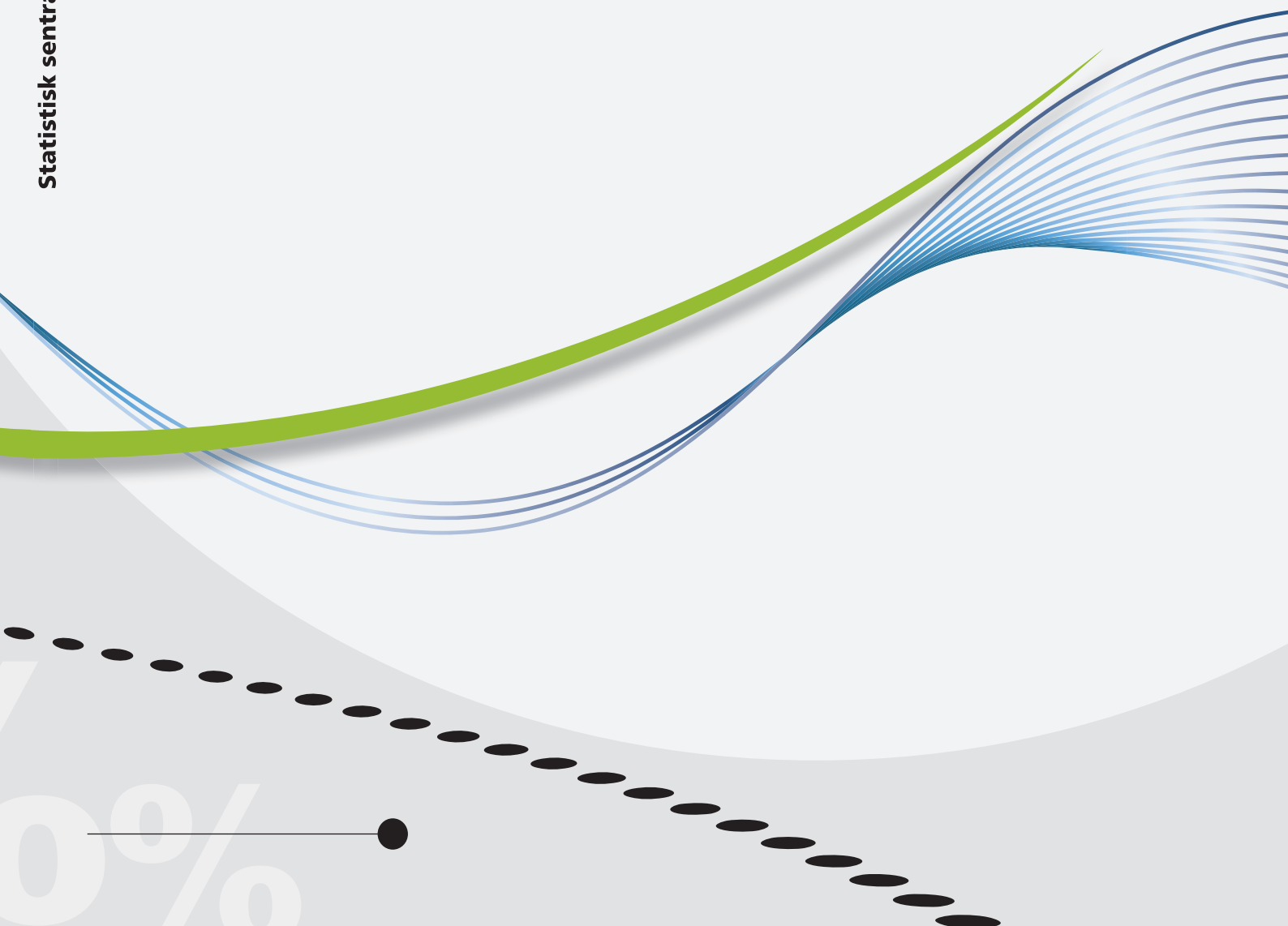




Nadiya Fedoryshyn

**Beregning av CO₂-faktor for utslipp
fra fossil del av avfall brent i
forbrenningsanlegg**

Dokumentasjon av metode



Nadiya Fedoryshyn

**Beregning av CO₂-faktor for utslipp fra fossil del
av avfall brent i forbrenningsanlegg**

Dokumentasjon av metode

Notater I denne serien publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

	Standardtegn i tabeller	Symbol
© Statistisk sentralbyrå	Tall kan ikke forekomme	.
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Oppgave mangler	..
Publisert januar 2015	Oppgave mangler foreløpig	...
	Tall kan ikke offentliggjøres	∴
	Null	-
ISBN 978-82-537-9085-5 (elektronisk)	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
ISSN 1891-5906	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
	Foreløpig tall	*
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimaltegn	,

Forord

Dette notatet dokumenterer metoden bak beregningene av CO₂-faktoren for den fossile delen av avfallet brent i avfallsforbrenningsanlegg i Norge i perioden 1990-2013. Faktoren brukes i de årlige beregningene av utslipp til luft av klimagasser.

Prosjektet er utarbeidet med støtte fra Miljødirektoratet.

Notatet er skrevet av førstekonsulent Nadiya Fedoryshyn ved seksjon for energi- og miljøstatistikk med bidrag fra Ketil Flugsrud, Henning Høie og Camilla Skjerpen (Statistisk sentralbyrå) og Eilev Gjerald (Miljødirektoratet).

Statistisk sentralbyrå, 3. desember 2014.

Tonje Køber

Sammendrag

Hovedformålet med notatet er å beskrive beregningene bak tidsserien for CO₂-faktoren for den fossile delen av avfallet brent i avfallsforbrenningsanlegg i Norge i perioden 1990-2013. Fra og med publiseringen av statistikken i januar 2015 erstatter denne tidsserien to faste faktorer som ble brukt i tidsserien for utslippsberegningene. De to faste faktorene var 251 kg CO₂ per tonn avfall for utslippene i perioden 1990 - 1995 og 541,5 kg CO₂ per tonn avfall for utslippene etter 1995. Det store avviket mellom faktorene førte til et hopp i beregnet CO₂-utslipp fra avfall fra 1995 til 1996.

I notatet er metoden bak beregningene av de to faktorene analysert. Det viste seg at de var beregnet basert på ulike antakelser om den fossile andelen i brent avfall. Dette bidro til at tall for CO₂-utslipp fra avfallsforbrenning før og etter 1995 ble mindre sammenliknbare.

Gjennomgangen viste også at det er behov for mer kunnskap om hvordan den fossile andelen i brent avfall har endret seg over tid. Det ble vurdert flere datakilder som kunne tallfeste denne endringen, blant annet ulike sorteringsanalyser av avfallssammensetningen og SSBs avfallsstatistikker. Basert på analysene som ble gjort, er den gjennomsnittlige årlige endringen i fossilandelen fra avfallsregnskapet anslått til 0,75 prosent i perioden 1995-2011.

Materialsammensetningen av avfallet brent i norske avfallsanlegg er hentet fra rapporten til Avfall Norge (2010), og denne ble brukt til å beregne den gjennomsnittlige fossile andelen i avfallet i 2009. Denne andelen kombinert med den gjennomsnittlige endringen på 0,75 prosent per år danner grunnlaget for tidsserien for den fossile andelen i perioden 1995-2011. I årene før 1995 og etter 2011 er fossilandelen holdt konstant på grunn av manglende tall fra avfallsregnskapet.

CO₂-utslippet fra forbrenning av en enhet fossil karbon (plast) er en nødvendig del av grunnlaget for beregning av CO₂-faktoren. Siden det er få sorteringsanalyser av sammensetningen av ulike typer plast i brent avfall, ble mengden beregnet av Klif (2011) på 2 708 kg CO₂ per tonn brent plast vurdert som det beste anslaget vi har per i dag og brukt i beregningen av faktoren.

Basert på fast mengde CO₂ per tonn brent plast og den beregnede tidsserien for fossilandelen i avfallet, ble tidsserien for CO₂-faktoren beregnet.

Det konkluderes i notatet at overgangen fra to faste CO₂-faktorer til en tidsserie over CO₂-faktoren gir en forbedring i kvaliteten av statistikken for utslipp til luft fra avfallsforbrenning. Denne overgangen bidrar til en jevnere og mer realistisk endring i utslipp fra brent avfall fra 1990 til 2013. Den nye tidsserien over CO₂-faktoren vil derfor erstatte de faste faktorene i SSBs utslippsberegninger. Samtidig kan tidsserien forbedres ytterligere, blant annet dersom man får nye opplysninger om avfallssammensetningen, for eksempel fra nye sorteringsanalyser eller gjennom direkterapporterte data fra avfallsanleggene. I tillegg bør mengdene avfall brent kvalitetssikres jevnlig.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
1. Bakgrunn og formål	6
2. SSBs avfallsstatistikker	6
2.1. Mengde avfall forbrent.....	6
2.2. Avfallets materialsammensetning.....	8
3. Beregningene bak dagens faktor	8
3.1. Beregning av kg CO ₂ per tonn plast.....	8
3.2. Varmeverdi.....	9
3.3. Beregning av andel fossilt karbon per tonn avfall.....	9
4. Hvordan brukes faktoren i SSBs utslippsberegninger?	10
5. Alternativ metode for beregning av faktoren	11
5.1. Fossil andel	11
5.2. Utvikling over tid.....	13
5.3. Resultater	15
6. Konklusjoner	17
6.1. Drøfting av metode og resultater	17
6.2. Forbedringer i fremtiden	17
Referanser	19
Vedlegg A	20
Figurregister	21
Tabellregister	21

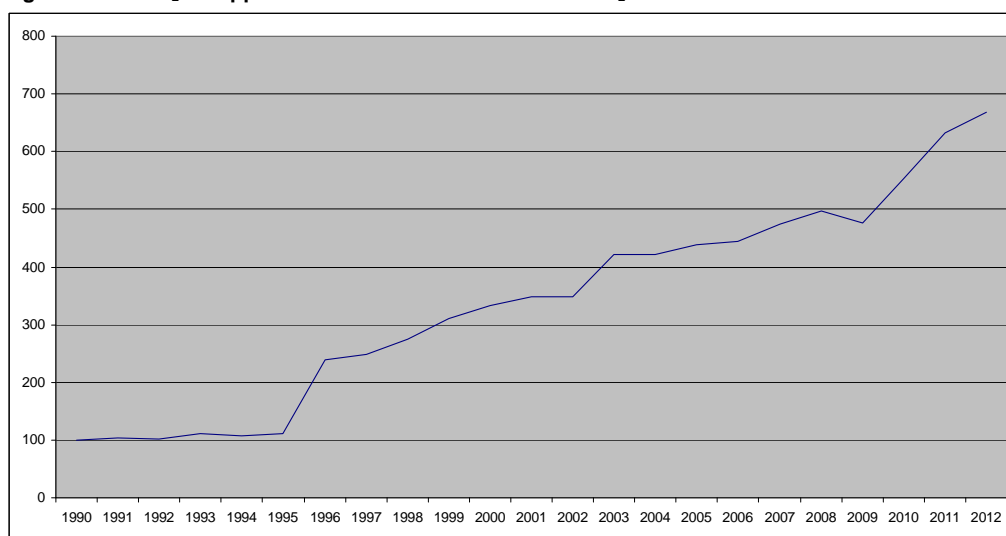
1. Bakgrunn og formål

Miljødirektoratet beregnet i 2011 en ny faktor for CO₂-utslipp fra fossilt avfall brent i avfallsforbrenningsanlegg. Den nye faktoren er 541,5 kg CO₂ per tonn avfall. Den gamle utslippsfaktoren i utslippsregnskapet var 251 kg CO₂ per tonn avfall (Klif, 2011). Den nye faktoren ble brukt i beregning av utslippene fra 1996, mens den gamle faktoren er brukt for utslippene i perioden 1990-1995. Dette fordi Miljødirektoratet mente at innholdet av plast i brent avfall var lavere på 1990-tallet enn i dag.

Det er tydelig at spranget mellom 1995 og 1996 ikke reflekterer den faktiske utviklingen i CO₂-faktoren. Gitt at den nye faktoren på 541,5 kg CO₂/tonn avfall er korrekt, er den gamle faktoren mest sannsynlig for lav.

Figur 1.1 viser tidsserien fra Statistisk sentralbyrås statistikk for CO₂-utslipp fra avfallsforbrenning i perioden 1990–2012 og hvordan det store avviket mellom faktorene gir et sprang i beregnet CO₂-utslipp fra avfall fra 1995 til 1996.

Figur 1.1. CO₂-utslipp fra avfall. 1990–2012. 1000 tonn CO₂-ekvivalenter



Kilde: SSB (2013b).

Det er behov for å undersøke om det er mulig å få en mer realistisk utvikling i faktoren fra år til år. Formålet med prosjektet er derfor å se om det er variasjon i CO₂-faktoren over tid, og hvis ja, hvor ofte det er ønskelig å beregne den.

I dette notatet blir det vurdert om det finnes tilstrekkelig datagrunnlag for å lage en konsistent tidsserie for faktoren¹. Vi har sammenlignet beregningene bak de to faktorene som er brukt til nå, og foreslår en alternativ metode for å beregne utviklingen i faktoren over tid. Til slutt diskuteres utfordringene ved datagrunnlaget og andre kilder til usikkerhet i beregningen av faktoren.

2. SSBs avfallsstatistikker

2.1. Mengde avfall forbrent

Statistikken «Avfallshåndtering ved avfallsanlegg» (SSB 2013c) gir en oversikt over mengder avfall som går til ulike behandlingsmåter på avfallsanlegg i Norge. Statistikk over kommunalt avfall ble publisert av SSB hvert tredje år fra 1992 til 1999. Denne statistikken omfattet blant annet avfallshåndtering som kommunene foresto eller hadde administrativt ansvar for. Etter hvert har en stadig større del av

¹ Dette notatet omhandler kun CO₂-faktor fra den fossile delen av avfall brent. Faktor for CO₂-utslipp fra den ikke-fossile delen av avfallet ses ikke på her.

næringsavfallet blitt håndtert utenfor kommunalt administrert avfallshåndtering. Fra og med 2001 ble Avfallshåndtering skilt ut som en egen årlig skjemaundersøkelse, og private avfallsanlegg ble inkludert i tillegg til de kommunale.

Behandlingsmåtene er i statistikken fordelt på forbrenning, kompostering og deponering av avfallet. Avfallet som går til forbrenning er fordelt på husholdningsavfall og næringsavfall.

Tabell 2.1. Mengde avfall forbrent. 1000 tonn

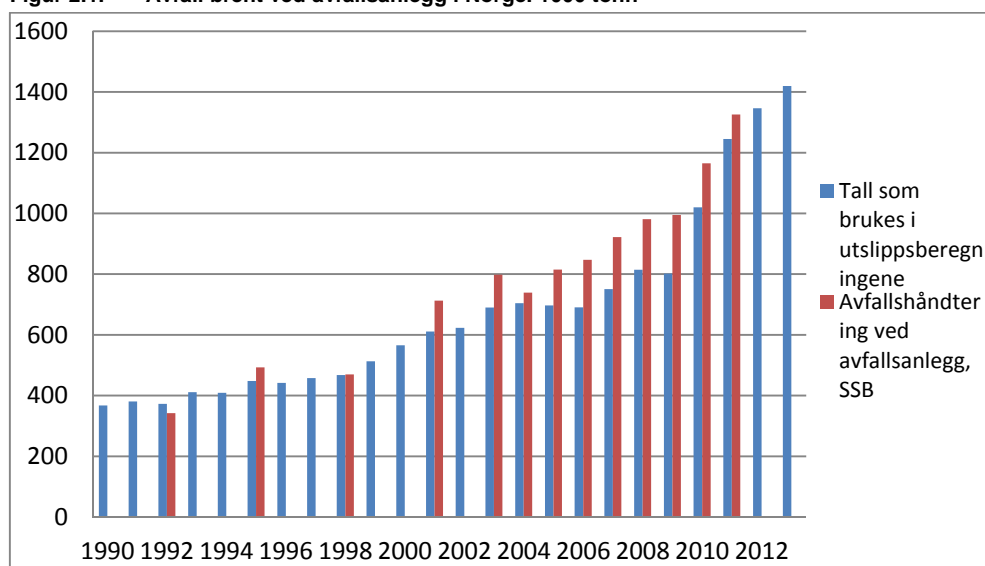
År	Mengde avfall forbrent	Husholdningsavfall til forbrenning	Næringsavfall til forbrenning
1992	342
1995	493
1998	470
2001	713	438	275
2003	798	544	253
2004	739	539	200
2005	815	614	201
2006	847	554	293
2007	922	573	349
2008	981	610	371
2009	995	786	209
2010	1 165	910	255
2011	1 326	1 016	310

Kilde: Avfallshåndteringsstatistikk (SSB 2013c).

Statistikken gir ikke en detaljert oversikt over materialsammensetningen av avfallet, kun fordeling på rene fraksjoner i alt og restavfall. Derfor kan ikke denne statistikken benyttes til å beregne den fossile andelen i avfall brent og se på hvordan den har utviklet seg over tid.

Man ser av tabellen at det mangler tall for noen av årene mellom 1990 og 2003, og for årene 2012 og 2013. En annen ulempe med statistikken i forhold til beregning av faktoren er at fra og med 2010 er også deponier og forbrenningsanlegg i industrien inkludert i statistikken. Disse anleggene ønsker ikke vi å ha med i totaltallene for mengde forbrent avfall (grunnen til dette er forklart i kapittel 4). Disse utfordringene viser at det er behov for å bruke andre datakilder eller kombinere avfallshåndteringsstatistikken med andre datakilder.

Figur 2.1. Avfall brent ved avfallsanlegg i Norge. 1000 tonn



Kilde: Avfallshåndteringsstatistikk (SSB 2013c) og Miljødirektoratet.

En annen datakilde for mengde avfall brent er tallene som i dag brukes i beregning av SSBs utslipp til luft. Disse tallene er tilpasset avgrensningene og definisjonene i utslippsberegningene, og er derfor en kombinasjon av avfallsmengdedata som rapporteres av anleggene til Miljødirektoratet og avfallsmengdedata som samles

inn av SSB. Figur 2.1 viser utvikling i avfallsmengdene fra denne datakilden sammenliknet med avfallshåndteringsstatistikken.

Vi ser at mengdene rapportert til Miljødirektoratet og SSB er noe lavere for de fleste årene enn mengden avfall fra avfallshåndteringsstatistikken. Samtidig vet vi at avfallsmengdene i avfallshåndteringsstatistikken er for høye fra og med 2010 da avfallsanlegg i industrien og deponier ble inkludert. I tillegg mangler vi data fra denne datakilden for noen år i tidsserien. Derfor brukes avfallsmengdene fra utslippsberegningen som kilde til beregning av utslipp fra avfallsforbrenning også i dette notatet.

2.2. Avfallets materialsammensetning

Siden 1995 har Statistisk sentralbyrå (SSB) årlig publisert statistikk fra avfallsregnskapet som viser utviklingen i mengde avfall i Norge fordelt på tre dimensjoner: materiale, kilde og behandling. Det foreligger statistikk for følgende materialer: papir, glass, våtorganisk avfall, metaller, tre, plast, tekstiler, slam, betong, andre materialer og farlig avfall. For alle disse materialene finnes det årlige tall for mengde avfall forbrent. Dette gir en mulighet til å se på sammensetning av avfallet som blir forbrent og hvordan denne sammensetningen har endret seg over tid.

Tabell 2.2. Andel i brent avfall. Prosent på vektbasis

År	Papir	Plast	Treavfall	Tekstil	Våtorganisk	Metall	Slam	Glass	Andre materialer	Farlig avfall
1995 ...	7,2	4,8	59,2	1,4	12,5	0,0	1,5	1,7	5,6	6,1
1996 ...	8,2	5,5	57,6	1,5	14,7	0,0	1,7	1,8	2,3	6,7
1997 ...	8,3	5,6	55,6	1,5	15,0	0,0	3,3	1,9	2,2	6,6
1998 ...	8,4	5,9	54,0	1,6	15,0	0,0	4,7	1,9	2,0	6,4
1999 ...	8,9	6,5	50,5	1,8	16,2	0,0	5,9	2,1	2,3	5,9
2000 ...	9,0	6,6	48,7	1,8	17,2	0,0	5,8	2,2	2,6	6,1
2001 ...	9,2	7,0	47,2	2,0	18,5	0,0	5,6	2,3	2,6	5,5
2002 ...	9,4	7,1	46,2	2,1	19,1	0,0	5,6	2,4	2,9	5,2
2003 ...	9,3	7,2	44,4	2,1	19,5	0,0	5,4	2,4	3,2	6,5
2004 ...	9,4	7,1	45,5	2,1	19,5	0,0	4,6	2,4	2,9	6,4
2005 ...	9,6	7,3	45,8	2,1	19,9	0,0	3,7	2,5	2,7	6,4
2006 ...	9,9	7,3	45,6	2,2	20,4	0,0	3,3	2,5	2,4	6,4
2007 ...	10,0	7,2	48,1	2,1	20,4	0,0	2,9	2,5	2,3	4,4
2008 ...	10,1	7,2	47,3	2,2	20,6	0,0	2,0	2,5	2,0	6,1
2009 ...	10,4	7,3	45,5	2,2	21,4	0,0	2,0	2,5	2,0	6,5
2010 ...	10,9	7,8	42,4	2,4	23,1	0,0	1,8	2,8	2,0	6,7
2011 ...	11,0	7,9	40,3	2,6	23,0	0,0	2,2	2,6	5,5	4,9

Kilde: Avfallsregnskapet (SSB 2013a).

Utfordringen med avfallssammensetningen i avfallsregnskapet er at denne statistikken inkluderer kun det norske avfallet uavhengig av hvor det er brent. Det betyr blant annet at avfallet som eksporteres til utlandet² eller brennes i egne anlegg i industrien også er inkludert i statistikken. I dette prosjektet er vi imidlertid interessert i å finne mengde og sammensetning kun av det avfallet som er brent på norske avfallsforbrenningsanlegg. Det betyr at sammensetningen i avfallsregnskapet alene ikke kan brukes til å beregne andelen plast i avfallet som skal danne grunnlag for CO₂-faktoren (blant annet fordi avfallet brent i egne anlegg i industrien har en annen sammensetning enn avfall ellers siden det inneholder en del treavfall, slam og lite plast).

3. Beregningene bak dagens faktor

3.1. Beregning av kg CO₂ per tonn plast

Utslipp av CO₂ per tonn plast brukt i faktorberegningen til Miljødirektoratet (Klif 2011) er basert på Danmarks National Inventory Report 2010 (NIR 2010) og

² Dette gjelder kun rapporteringspliktig avfall (i hovedsak farlig avfall og noe blandet avfall).

sammensetning av plast i avfallet i Danmark. Fra dette ble det av Miljødirektoratet beregnet at utslippet av CO₂ per tonn brent plast er 2 708 kg (Klif 2011).

For å estimere sammensetningen av plast i avfallet basert på norske data trenger vi kunnskap om hvilke typer plast som blir brent i norske avfallsforbrenningsanlegg, og hvordan sammensetningen har forandret seg over tid. Det ble i dette prosjektet sett nærmere på hva som finnes av sorteringsanalyser av norsk avfall fra 1990-tallet. Det ser ut som det finnes få slike analyser, og at de som finnes er for lite detaljerte til å kunne brukes til å finne ut hvilke typer plast som blir brent.

Siden sammensetningen av plast i brent avfall i Norge er ukjent, vil tallet beregnet av Klif (2011) (2 708 kg CO₂ per tonn brent plast) brukes i beregningene videre i notatet som det beste anslaget vi har per i dag.

3.2. Varmeverdi

Fornybar andel av avfallet på energibasis vil ikke være den samme som på vektbasis siden de fossile avfallsfraksjonene har høyere brennverdi og lavere fuktinnhold. Det betyr at for å kunne beregne CO₂-faktoren på energibasis må man først beregne varmeverdien (LHV). Avfallets varmeverdi er basert på kjemisk sammensetning av avfallet. I Klif (2011) er faktoren som brukes for varmeverdien i perioden 1996–2011 antatt lik 12 GJ per tonn blandet avfall. Dette er basert på beregningene i Avfall Norge (2006). I beregningen av den gamle faktoren (SFT 1996) opereres det med en varmeverdi på 10,5 GJ per tonn blandet avfall.

I den nyeste rapporten fra Avfall Norge (Avfall Norge 2010) er det beregnet en varmeverdi som er lik 11,5 GJ per tonn blandet avfall. Beregningen er foretatt i en modell som er utviklet av PROFU³ og som ble benyttet i beregningen gjennomført i Avfall Norge (2006).

Det er rimelig å anta at avfallssammensetningen endrer seg over tid, noe som betyr at også varmeverdien mest sannsynlig har endret seg. Imidlertid er analysene av den kjemiske sammensetningen i avfallet gjennomført bare for enkelte år og bygger i noen tilfeller på ulike beregningsmetoder. Dette gjør det vanskelig å lage en tidsserie over varmeverdien. Derfor velger vi å bruke fast varmeverdi som er lik 11,5 GJ per tonn blandet avfall når tidsserien for CO₂-faktoren skal beregnes.

3.3. Beregning av andel fossilt karbon per tonn avfall

Den store forskjellen mellom de beregnede fossilandelene før og etter 1995 gir et brudd i tidsserien for CO₂-faktoren fra 1995 til 1996. Her er det derfor viktig å se nærmere på hva som inngår i den fossile andelen og hvilke metoder som er brukt for å estimere den gamle og den nye faktoren.

Den gamle faktoren (251 kg/tonn avfall) ble beregnet basert på rapporten "Utslipp ved håndtering av kommunalt avfall" (SFT 1996), og det ble gått ut ifra at mindre enn 10 prosent av mengden avfall brent var fossilt. I rapporten ble det gjort følgende antakelser om det fossile karboninnholdet i de ulike avfallskomponentene:

"... De avfallskomponenter som inneholder karbon fra fossile kilder, gir derimot opphav til netto utslipp av karbondioksid ved forbrenning. Dette gjelder:

- Alle plastkomponenter (hele karboninnholdet)
- "Annet brennbart" (antatt 80 % av karboninnholdet). For denne komponenten i husholdningsavfall er anslaget usikkert på grunn av treinnholdet, som imidlertid høyst sannsynlig ikke dominerer. Når det

³ PROFU (Projektinriktad forskning och Utveckling i Göteborg AB) er et svensk konsultselskap som arbeider med energi-, avfall- og miljøspørsmål. For mer informasjon om beregningsmodellen utviklet av PROFU, se Avfall Norge (2010), del 6.

gjelder tilsvarende komponent i produksjonsavfall, er usikkerheten mindre fordi tre er en egen komponent i dette avfallet.

- "Tekstil", "finstoff", og "støvsugerposer" (antatt 50 prosent av karboninnholdet)".

I beregningen av den nye faktoren er det brukt en fossilandel på 20 prosent som er hentet fra rapporten "Fornybar andel i avfall til norske forbrenningsanlegg i 2009" (Avfall Norge 2010). Tilsvarende fornybar og inert andel i rapporten er lik henholdsvis 60 og 20 prosent. De totale andelene ble beregnet som gjennomsnitt av mengden avfall vektet med følgende andeler i de ulike avfallsfraksjonene (se tabell 3.1).

Tabell 3.1. Fordeling av fossilt, fornybart og inert innhold i avfallsfraksjoner, avfall totalt.

Materiale	Fossilt innhold	Fornybart innhold	Inert innhold
Plastemballasje	99,3 %	0,0 %	0,7 %
Annen plast	88,1 %	0,0 %	11,9 %
Klær og tekstiler	48,8 %	48,8 %	2,4 %
Lær og gummi	26,5 %	26,5 %	47,0 %
Bleier og bind	22,3 %	77,5 %	0,2 %
EE-avfall	36,6 %	38,9 %	24,5 %
Farlig avfall	61,8 %	0,0 %	38,3 %
Inert	0,0 %	0,0 %	100,0 %
Treverk	5,0 %	91,9 %	3,2 %
Papiravfall	4,4 %	83,9 %	11,7 %
Våtorganisk	0,0 %	88,3 %	11,7 %
Finstoff	25,0 %	50,0 %	25,0 %

Kilde: Avfall Norge (2010).

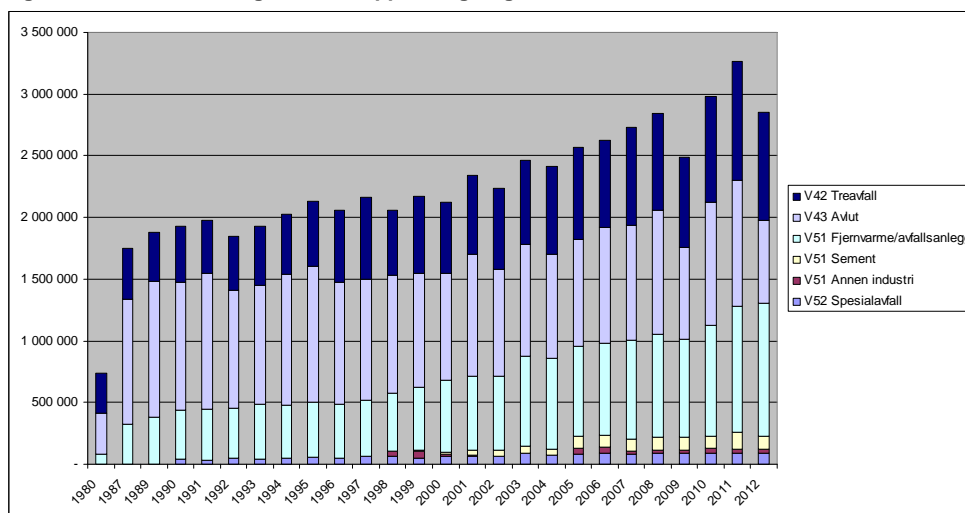
Denne fordelingen er mer detaljert sammenlignet med antakelsene i SFT-rapporten fra 1996. I tillegg er det en del avvik mellom antakelsene om størrelsen på de fossile andelene for ulike materialer i disse to rapportene. Noen materialer har fossile andeler i Avfall Norge (2010), mens disse var lik null i den gamle fordelingen (bleier og bind, papir). Den fossile andelen i finstoff er imidlertid lavere i den nye fordelingen, mens det fossile innholdet i klær og tekstiler samt plastemballasje er omtrent likt.

Dette viser tydelig at metodene bak beregningene av de fossile andelene per tonn avfall er ulike før og etter 1996. Metoden bak den nye faktoren baserer seg på en mer detaljert fordeling av de fossile andelene i ulike avfallsfraksjoner.

Imidlertid kan ikke den fossile andelen slik den er beregnet i Avfall Norge (2010) danne grunnlag for faktoren som brukes videre i utslippsberegningene til SSB. Grunnen til dette forklares i neste kapittel av dette notatet.

4. Hvordan brukes faktoren i SSBs utslippsberegninger?

I denne delen av notatet ses det nærmere på avfallskategoriene i SSBs utslippsstatistikk der CO₂-faktoren brukes for å beregne utslippet. Avfallet i utslippsberegningene er fordelt på fire typer (varer): avfall generelt, treavfall, avlut og spesialavfall (Figur 4.1). CO₂-faktoren brukes kun til å beregne utslipp fra forbrenning av avfallstypen "avfall generelt". For de tre andre avfallstypene beregnes ikke CO₂-utslipp.

Figur 4.1. Avfallskategorier i utslippsberegningene. Tonn⁴

Kilde: SSBs utslippsberegninger.

Avfall generelt (vare V51) er blandet (ikke sortert) avfall. Dette avfallet er fordelt på tre kategorier etter hvor det brennes: fjernvarme/avfallsanlegg, sementindustri og annen industri.

Faktoren for beregning av utslipp fra brent avfall bør være basert på den fossile andelen i «avfall generelt» fra forbrenning i næringene fjernvarme/avfallsanlegg. Dette er fordi:

- Utslippskilden annen industri har vært ubetydelig gjennom hele tidsserien. Derfor velger vi å se bort fra denne næringen i beregningen.
- Bedriftene i sementindustrien rapporterer utslipp direkte til Miljødirektoratet og SSB, og utslippet er inkludert i statistikken gjennom denne rapporteringen. Derfor skal ikke avfallet fra disse inkluderes i beregningen av den fossile andelen og CO₂-faktoren.

I rapporten fra Avfall Norge (2010) er sementbedriftene inkludert i anleggene som danner grunnlaget for beregning av den fossile andelen. Dersom materialsammensetningen av avfallet brent på disse anleggene er ulik materialsammensetningen i avfallet ellers, påvirker dette den gjennomsnittlige fossile andelen. I dette tilfellet bør avfallet brent på sementbedriftene trekkes ut.

Vi ser nærmere på hvordan dette kan gjøres videre i notatet.

5. Alternativ metode for beregning av faktoren

5.1. Fossil andel

Som forklart i avsnitt 3.2 finnes det ikke detaljerte nok data i SSB for å fordele avfall brent i avfallsforbrenningsanlegg i Norge på ulike materialfraksjoner. Fordelingen som er angitt i rapporten fra Avfall Norge, kan brukes til å beregne den fossile andelen i avfall brent, men bare dersom sementbedriftene trekkes ut av beregningen. For å trekke ut sementbedriftene, trenger vi informasjon om mengde avfall brent og fossil andel i avfallet for disse i 2009. Sementbedriftene samlet rapporterte følgende i 2009:

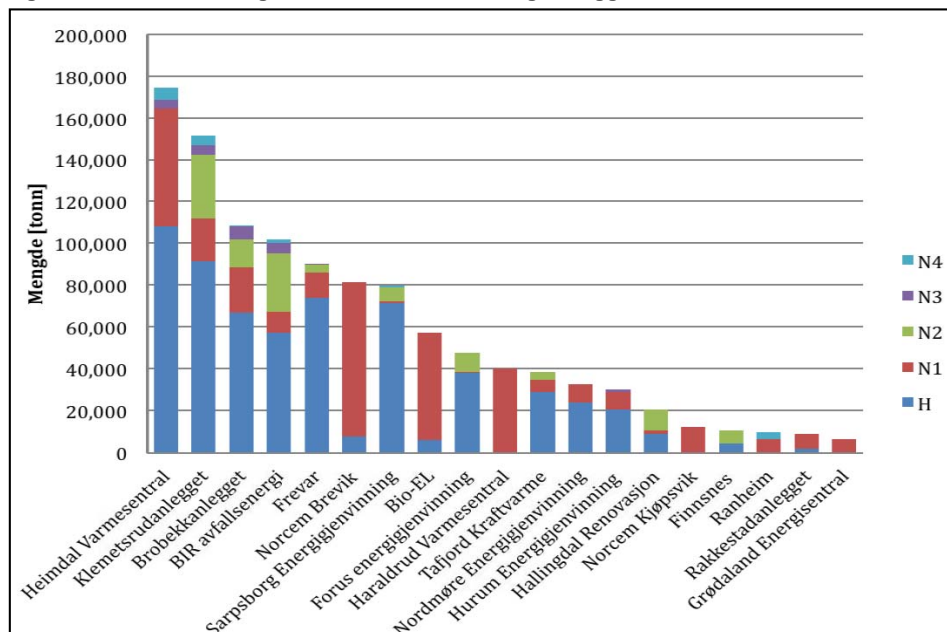
Mengde avfall brent, tonn	Utslipp CO ₂ , tonn
114 841	47 791

⁴ V42 Treavfall i figur 4.1 inkluderer treavfall brent i industrien, treavfall brent i fjernvarmeanlegg og annet treavfall brent.

Ut fra dette er det beregnet en faktor på 416,15 kg/tonn blandet avfall. Dersom vi antar at utslippet av CO₂ per tonn brent plast er 2 708 kg (se avsnitt 3.1), får vi en fossil andel i avfallet som er brent på 15,4 prosent.

Fra rapporten til Avfall Norge ser vi at nesten alt avfallet brent i Norcem-bedriftene er sortert næringsavfall (N1 i figur 5.1). I tillegg er det noe husholdningsavfall, men vi velger å se bort fra dette i beregningen siden disse mengdene mest sannsynlig har liten betydning for den totale fossile andelen i avfallet.

Figur 5.1. Avfallsmengde ved norske forbrenningsanlegg. 2009. Tonn



Kilde: Avfall Norge (2010).

Tegnforklaring: H – Husholdningsavfall; N1 – Sortert næringsavfall; N2 – Usortert næringsavfall; N3 - Brennbart restavfall fra gjenvinningsstasjon; N4 – Annet næringsavfall

Tabell 5.1. Fornybar, fossil og inert andel på vektbasis. 2009

	H	N1	N2	N3	N4	Vektet gjennomsnitt
Fornybar andel	64,3 %	51,0 %	66,1 %	60,3 %	68 %	60 %
Fossil andel	17,7 %	22,9 %	18,1 %	22,2 %	21 %	20 %
Inert andel	18,0 %	26,1 %	15,7 %	17,5 %	11 %	20 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100 %

Kilde: Avfall Norge (2010).

I alt ble det brent 343 000 tonn av sortert næringsavfall i 2009 i følge rapporten, og dette avfallet hadde en gjennomsnittsfossil andel på 22,9 prosent (tabell 5.1). Dersom vi trekker ut avfallet brent på sementbedriftene fra den totale mengden sortert næringsavfall, får vi i alt 228 200 tonn sortert næringsavfall med fossil andel på 26,7 prosent.

Fossilandelen i næringsavfallet øker og trekker den totale fossilandelen opp. Samtidig reduseres mengden næringsavfall som fører til at husholdningsavfallets andel øker. Dette trekker den totale fossile andelen ned. Som følge av disse endringene får vi i 2009 en fossil andel på 20 prosent, som i rapporten til Avfall Norge (Avfall Norge 2010), men grunnlaget for beregningen er mer riktig siden sementbedriftene er trukket ut.

Tabell 5.2. Fossil andel i avfallet når sementbedriftene er trukket ut. 2009

	Husholdningsavfall		Næringsavfall		
	H	N1	N2	N3	N4
Fossil andel, prosent	17,7	26,69	18,1	22,2	21
Mengde, 1000 tonn	606,5	228,2	112	21,5	17
Andel av avfallet, prosent	62	23	11	2	2
Gjennomsnittlig vektet fossil andel, prosent	17,7				23,6
Bidrag til den totale fossilandelen (fossil andel*andel av avfallet)	10,9				9,1
Fossil andel i alt, prosent					20,0

Kilde: Egne beregninger og Avfall Norge (2010).

5.2. Utvikling over tid

Hovedformålet med prosjektet har vært å se nærmere på utviklingen i CO₂-faktoren over tid, blant annet for å kunne få en mer gradvis overgang i tidsserien for utslipp fra avfall brent før og etter 1995 (figur 1.1). Tidligere i notatet er det konkludert med at bruddet i serien skyldes ulike antakelser om fossilandelen i beregning av den gamle og den nye faktoren. Metodikken som ble brukt i rapporten Avfall Norge (2010) ble valgt til beregning av fossilandelen også i dette notatet. Imidlertid er rapporten basert på en sammensetning av sorteringsanalyser som ikke gir noen indikasjon på utvikling i avfallsets materialsammensetning over tid.

I vurdering av endring i avfallssammensetningen ble det sett på to typer datakilder: sorteringsanalyser av avfallet fra ulike år og tidsserier fra avfallsstatistikkene til SSB.

- Sorteringsanalyser: Det ble sett på andre rapporter fra tidligere år som beskriver avfallsets sammensetning på liknende måte som det er gjort i Avfall Norge (2010) (Avfall Norge (2006) og Skullerud (2010)). Utfordringen med å bruke slike rapporter til å lage en tidsserie er at de er sammensatt av flere sorteringsanalyser fra ulike år. For eksempel ble det i rapporten Avfall Norge (2006) brukt plukkanalyser fra årene 1999-2005, mens i 2010-rapporten ble det brukt analyser fra 2006-2009. I tillegg har rapportene ulike avgrensninger, for eksempel når det gjelder populasjon eller fordeling av avfallet på materialfraksjoner. På grunn av dette blir resultatene av de ulike analysene ikke sammenliknbare.
- SSBs avfallsstatistikker: Det ble sett på to avfallsstatistikker i SSB – avfallsregnskapet og statistikk for avfallshåndtering ved norske avfallsanlegg. Som beskrevet i del 2 av notatet, er ingen av disse en optimal datakilde for å se på endringen i avfallssammensetningen over tid. Statistikken over avfallshåndtering gir en tidsserie over mengde avfall brent i norske avfallsanlegg, men den er ikke detaljert nok til at avfallet kan fordeles på fraksjoner. I avfallsregnskapet er avfallet fordelt på fraksjoner, så denne statistikken gir en antydning over hvordan avfallssammensetningen har endret seg over tid. Imidlertid kan ikke mengdene og materialandelene fra regnskapet brukes til å beregne fossilandelen i dette prosjektet fordi regnskapet omfatter annen mengde og type avfall enn det vi trenger (se avsnitt 2.2 for en mer detaljert forklaring).

Avfallsregnskapet ser ut til å være den eneste kilden som kan gi en antydning om hvordan fossilandelen har endret seg over tid. Selv om man ikke kan bruke materialandelene fra avfallsregnskapet for å beregne nivå, kan man se på hvordan disse har endret seg over tid. Det foreslås derfor at endringen i materialsammensetningen fra regnskapet brukes som grunnlag for beregning av tidsserien over avfallsets fossilandel.

Dataene fra avfallsregnskapet er tilgjengelige for perioden 1995-2011. Før 2012-publiseringen gjennomgikk avfallsregnskapet en stor endring. Fra 2012 blir det publisert andre materialkategorier enn før. En av disse nye kategoriene er 'blandet avfall'. Mens det blandete avfallet før ble fordelt på de enkelte materialtypene som

det blandete avfallet består av, er det nå en egen kategori. I 2012 omfattet denne kategorien om lag 55 prosent av avfallet levert til forbrenning. Dette gjør en sammenligning med mengder avfall for tidligere år vanskelig, særlig for de materialene som det er store mengder av i det blandete avfallet (som våtorganisk avfall, papir, plast med flere).

Tabellen under viser hvordan den fossile andelen beregnet fra materialandeler i avfallsregnskapet (tabell 2.1) har utviklet seg fra 1995 til 2011.

Tabell 5.3. Fossilandelen i avfallet basert på avfallsregnskapet

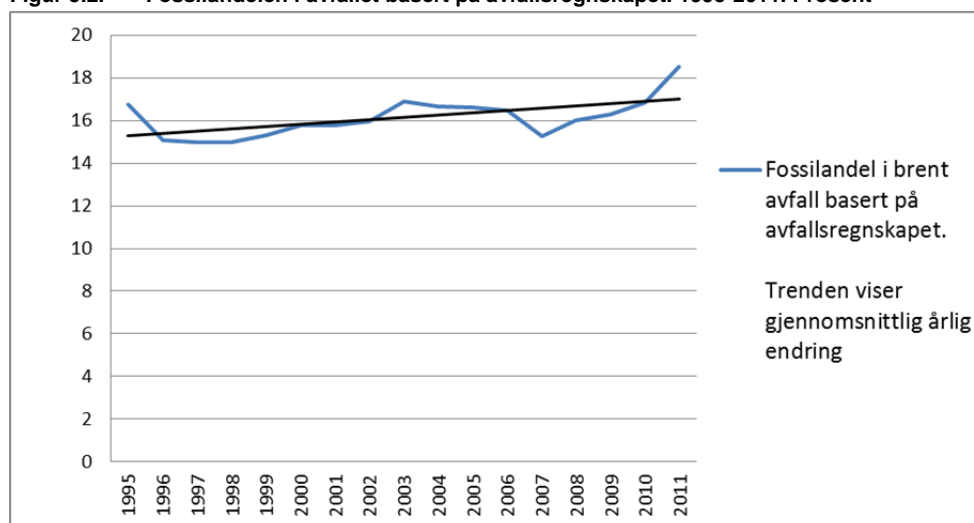
År	Fossil andel, prosent
1995	16,73
1996	15,07
1997	14,99
1998	14,98
1999	15,31
2000	15,77
2001	15,76
2002	15,95
2003	16,89
2004	16,64
2005	16,61
2006	16,47
2007	15,24
2008	16,00
2009	16,29
2010	16,84
2011	18,52

Kilde: Egne beregninger basert på SSB (2013a).

Denne fossilandelen er noe lavere enn andelen basert på Avfall Norge (2010) og kan ikke brukes til å beregne utslipp fra avfall brent i norske avfallsanlegg. En del av forklaringen på dette er at i avfallsregnskapet er det inkludert avfall som forbrennes i egne anlegg i industrien, og som inneholder en del treavfall, slam og lite plast.

Andelen fra tabell 5.3 varierer noe over tid, men har økende trend, som bekrefter antakelsen om at andel plast i brent avfall har økt over tid. I gjennomsnittet har andelen økt med 0,75 prosent hvert år i perioden 1995 – 2011. Det er valgt å bruke denne gjennomsnittsovergangen til beregning av endring i fossilandelen (i 2009 er andelen satt lik 20 prosent basert på beregningen i avsnitt 5.1).

Figur 5.2. Fossilandelen i avfallet basert på avfallsregnskapet. 1995-2011. Prosent



Kilde: Egne beregninger basert på SSB (2013a).

Det er med andre ord valgt å bruke gjennomsnittlig årlig økning istedenfor de årlige endringene fra avfallsregnskapet. Dette er fordi vi mener at variasjonen i fossilandelen fra avfallsregnskapet ikke alltid reflekterer de virkelige endringene i

andel plast i avfallet. Denne variasjonen kan noen ganger skyldes endringer i beregningsmetode for de ulike fraksjonene, eller det at noen av materialfraksjonene delvis brukes til å avstemme regnskapet. For eksempel er det en stor nedgang i andelen «Andre materialer» fra 1995 til 1996 og stor økning i denne andelen fra 2010 til 2011, noe som mest sannsynlig ikke skyldes reelle endringer i material-sammensetningen. Samtidig ser vi at disse endringene har lite påvirkning på den gjennomsnittlige årlige endringen på 0,75 prosent. Når vi korrigerer for variasjonen i «Andre materialer» blir den gjennomsnittlige årlige endringen 0,76 prosent.

Siden regnskapets tidsserie ikke dekker alle årene fra 1990, men bare er tilgjengelig for perioden 1995-2011, foreslås det å bruke den gjennomsnittlige økningen på 0,75 prosent for årene 1995 til 2011. I årene før 1995 (1990 – 1994) velger vi å sette fossilandelen konstant og lik andelen for 1995, mens for årene etter 2011 settes fossilandelen lik den for 2011.

5.3. Resultater

Når vi kombinerer trenden i materialsammensetningen fra avfallsregnskapet, den fossile andelen for 2009 beregnet fra Avfall Norges rapport (Avfall Norge 2010) samt antakelsene om mengden CO₂-utslipp per tonn plast (Klif 2011), får vi følgende tidsserier over den fossile andelen og CO₂-faktoren på vektbasis:

Tabell 5.4. Endring i fossilandelen og CO₂-faktoren på vektbasis over tid

År	Fossil andel, %	kg CO ₂ /tonn plast	Faktor på vektbasis (kg CO ₂ /tonn avfall)
1990	18,0	2 708	487,4
1991	18,0	2 708	487,4
1992	18,0	2 708	487,4
1993	18,0	2 708	487,4
1994	18,0	2 708	487,4
1995	18,0	2 708	487,4
1996	18,1	2 708	491,1
1997	18,3	2 708	494,8
1998	18,4	2 708	498,6
1999	18,5	2 708	502,3
2000	18,7	2 708	506,1
2001	18,8	2 708	509,9
2002	19,0	2 708	513,8
2003	19,1	2 708	517,7
2004	19,3	2 708	521,6
2005	19,4	2 708	525,5
2006	19,6	2 708	529,5
2007	19,7	2 708	533,5
2008	19,9	2 708	537,5
2009	20,0	2 708	541,6
2010	20,2	2 708	545,7
2011	20,3	2 708	549,8
2012	20,3	2 708	549,8
2013	20,3	2 708	549,8

Kilde: Egne beregninger basert på Klif (2011) og SSB (2013a).

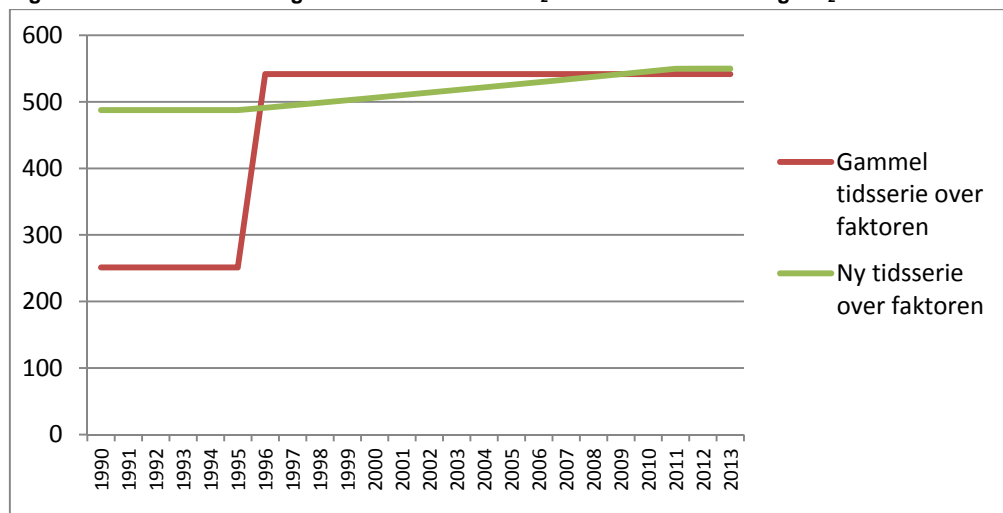
Ved å dele CO₂-faktoren per tonn avfall på avfallets varmeverdi kan man også beregne faktoren på energibasis - i kg CO₂ per GJ avfall. Resultatene er fremstilt i tabell 5.5.

Tabell 5.5. Endring i CO₂-faktoren på energibasis over tid

År	Faktor på vektbasis (kg CO ₂ /tonn avfall)	Varmeverdi (GJ/tonn avfall)	Faktor på energibasis (kg CO ₂ /GJ avfall)
1990	487,4	11,5	42,4
1991	487,4	11,5	42,4
1992	487,4	11,5	42,4
1993	487,4	11,5	42,4
1994	487,4	11,5	42,4
1995	487,4	11,5	42,4
1996	491,1	11,5	42,7
1997	494,8	11,5	43,0
1998	498,6	11,5	43,4
1999	502,3	11,5	43,7
2000	506,1	11,5	44,0
2001	509,9	11,5	44,3
2002	513,8	11,5	44,7
2003	517,7	11,5	45,0
2004	521,6	11,5	45,4
2005	525,5	11,5	45,7
2006	529,5	11,5	46,0
2007	533,5	11,5	46,4
2008	537,5	11,5	46,7
2009	541,6	11,5	47,1
2010	545,7	11,5	47,4
2011	549,8	11,5	47,8
2012	549,8	11,5	47,8
2013	549,8	11,5	47,8

Kilde: Egne beregninger basert på Klif (2011) og SSB (2013a).

I figur 5.3 sammenliknes den nye tidsserien over faktoren med faktorene som var brukt før (251 og 541,5 kg CO₂/tonn avfall). Figuren viser at den nye tidsserien gir en mer gradvis endring i faktoren mellom 1990 og 2013. Den nye faktoren er høyere enn den gamle i perioden 1990-1995, som vi mener er et mer realistisk anslag. Etter 1995 øker faktoren gradvis frem til 2011, og blir deretter holdt konstant på 549,8 kg CO₂/tonn avfall. Med andre ord er differansen mellom faktorene størst i årene før 1995, og den reduseres over tid slik at faktorene er nesten like i de siste årene i beregningen.

Figur 5.3. Sammenlikning av tidsseriene over CO₂-faktoren. 1990-2013. kg CO₂/tonn avfall

Kilde: Klif (2011) og egne beregninger.

6. Konklusjoner

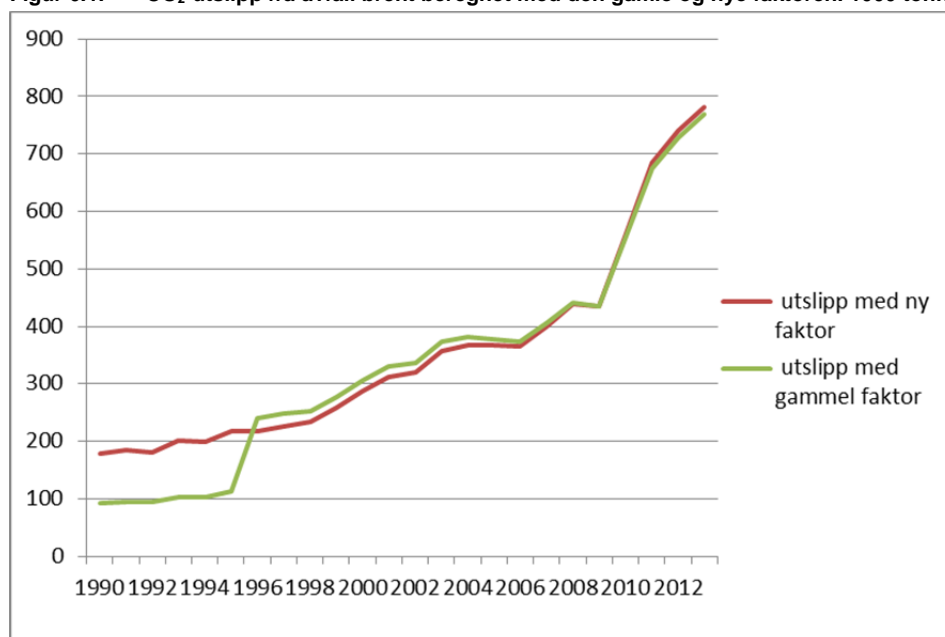
6.1. Drøfting av metode og resultater

Basert på vurderingene som fremgår i dette notatet vil vi bruke en lineært økende trend i utviklingen av den fossile CO₂-faktoren knyttet til avfallsforbrenning. Det er ikke grunn til å tro at det tidligere spranget i CO₂-faktoren fra 1995 til 1996 reflekterer en reell endring. Ved å bruke den jevnt stigende trenden over fossil-andelen beskrevet i avsnitt 5.2, får vi en mer gradvis og realistisk overgang mellom faktorene i årene før og etter 1995. Vi mener det nye anslaget for faktoren i årene før 1996 reflekterer utviklingen i CO₂-faktoren bedre enn den gamle faktoren som mest sannsynlig var for lav.

Den fossile andelen som faktoren er basert på, gir etter vår mening et godt bilde av den gjennomsnittlige avfallssammensetning for avfall brent på norske avfallsforbrenningsanlegg. Samtidig ser vi fra sorteringsanalysene at materialsammensetningen i avfallet varierer en del mellom de ulike anleggene (Avfall Norge 2010). Dette kan skape utfordringer, for eksempel når den gjennomsnittlige faktoren brukes til å beregne utslipp lokalt (slik den brukes i SSBs beregning av utslipp på fylkesnivå).

I figur 6.1 sammenliknes utslipp av CO₂ fra avfallsforbrenning basert på beregningene gjort i dette notatet mot utslippene basert på faktoren som har vært brukt tidligere. Datagrunnlaget for den nye tidsserien er presentert i vedlegg 1.

Figur 6.1. CO₂-utslipp fra avfall brent beregnet med den gamle og nye faktoren. 1000 tonn



Kilde: SSB (2013b) egne beregninger.

Av figuren ser vi at ved å endre tidsserien av faktoren får vi en mer gradvis utvikling i utslipp fra avfallsforbrenning i årene før og etter 1995. I årene etter 1995 er det relativt liten forskjell mellom tidsseriene.

6.2. Forbedringer i fremtiden

Det er en del antakelser bak beregningen av faktoren som bør revurderes jevnlig, for eksempel hvert 3.-4. år, eller når man får tilgang til nye eller mer detaljerte data.

Data-kildene som etter vår mening bør oppdateres og forbedres i årene framover for å opprettholde og forbedre kvaliteten i beregningene av CO₂-utslipp fra forbrenning av fossilt avfall er:

- Nye sorteringsanalyser med lignende populasjon og fordeling på materiale som i Avfall Norge (2010).
For å se på materialsammensetningen og beregne fossilandelen i avfallet er det behov for flere sorteringsanalyser som omfatter så mange anlegg som mulig i Norge. En sorteringsanalyse med en representativ populasjon og som kan sammenliknes med den i Avfall Norge (2010) er viktig for å kunne beregne hvordan avfallssammensetningen har endret seg over tid.
- Direkterapporterte tall fra anleggene av bedre kvalitet.
I beregning av utslipp per fylke hadde det vært et bedre alternativ å bruke utslippstall som rapporteres av avfallsforbrenningsanleggene. Anleggene leverer årlige rapporter om kvotepliktige utslipp til myndighetene. Noen anlegg oppgir i tillegg informasjon om utslipp fra avfallsforbrenning (som ikke er kvotepliktige) i sine rapporter. Det har imidlertid vært veldig vekslende kvalitet på disse tallene, både i kvotesystemet og i Norske Utslipp. Noen bedrifter rapporterer all CO₂, noen bare fossilt CO₂, mens noen oppgir at alt er CO₂ fra biomasse. På sikt, dersom datakvaliteten blir forbedret, kan man vurdere å inkludere utslippstall fra de anleggene som rapporterer sine utslipp direkte til myndighetene i SSBs utslippsberegninger. Da kan man også trekke ut disse anleggene fra beregningen av CO₂-faktoren på lignende måte som det ble gjort for sementbedriftene i dette notatet. Dette vil bidra til mer nøyaktighet i utslippstallene, spesielt på fylkesnivå.

I tillegg bør mengdene avfall brent kvalitetssikres jevnlig. Dette kan gjøres for eksempel ved å kvalitetssjekke tallene innrapportert av anleggene og sammenlikne mengdetallene som brukes i utslippsberegningene mot andre tilgjengelige datakilder (avfallshåndteringsstatistikk, fjernvarmestatistikk osv.). Populasjonen bør også vurderes jevnlig for å sikre at alle relevante anlegg er inkludert.

Referanser

Avfall Norge (2010): Fornybar andel i avfall til norske forbrenningsanlegg i 2009, Rapport 4/2010. (<http://www.avfallnorge.no/rapporter1.cfm?pArticleId=21956>)

Avfall Norge (2006): Fornybar andel i avfall til norske forbrenningsanlegg. Rapport av Mepex Consult AS/PROFU AB. Avfall Norge 2006. ISBN 82-8035-059-4

Danmark NIR (2010): National Inventory Report, Danmark, til UNFCCC. 2010. (http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/dnk-2010-nir-27may.zip)

Klif (2011). Notat: CO₂-faktor for fossil del av avfallet som blir brent i avfallsforbrenningsanlegg i Norge. Tilsendt SSB 20.01.2011.

SFT (1996): Utslipp ved handtering av kommunalt avfall. SFT rapport 1366:1996.

Skullerud, H., Frøyen B.K., Skogesal O., Vedø A. (2010): Estimering av materialfordelingen til husholdningsavfall i 2004. Rapport 42/2010, Statistisk Sentralbyrå. (http://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/rapp_201042/rapp_201042.pdf)

SSB (2013a): Avfallsregnskapet, 2011 (<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno>), publisert: 27. juni 2014

SSB (2013b): Utslipp av klimagasser, 1990-2011, endelige tall (<http://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-endelige>), publisert: 30. januar 2014

SSB (2013c): Avfallshåndtering ved avfallsanlegg, 2011 (<http://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfhand>), publisert: 6. februar 2013

Vedlegg A

Tabell A1. Grunnlagsdata for tidsserie i figur 6.1

År	Mengde avfall, 1000 tonn	Ny faktor (kg /tonn avfall)	Beregnet utslipp med ny faktor	Gammel faktor (kg CO ₂ /tonn avfall)	Beregnet utslipp med gammel faktor
1990	367,5	487,4	179	251	92,2
1991	380,5	487,4	185	251	95,5
1992	372,5	487,4	182	251	93,5
1993	411,1	487,4	200	251	103,2
1994	409,1	487,4	199	251	102,7
1995	448,0	487,4	218	251	112,4
1996	441,8	491,1	217	541,5	239,2
1997	457,8	494,8	227	541,5	247,9
1998	467,6	498,6	233	541,5	253,2
1999	512,8	502,3	258	541,5	277,7
2000	565,7	506,1	286	541,5	306,3
2001	611,1	509,9	312	541,5	330,9
2002	623,1	513,8	320	541,5	337,4
2003	690,2	517,7	357	541,5	373,7
2004	704,2	521,6	367	541,5	381,3
2005	696,9	525,5	366	541,5	377,4
2006	690,7	529,5	366	541,5	374,0
2007	750,6	533,5	400	541,5	406,5
2008	814,7	537,5	438	541,5	441,2
2009	801,9	541,6	434	541,5	434,2
2010	1 019,9	545,7	557	541,5	552,3
2011	1 245,2	549,8	685	541,5	674,3
2012	1 346,3	549,7	740	541,5	729,0
2013	1 419,5	549,7	780	541,5	768,7

Figurregister

1.1. CO ₂ -utslipp fra avfall. 1990–2012. 1000 tonn CO ₂ ekvivalenter	6
2.1. Avfall brent ved avfallsanlegg i Norge. 1000 tonn	7
4.1. Avfallskategorier i utslippsberegningene. Tonn	11
5.1. Avfallsmengde ved norske forbrenningsanlegg. 2009. Tonn.....	12
5.2. Fossilandelen i avfallet basert på avfallsregnskapet. 1995-2011. Prosent	14
5.3. Sammenlikning av tidsseriene over CO ₂ -faktoren. 1990-2013.	16
6.1. CO ₂ -utslipp fra avfall brent beregnet med den gamle og nye faktoren. 1000 tonn	17

Tabellregister

2.1. Mengde avfall forbrent, 1000 tonn	7
2.2. Andel i brent avfall. Prosent på vektbasis.....	8
3.1. Fordeling av fossilt, fornybart og inert innhold i avfallsfraksjoner, avfall totalt	10
5.1. Fornybar, fossil og inert andel på vektbasis. 2009	12
5.2. Fossil andel i avfallet når sementbedriftene er trukket ut. 2009.....	13
5.3. Fossilandelen i avfallet basert på avfallsregnskapet	14
5.4. Endring i fossilandelen og CO ₂ -faktoren på vektbasis over tid	15
5.5. Endring i CO ₂ -faktoren på energibasis over tid	16
A1. Grunnlagsdata for tidsserie i figur 6.1	20

Statistisk sentralbyrå

Postadresse:
Postboks 8131 Dep
NO-0033 Oslo

Besøksadresse:
Akersveien 26, Oslo
Oterveien 23, Kongsvinger

E-post: ssb@ssb.no
Internett: www.ssb.no
Telefon: 62 88 50 00

ISBN 978-82-537-9085-5 (elektronisk)



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway