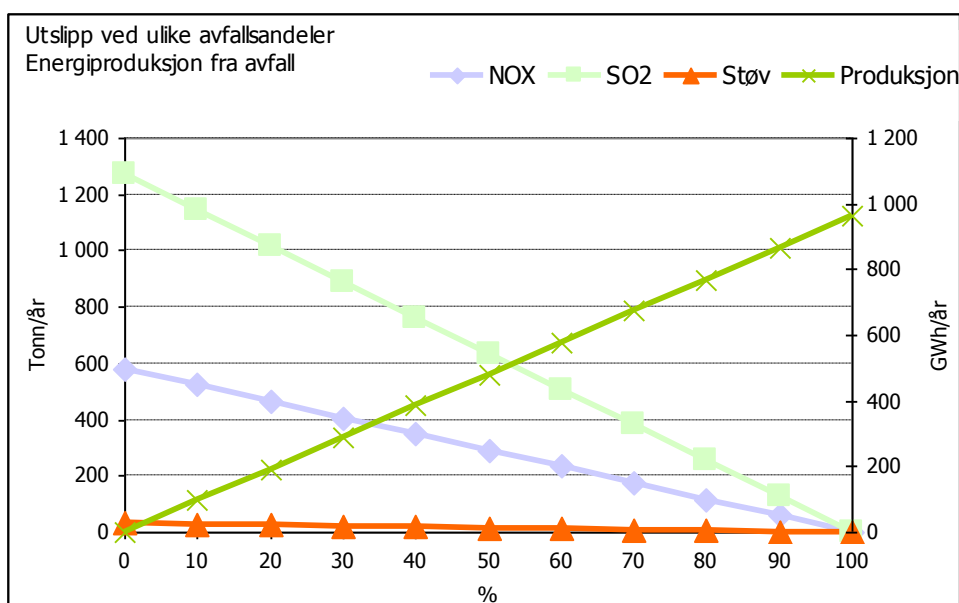
Alle utslipp m/ differanse i forhold til dagens utslipp

Også her er det gjort en vurdering på hvordan det ser ut når den valgte miksen erstatter avfall fra 0 til 100 %. I Figur 13 ser man utviklingen av CO<sub>2</sub>-utslipp i den oransje kurven målt på den venstre aksene, mens størrelsen av energiproduksjonen fra avfall er plottet i grønt og til den høyre aksene. Og det samme er gjort for NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og støv i Figur 14.





Figur 13: CO<sub>2</sub>-utslipp fra avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario D1



Figur 14: Andre utslipp avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario D1

### 5.6.2 Scenario D2

I det andre scenarioet ser vi på konsekvensen av at dagens avfallsmengde erstattes av en miks av tungolje og kull, med følgende fordeling.

- Tungolje 50 %
- Kull 50 %

Scenarioet er også å anse som et ekstremt tilfelle med liten sannsynlighet for at skal inntreffe.

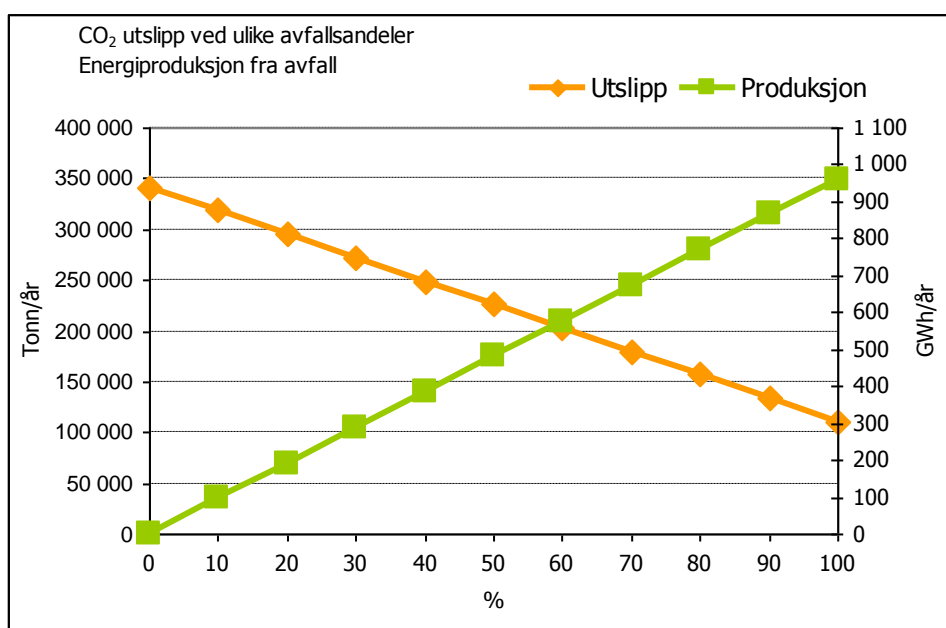
Dette er jo åpenbart å ansees som en ”skitten” miks, noe som også kommer frem i utslippstallene i Tabell 15 med en økning på 784 % i SO<sub>2</sub> utslipp og en økning fra 110 798 tonn til 341 439 tonn CO<sub>2</sub>.

Utslipp	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Støv
	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
Scenario D2	341 438	961	1 809	51
Differanse fra 2008 utslipp	230 640	588	1 732	40
% differanse	208,2 %	157,6 %	2252,9 %	350,0 %

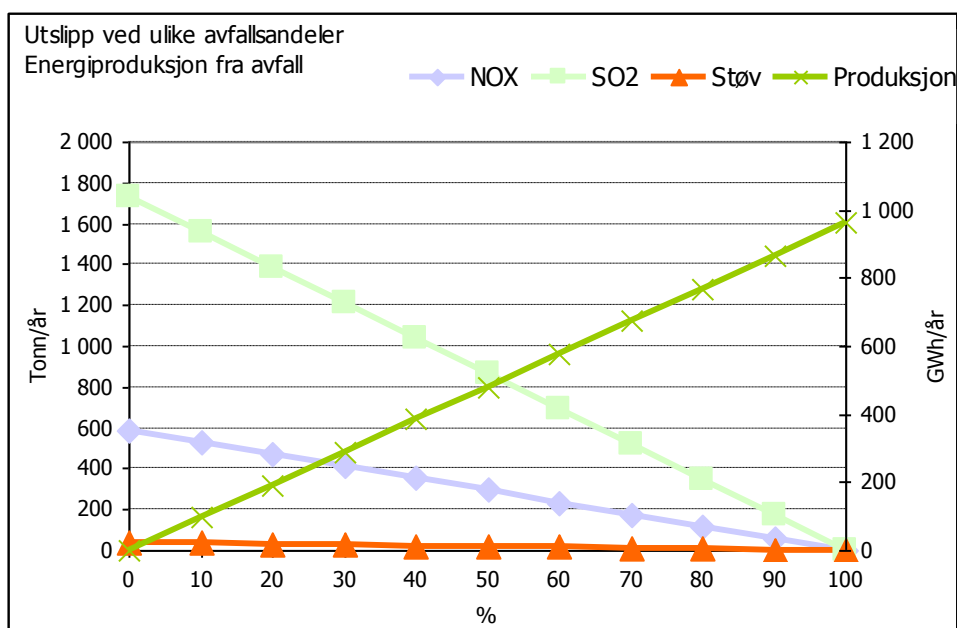
**Tabell 15: Scenario D2**

Alle utslipp m/ differanse i forhold til dagens utslipp

Utslippsmengder og energiproduksjon ved ulike avfallsandeler med forutsetningen at avfallet gradvis blir erstattet av den gitt miksen er presentert i Figur 15 og Figur 16.



**Figur 15: CO<sub>2</sub>-utslipp fra avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario D2**



Figur 16: Andre utslipp avfallsforbrenning m/gradvis innfasing - Scenario D1

## 5.7 Kraftproduksjon

Det bør også nevnes at flere avfallsforbrenningsanlegg også produserer elektrisitet for salg og det er planer for en kraftig økning av dette frem til 2015. Dette vil ha en signifikant påvirkning i utslippsmengder dersom avfallsanlegg enten legges brakk eller ikke blir bygd pga. manglende avfall. Dersom man antar at den denne elektrisiteten erstatter marginalkraft så vi man se et stor økning i utslipp, som presentert i Tabell 16. Denne vurderingen er basert på en årlig produksjon av elektrisitet på 394 GWh.

El-produksjon fra avfallsenergi	CO <sub>2</sub> [tonn/år]	NO <sub>x</sub> [tonn/år]	SO <sub>2</sub> [tonn/år]	Støv [tonn/år]
Utslipp ved avfallsenergi	45 426	153	32	5
Utslipp ved marginal el	266 738	709	197	73
Differanse	221 312	556	165	68
% differanse	487,2 %	363,6 %	525,0 %	1472,5 %

Tabell 16: Utslipp dersom avfallsbasert el-kraft blir erstattet av marginalkraft

## 5.8 Transport

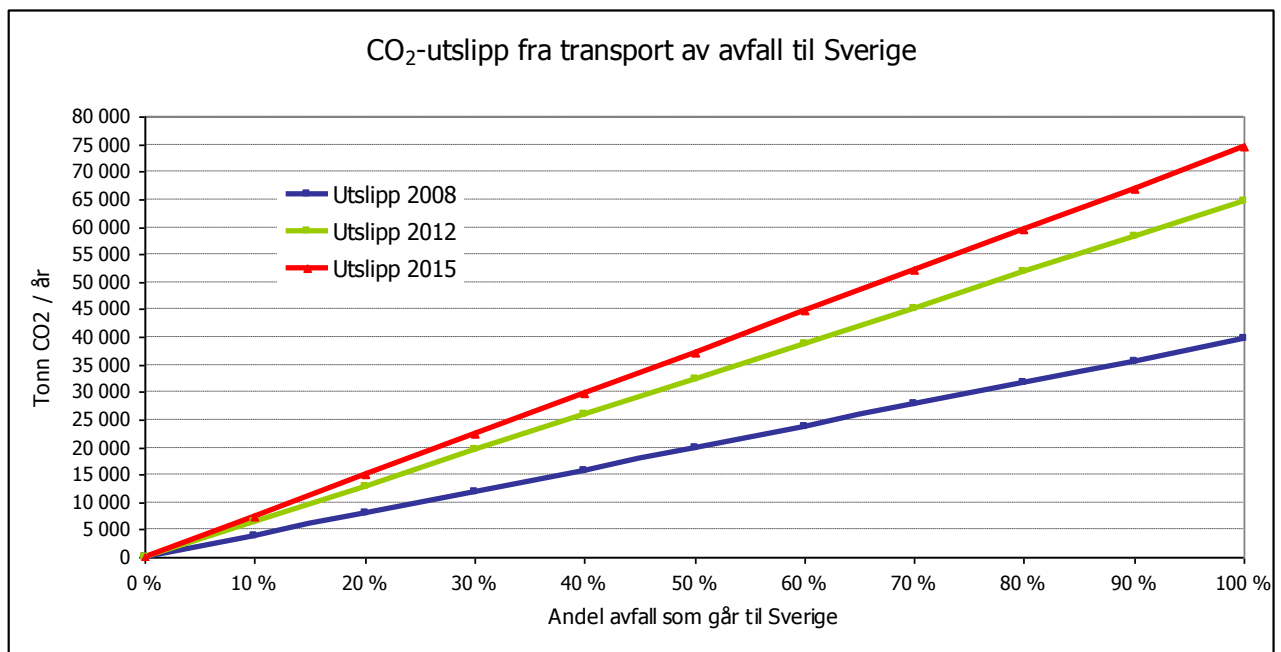
Det er også store miljøkonsekvenser knyttet til transport av avfall med bil fra Norge til Sverige. Det er vanskelig å kvantifisere dagens utslippsituasjon når det gjelder avfallstransport innad i Norge i dag, da det er et relativt komplekst nettverk. Men for å vise mulige CO<sub>2</sub> utslipp ved storstilt eksport tar vi utgangspunkt i dagens totale mottakskapasitet ved avfallsforbrenningsanlegg i Norge, samt planlagte fremtidige utvidelser og nye anlegg.

En antar at en gjennomsnittlig transportdistanse fra Norge til Sverige er 300 km en vei, og man antar at 50 % av bilene kjører med returlast. Beregningene er derfor basert på en total transportdistanse på 450 km.

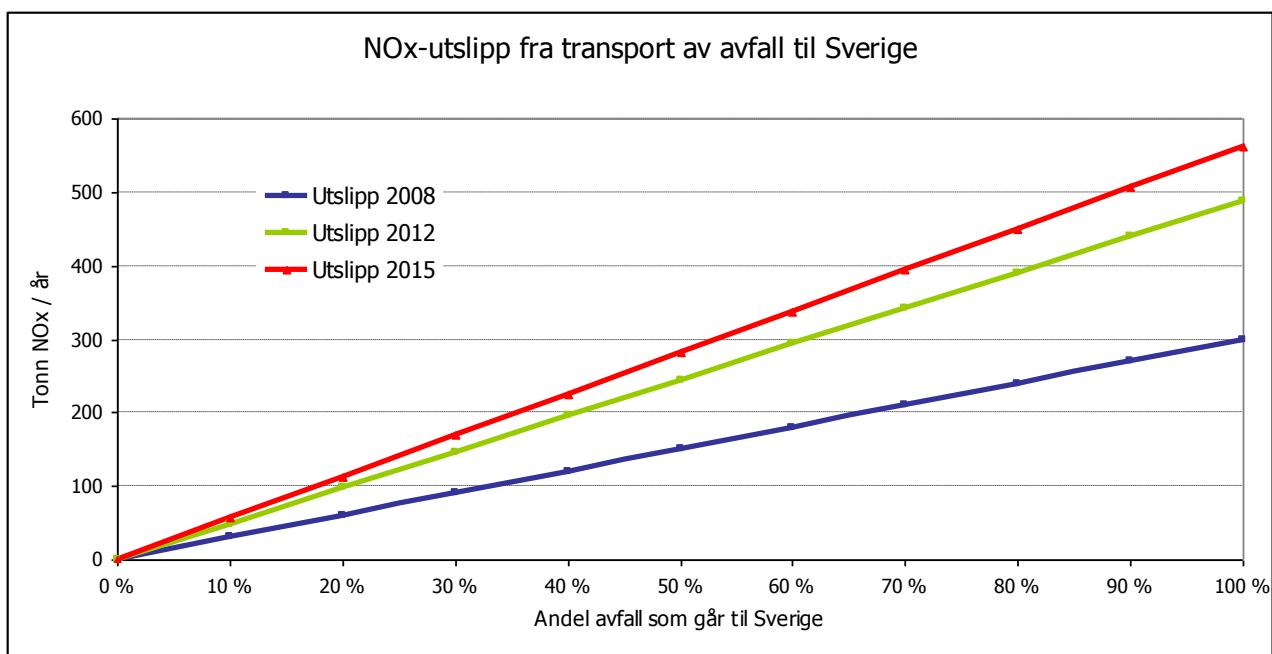
Figur 17 viser at hvis man sender avfall tilsvarende dagens norske kapasitet til Sverige så vil transporten alene utgjøre en CO<sub>2</sub>-utslipp på rundt 40 000 tonn.

Figuren viser også utslippene dersom man legger den antatte kapasiteten i 2012 og 2015 til grunn for beregningene. De samme er gjort for NO<sub>x</sub> og støv i Figur 18 og Figur 19.

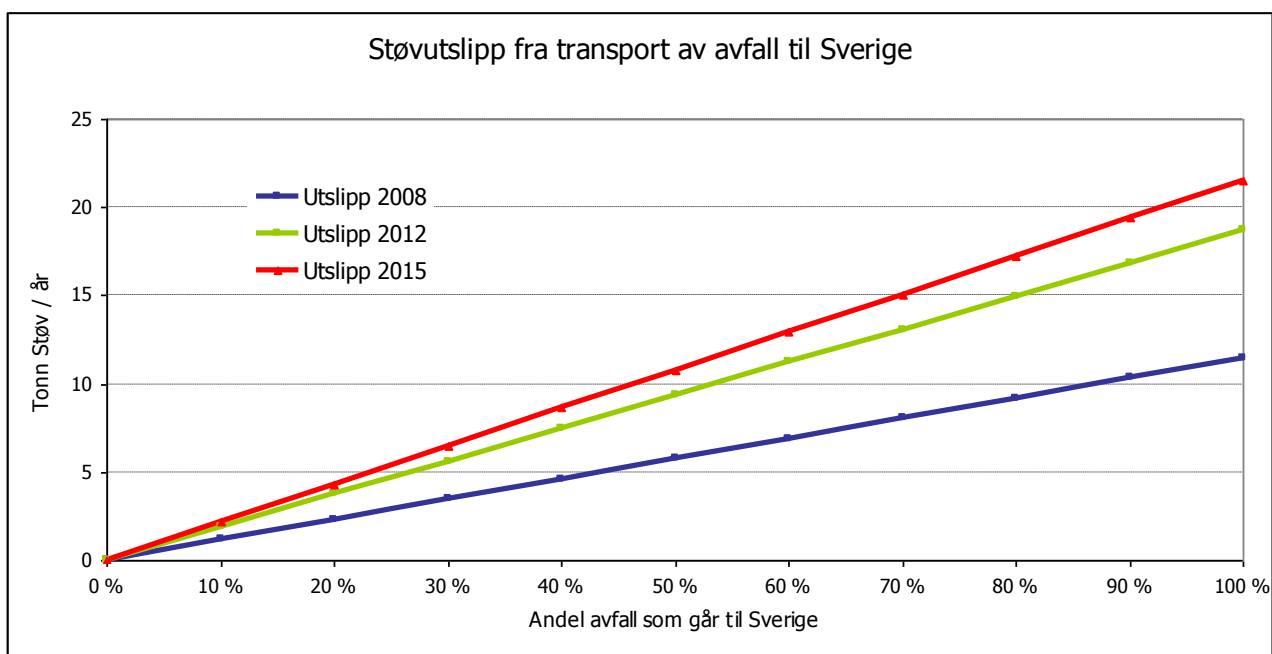
Det er viktig å presisere at det finnes både miljø- og andre samfunnskonsekvenser som ikke er tatt med i denne rapporten. Som for eksempel konsekvenser ved økt belastning i veinettet. Eksempler på dette er redusert trafiksikkerhet, økt veislitasje og vedlikeholdskostnader.



Figur 17: CO<sub>2</sub>-utslipp fra avfallstransport til Sverige (andel av total norsk mottakskapasitet)



Figur 18: NOx-utslipp fra avfallstransport til Sverige (andel av total norsk mottakskapasitet)



Figur 19: Støvutslipp fra avfallstransport til Sverige (andel av total norsk mottakskapasitet)

## 6. Miljøkostnader og sysselsetting

Det er beregnet samfunnsøkonomiske konsekvenser for to sentrale temaer:

- Utslipp til luft av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og støv
- Sysselsetting

### 6.1 Miljøkostnader ved endring av utslipp til luft

Beregninger av miljøkostnader har kun blitt gjennomført for 2 scenarioer, A1 og B1. Disse to gir en godt bilde på virkningene ved at avfall blir erstattet av andre energibærere.

#### 6.1.1 Utslipp fra energisentraler

##### Scenario A1

Når vi tar utgangspunkt i beregnede utslipp fra avfallsforbrenning med energileveranse til fjernvarme og alternativ energiproduksjon, kommer vi frem til totale miljøkostnader for utslipp til luft som vist i Figur 20. Det er i denne sammenheng ikke tatt hensyn til utslipp fra transport av avfall til Sverige. Som vi ser av figuren, medfører avfallsforbrenning vesentlig lavere miljøkostnader enn for de energibærerne som alternativt vil bli benyttet.

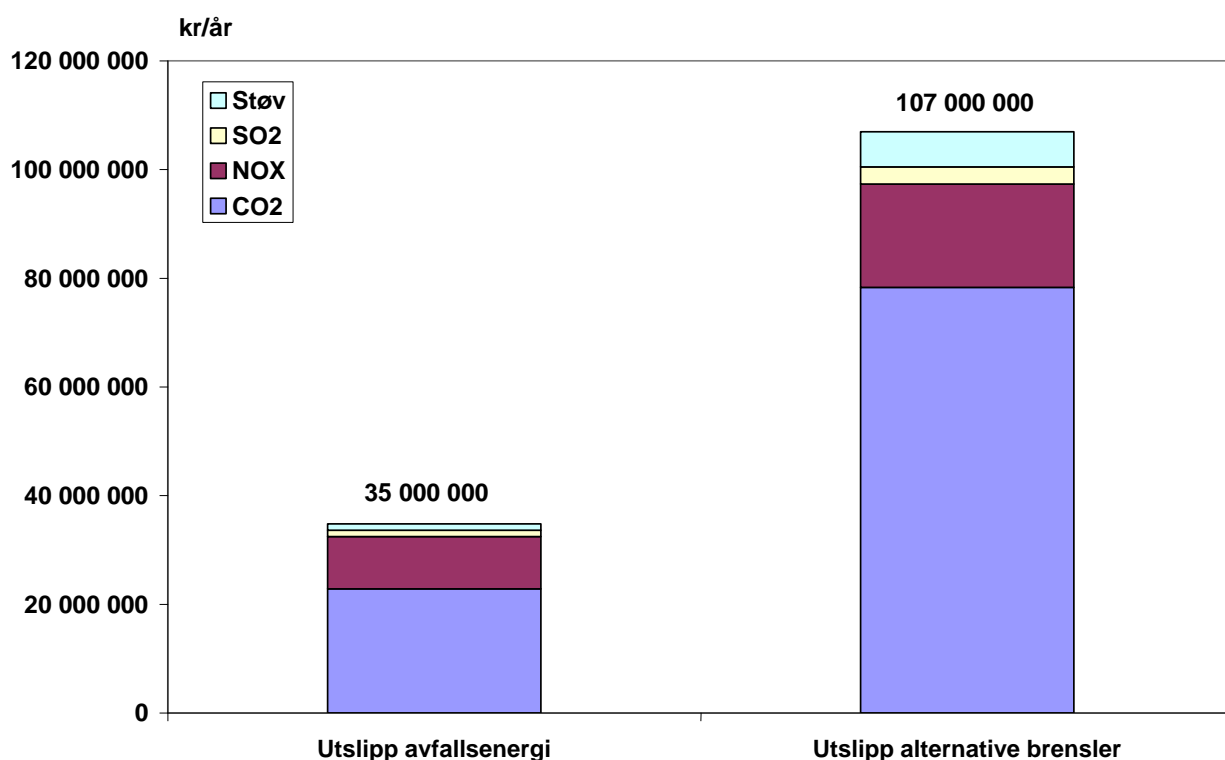
Hvis vi beregner miljøkostnader for utslipp til luft, vil en overgang fra avfall til andre energibærere føre til følgende endring i miljøkostnader per år:

- Økning fra ca. 35 mill kr. til ca. 107 mill.kr.

Dette betyr at en oppnår en økning i miljøkostnadene på:

- ca. 72 mill. kr.

Dette viser at utnyttelse av avfallsenergi i fjernvarmeanlegg medfører vesentlig lavere miljøkostnader ved utslipp til luft enn alternative energibærere.



Figur 20: Miljøkostnader for avfallsenergi og alt. energibærere i fjernvarmeanlegg

### Scenario B1

Når vi tar utgangspunkt i beregnede utslipp fra avfallsforbrenning med energileveranse til industri og alternativ energiproduksjon, kommer vi frem totale miljøkostnader for utslipp til luft som vist i Figur 21. Det er i denne sammenheng ikke tatt hensyn til utslipp fra transport av avfall til Sverige. Som vi ser av figuren, medfører avfallsforbrenning vesentlig lavere miljøkostnader enn for de energibærerne som alternativt vil bli benyttet.

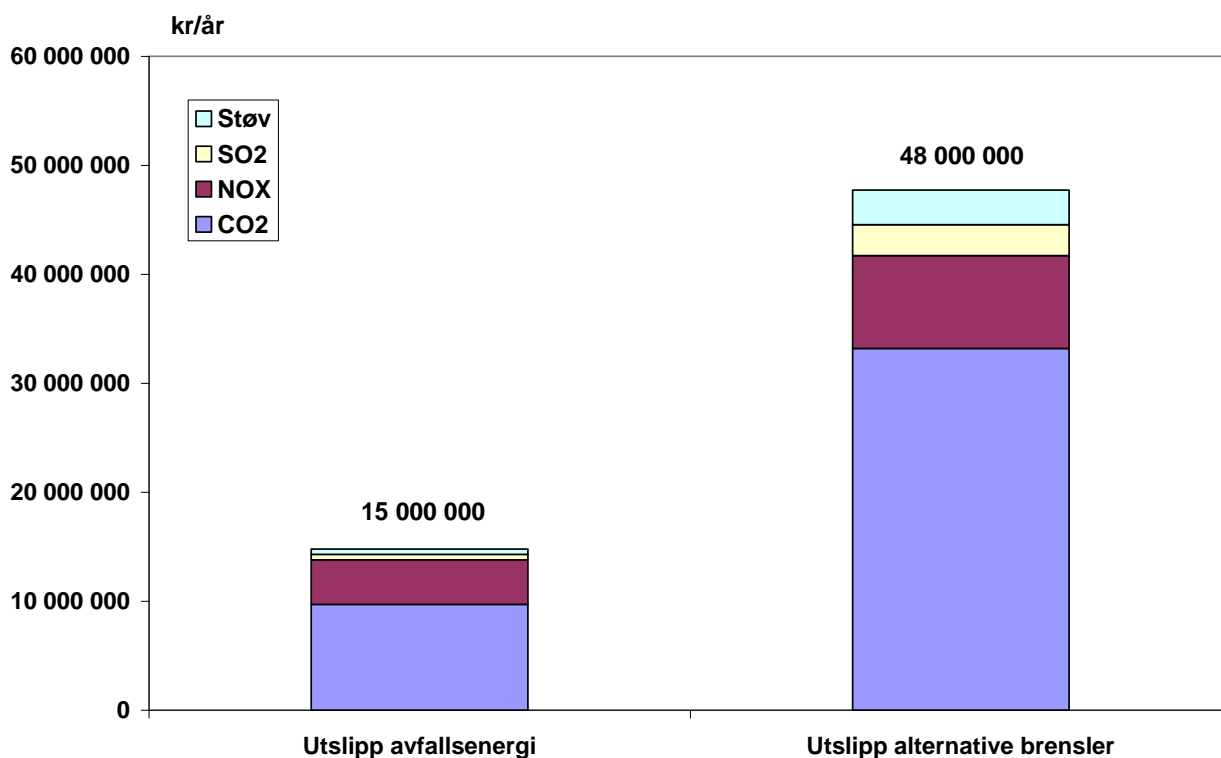
Hvis vi beregner miljøkostnader for utslipp til luft, vil en overgang fra avfall til andre energibærere føre til følgende endring i miljøkostnader per år:

- Økning fra ca. 15 mill kr. til ca. 48 mill.kr.

Dette betyr at en oppnår en økning i miljøkostnadene på:

- ca. 33 mill. kr.

Dette viser at utnyttelse av avfallsenergi i industriell sammenheng medfører vesentlig lavere miljøkostnader ved utslipp til luft enn alternative energibærere.



Figur 21: Miljøkostnader for avfallsenergi og alt. energibærere i industriproduksjon

## 6.2 Konsekvenser for sysselsetting

Etablering av avfallsforbrenningsanlegg medfører et betydelig antall arbeidsplasser, både i etableringsfasen og driftsfasen. Anleggene krever en mye større bemanning enn energisentraler basert på andre energibærere, som for eksempel biomasse. Selv i byggefasen vil disse arbeidsplassene i stor grad være lokale.

For å kunne estimere sysselsettingsvirkningen av etablering av avfallsforbrenningsanlegg og eventuelt økning eller reduksjon i kapasiteten på avfallsforbrenningsanlegg, har vi lagt til grunn følgende forutsetninger:

- Kapasiteten på norske avfallsforbrenningsanlegg øker med 900.000 tonn frem mot 2015
- Dette fordeler seg på 10 nye anlegg med gjennomsnittlig kapasitet ca. 60.000 tonn avfall pr. år og 5 anlegg med kapasitetsendring på i gjennomsnitt 60.000 tonn avfall pr. år
- Vi antar at dette medfører en energiproduksjon på 2 TWh/år.

Vi har tatt utgangspunkt i konsekvensutredninger som er gjennomført for planlagt nyetablering samt utvidelse av norske avfallsforbrenningsanlegg. I disse har det bl.a. vært benyttet en forenklet kryssløpsbasert beregningsmodell med virkningskoeffisienter fra SSBs planleggingsmodell MODIS og fra



planleggingsmodellen PANDA. For beregning av konsumvirkninger benyttet modellen marginale konsumtilbøyeligheter hentet fra planleggingsmodeller.

I det etterfølgende har vi referert en del sysselsettingstall som fremkommer i noen av disse konsekvensutredningene.

### **Tafjord Kraftvarme AS**

- Økt kapasitet i én ny forbrenningslinje: ca. 40.000 tonn/år
- Sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: ca. 50 årsverk
- Sysselsettingsvirkninger av drift ekskl. ringvirkninger: 1-2 årsverk pr. år
- Sysselsettingsvirkninger av drift inkl. ringvirkninger: ca. 5 årsverk pr. år.

### **SørVest Varme AS**

- Kapasitet nytt anlegg: ca. 60.000 tonn/år
- Lokal andel av sysselsettingsvirkning: 40-45 %
- Sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: ca. 300 årsverk lokalt
- Sysselsettingsvirkninger av drift ekskl. ringvirkninger: ca. 18 årsverk pr. år.

### **Sarpsborg Energigjenvinning 2 (Energos)**

- Økt kapasitet i to nye forbrenningslinjer: ca. 80.000 tonn/år
- Nasjonal sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: ca. 400 årsverk
- Sysselsettingsvirkninger av drift inkl. ringvirkninger: ca. 15 årsverk pr. år.

### **Øra Energigjenvinning (Energos)**

- Kapasitet nytt anlegg: ca. 45.000 tonn/år
- Nasjonal sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: ca. 300 årsverk
- Sysselsettingsvirkninger av drift inkl. ringvirkninger: 10-12 årsverk pr. år.

Det er viktig å være klar over at det er få ansatte ved forbrenningsanlegg levert av Energos, og at en derfor i snitt må regne med en vesentlig høyere bemanning på slike anlegg. Energos-anleggene medfører også vesentlig lavere investering enn andre typer anlegg, og fører også til lavere sysselsetting i anleggsfasen.

Blant annet med bakgrunn i disse dataene har vi forutsatt følgende som et gjennomsnitt for de 15 anleggene:

- Nasjonal sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: 300 årsverk
- Sysselsettingsvirkning av drift inkl. ringvirkninger: 30 årsverk pr. år.

Dette innebærer følgende totale sysselsettingsvirkning:

- Nasjonal sysselsettingsvirkning av utbygging inkl. konsum: ca. 5.000 årsverk
- Sysselsettingsvirkning av drift inkl. ringvirkninger: ca. 500 årsverk pr. år.

Hvis vi forutsetter at utbygging skjer over en periode på 5 år, tilsier dette følgende nasjonale sysselsetting pr. år i denne perioden:

ca. 1.500 arbeidsplasser.

I tillegg kommer arbeidsplasser for fjernvarmeanleggene og fjernvarmelegging, noe som ikke er beregnet i denne sammenhengen.

## REFERANSER

---

- i Rammebetingelser for energiutnyttelse av avfall i Norge, NRF-rapport 02-2005  
[http://www.avfallnorge.no/avfall\\_norge\\_site/fagomraader/rapporter/2005/rammebetingelser\\_for\\_energiutnyttelse\\_av\\_avfall\\_i\\_norge](http://www.avfallnorge.no/avfall_norge_site/fagomraader/rapporter/2005/rammebetingelser_for_energiutnyttelse_av_avfall_i_norge)
- ii Avgift på sluttbehandling av avfall. Rundskriv nr. 19/2009 S, Toll & Avgiftsdirektoratet, 01.2009.
- iii. ”Marginale miljøkostnader ved luftforurensning. Skadekostnader og tiltakskostnader.” ISBN 82-7655-259-5. SFT. Ikke datert.
- iv. <http://www.nordpool.no/marketinfo/co2-allowances/allowances.cgi#>