

Skadesvirkning ved forbrænding af forskellige brændsler

En sammenligning af naturgas, træ og halm.



Af Torben Kvist, DGC

På baggrund af offentligt tilgængelige data er der lavet en sammenligning af skadesvirkninger ved forbrænding af hhv. naturgas, halm og træ i fjernvarmeproducerende kedler. Heraf fremgår at de grønne og vedvarende brændsler ikke nødvendigvis er mindre skadelig end naturgas.

I efteråret 2011 publicerede Centre for Energy, Environment and Health (CEEH) en rapport [1], der konkluderede, at omkostningen, der vil være forbundet med at omlægge den danske energiforsyning til at være fossilfrit vil være betydeligt lavere end forudsat af Klimakommissionen.

Det skyldes, at der i Klimakommissionens beregninger ikke er taget højde for de sundhedsrelaterede omkostninger ved forbrænding af fossile brændsler. Klimakommissionen foreslår, at de fossile brændsler erstattes af vedvarende kilder som vind og biomasse.

Omkostningerne, der er relateret til overgangen til en fossilfri energiforsyning er dog meget afhængig af, hvordan omlægningen sker. Dvs. af hvilke energikilder, der anvendes i overgangsperioden.

Derfor har DGC udført beregninger, der sammenholder sundhedsrelaterede omkostninger og omkostninger som følge af klimaeffekter ved forbrænding af halm, træ og naturgas.

Metode og baggrundsdata

Denne artikel præsenterer undersøgelse af fjernvarmeproducerende kedler (ingen elproduktion) med mindre end 50 MW



indfyret effekt. Halm, træ og naturgas er valgt, da de hyppigt anvendes på fjernvarmeproducerende kedler.

Emissionsfaktorer

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) samler og offentliggør, hvor store emissionerne er for forskellige forbrændingsteknologier fyret med forskellige brændsler. Emissionsfaktorerne, som disse emissionsdata kaldes, er angivet som gram emitteret stof pr. indfyret GJ brændsel. De anvendte emissionsfaktorer for kedler er vist i tabel 1.

I dette arbejde regnes træ og halm som CO₂-neutral. Det betyder, at når klimaeffekt beregnes for disse brændsler, sættes emissionsfaktoren for CO₂ til nul i stedet for de værdier, der er angivet i tabel 1.

Omkostninger for forskellige stoffer

De forskellige stoffer, der er angivet i tabel 1, har alle en vis skadelig virkning på omgivelserne. Der er dog stor forskel på,



Enhed: g/GJ	SO ₂	NO _x	NMVOC	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	PM _{2,5}
Træ	25	90	7,3	30	240	102.000	4	10
Halm	130	90	7,3	30	325	102.000	4	12
Naturgas	0,3	42	2	0,1	28	56.900	0,1	0,1

Tabel 1. Emissionsfaktorer for fjernvarmeproducerende kedler med indfyret effekt lavere end 50 MW. Data for 2010 fra [2].

hvor skadelige de forskellige stoffer er. Skadesvirkningerne er desuden afhængige af, hvor emissionen sker. F.eks. er der stor forskel på om NO_x-emission sker fra biler i byer, hvor mange mennesker bliver direkte eksponeret, eller om emission sker fra en høj skorsten placeret et sted, hvor personeksponeringen er beskeden. Modsat har emission af drivhusgasser som CO₂, lattergas (N₂O) og metan (CH₄) samme effekt, uanset hvor emissionen sker.

Kr./kg	CO	SO ₂	NO _x	PM _{2,5}
Kraftværker	0,008	87	62	142
Individuel varme	0,014	160	132	210
Industri forbr.	0,010	114	82	146
Vejtransport	0,021	681	78	328

Tabel 2. Samfundsøkonomiske omkostninger ved udledning af CO, SO₂, NO_x og PM_{2,5} fra forskellige typer emissionskilder. Fra [3].

I den nyligt offentliggjorte rapport "CEEH's beregninger af helbredsomkostninger fra luftforurening i Klimakommis-sions scenarier" [1] anvendes data for øgede sundhedsomkostninger som følge af emissioner fra bl.a. forbrændingsprocesser. Disse omkostninger kaldes også eksternaliteter eller eksterne omkostninger. De anvendte data stammer fra en baggrundsrapport fra samme sted [3].

Alle priser er fremkommet ved anvendelse af modelværktøjet, EVA. EVA er en forkortelse for "Economic Valuation of Air pollution". Det er et modelsystem, udviklet ved DMU, som kan foretage en integreret opgørelse af de eksterne omkostninger ved luftforureningen baseret på atmosfæriske modellering suppleret med OML.

Beregningen består af fire trin:

- atmosfærisk modellering af årsmiddelværdier for koncentrationsbidragene fra emissioner
- opgørelse af eksponering ud fra GIS-data over befolkning- ►

gens placering; dette baseret på CPR-data med tilhørende aldersfordeling

- opgørelse af sundhedseffekter, dette baseret på dosis-respons-sammenhænge for eksponering og tilhørende statistiske forventninger til frekvensen for morbiditet¹⁾ og mortalitet²⁾
- værdisætning, der er baseret på enhedsværdier for de enkelte sundhedseffektslutpunkter (eksempelvis pr. mistet leveår, pr. sygedage m.v.)

Decentrale kraftvarmeanlæg ligger oftest i udkanten af mindre byer og anlæggene har placerings- og størrelsesmæssigt mere til fælles med anlæg til industriel forbrænding end med større kraftværker [4]. Derfor anvendes data for *industriel forbrænding* angivet i tabel 2 til beskrivelse af skadesomkostningerne.

De omkostninger, der er nævnt i ovenstående, dækker kun de sundhedsrelaterede omkostninger. Effekt på miljø og klima er ikke inkluderet i de data, der er angivet i tabel 2. Klimaefekt medtages i følgende ved at anvende en CO₂-kvotepris på 113 kr./ton gældende for 2011 og en kvotepris på 257 kr./ton i 2030. Disse værdier er angivet i Energistyrelsens publikation "Forudsætninger for Samfundsøkonomiske analyser på energiområdet" [5]. Desuden er der regnet med at CH₄ og N₂O er hhv. 21 og 310 gange kraftigere drivhusgasser end CO₂.

Fjernvarmekedler fyret med hhv. træ, halm og naturgas

Med de emissioner, der er angivet i tabel 1, og emissionsrelaterede omkostninger, der er vist for "Industriel forbrænding" i tabel 2 fås, at den samlede eksterne omkostning, der er forbundet med forbrænding af hhv. halm, træ og naturgas i kedler på varmeværker er som vist i figur 1. Heraf fremgår det, at på trods af at de to biobrændsler er regnet som CO₂-neutrale er de eksterne omkostninger ved anvendelse af træ som brændsel stort set som for naturgas, mens omkostningen ved anvendelse af halm medfører væsentlig højere eksterne omkostninger. Det skyldes primært, at halm som brændsel indeholder betydeligt mere svovl end træ. Svovl frigøres ved forbrænding som SO₂.

Ved anvendelse af en CO₂-kvotepris for 2011 på 113 kr./ton fås, at de beregnede eksterne omkostninger er 20% højere ved anvendelse af træ i forhold til naturgas. Ved anvendelse af en CO₂-kvotepris for 2030 på 257 kr./ton fås i stedet, at de beregnede eksterne omkostninger er 30% lavere ved anvendelse af træ ift. naturgas.

Figur 1 viser desuden, at de eksterne omkostninger pga. biomasserne primært skyldes NO_x og SO₂, der resulterer i regionale sundhedseffekter, mens naturgasanvendelse resulterer i klimateffekter og kun i mindre grad resulterer i negative sundhedseffekter.

Perspektivering

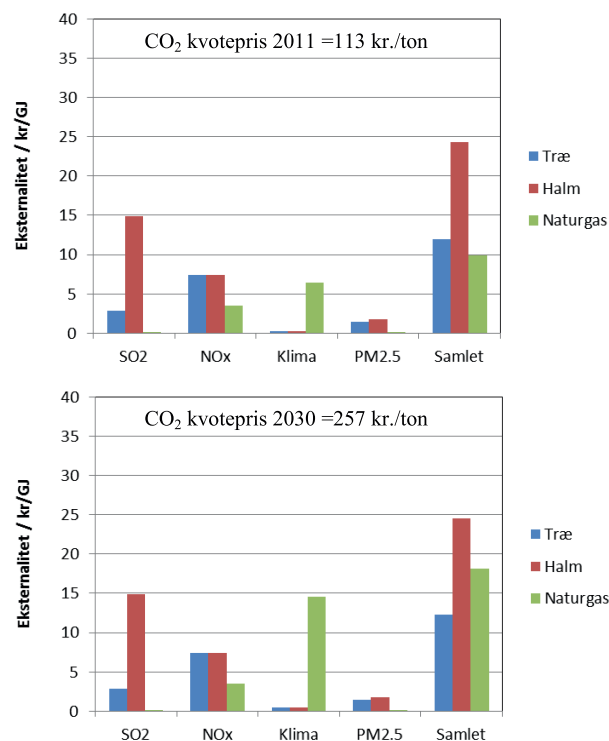
Hvilke skadelige effekter er mindst ubehagelige

Beregningerne indikerer som nævnt, at skaderne forårsaget af halm og træ primært skyldes SO₂- og NO_x-emission. Disse stoffer resulterer i negative sundhedseffekter, der rammer regionalt. De negative effekter af anvendelse af naturgas resulterer primært i klimateffekter, der rammer globalt.

Denne forskel bevirker, at når der prioriteres mellem biomasse og naturgas sker der en implicit prioritering mellem regionale sundhedseffekter og globale klimateffekter.

Betydning af hvor brændsler anvendes

På mindre anlæg, som er behandlet her, vil det ikke være rentabelt/nødvendigt at installere røggasrensning for at reducere emissionen af disse stoffer. Det kan det til gengæld være på større anlæg som f.eks. Amagerværkets blok 1, der er udstyret med både NO_x- og svovlrensning og som er fyret med biomasse



Figur 1. Eksterne omkostninger som følge af emissioner fra fjernvarmekedler fyret med hhv. træ, halm og naturgas. Omkostninger fra de enkelte stoffer er som angivet for "Industriel varme" i tabel 2. Vist for CO₂-pris for 2011 og som Energistyrelsen forventer CO₂-kvoteprisen i 2030.

alene. Hvis man flytter biomassen til store anlæg med røggasrensning, vil der kunne opnås en betydelig reduceret emission.

Af det grønne regnskab for 2010 for Amagerværket fremgår det, at SO₂-emissionen var 8,9 mg/m³ og NO_x var 94,8 mg/m³ i gennemsnit i 2010 for blok 1, der var fyret med 58% træ- og 42% halmpiller. Det svarer til, at SO₂ emissionen reduceres til ca. 5% og NO_x emissionen til ca. 35% af emissionen for samme brændsel på små anlæg. Det vil betyde en reduktion i den samlede skadesvirkning ved anvendelse af den samme brændselsblanding, hvis biomassen primært anvendes på store kedler med røggasrensning og naturgas anvendes på de mindre kedler i stedet for biomasse.

E-mail-adresse

Torben Kvist: tkv@dgc.dk

¹⁾ Morbiditet er forholdet mellem antallet af sygdomstilfælde og størrelsen af den befolkning, hvori de optræder

²⁾ Mortalitet er dødsfrekvens i en befolkning

Referencer

1. K. Karlsson et al., 2011: CEEH's beregning af sundhedsomkostninger fra luftforurening i Klimakommissionens fremtidsforløb, CEEH Scientific Report No 10, Centre for Energy, Environment and Health Report series, november 2011, pp. 24. http://www.ceeh.dk/CEEH_Reports/Rapport_10/CEEH_Rapport_10.pdf
2. http://www.dmu.dk/fileadmin/Resources/DMU/Luft/emission/2010/Emf_internet_januar2011_GHG.htm
3. J. Brandt et al., 2011: Assessment of Health-Cost Externalities of Air Pollution at the National Level using the EVA Model System, CEEH Scientific Report No 3, Centre for Energy, Environment and Health Report series, March 2011, pp. 98. http://www.ceeh.dk/CEEH_Reports/Report_3/CEEH_Scientific_Report3.pdf
4. Personlig kommunikation med Jørgen Brandt, DMU. 08.12.2011.
5. Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen. April 2011.