



## NOTAT

1. maj 2009  
hw/-**Vedr. emission af klimagasser fra dansk affaldshåndtering**Af Henrik Wejdling DAKOFA<sup>1</sup>

IDAs projektgruppe vedr. "Future Climate - Engineering Solutions", der skal munde ud i en samlet klimaplan for Danmark med anbefalinger til, hvordan Danmark kan reducere sit udslip af klimagasser, har stillet følgende tre spørgsmål til DAKOFA vedr. affald og klimagasser:

1. I hvor høj grad bidrager affald, både fra forbrænding og metan fra lossepladser, til Danmarks udledninger af klimagasser?
2. Hvordan kan man begrænse udledninger af klimagasser fra affald?
3. Hvis muligt hvad koster det at begrænse udledningen per tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

**Indledning**

Indledningsvis skal det påpeges, at der fra det samlede affaldshåndteringssystem i Danmark også fremkommer mange andre såvel positive som negative klimaeffekter, og at det således ikke udelukkende er de to kilder (hhv. forbrænding og deponering), som fremgår af spørgsmålene, der er interessante. Det redegøres der indledningsvist ganske kort for.

Endvidere skal det understreges, at selv de måske ellers relativt simple spørgsmål ikke er så lette at besvare, som det måske i første omgang kunne se ud. Det vil fremgå af såvel de enkelte besvarelser som indledningen.

Affaldet er således havnet i lidt af en "klima-klemme" ift. Kyoto-mekanismene, eftersom affaldshåndteringen - ud over at være en del af klimaproblemet – også kunne blive en væsentlig del af *løsningen* herpå, dersom systemerne opbygges med henblik på en klimamæssig optimering.

Således vil optimal affaldshåndtering i mange tilfælde kunne bidrage positivt til minimering af emissionen af klimagasser (fx. gennem genanvendelse af materialer, der fortrænger produktionen af jomfruelige materialer, der har et større carbon footprint end genanvendte materialer, eller gennem nyttiggørelse af den CO<sub>2</sub>-neutrale del af energiindholdet i affaldet, som vil kunne fortrænge fossile energikilder).

Efter de gældende IPCC-principper bliver de gevinster, som affaldshåndteringen måtte give anledning til, imidlertid ikke direkte "bogført" som gevinster, affaldssektoren har bidraget med, men skal i stedet findes som gevinster i andre sektorer eller andre lande.

---

<sup>1</sup> De faglige notater udarbejdes af forskellige eksperter i forbindelse med klimaprojektet og afspejler ikke nødvendigvis IDAs holdninger

Tvært imod bliver energiforbruget (og de dermed forbundne CO<sub>2</sub>-emissioner) til national indsamling, transport og oparbejdning af genanvendelige materialer bogført som negative, mens gevinstene ofte "falder" i de lande, hvor de råstoffer og produkter, der fortrænges, ikke længere skal udvindes eller produceres. Resultatet er, at affaldssektoren i Danmark så godt som altid kommer ud med et negativt resultat, da meget få af de fortrængte nye produkter skulle have været produceret her, desuagtet at genanvendelse medfører klimagevinster på globalt plan.

Denne 'klima-klemme' er nøjere beskrevet i DAKOFAs baggrundsnotat til "Waste & Climate"-konferencen i december 2009<sup>2</sup>, ligesom også "Denmark's Fourth National Communication on Climate Change" (Miljøministeriet, december 2005)<sup>3</sup> har et afsnit herom s. 50 (højre spalte).

### **De tre spørgsmål:**

#### **ad. 1) I hvor høj grad bidrager affald, både fra forbrænding og methan fra lossepladser, til Danmarks udledninger af klimagasser?**

##### *CO<sub>2</sub>-emission fra affaldsforbrænding*

Mens affaldsforbrænding i afgiftsmæssig forstand hidtil har været anset for "CO<sub>2</sub>-neutral" er der ingen tvivl om, at forbrændingen i praksis giver anledning til CO<sub>2</sub>-emissioner, både fordi organisk affald ved forbrænding afgiver den CO<sub>2</sub>, som det har optaget (og som derfor kan regnes som CO<sub>2</sub>-neutralt) og især fordi en del af affaldet (specielt plastik-affaldet) er baseret på fossilt kulstof.

Emissionsfaktoren har imidlertid været gjort til genstand for nogen diskussion.

Således har Energistyrelsen i sine hidtidige beregninger (ifm. fastsættelse af emissionerne i basisåret) antaget, at emissionen udgjorde 17,6 kg CO<sub>2</sub>/indfyret GJ.

I en rapport fra 2008 antager DTU<sup>4</sup> på basis af konkrete vurderinger af affaldets sammensætning, at emissionsfaktoren snarere er 34 kg CO<sub>2</sub>/indfyret GJ.

I bemærkningerne til lovforslaget om ændring af forbrændingsafgiften<sup>5</sup> til en kombination af en udvidet energi- og CO<sub>2</sub>-afgift antager Skatteministeriet, at emissionen svarer til 28,34 kg CO<sub>2</sub> pr. produceret GJ – eller (ved 85 % energieffektivitet, som er det aktuelle beregningsgrundlag) til i størrelsesordenen 24 kg CO<sub>2</sub>/indfyret GJ.

DTU har netop – sammen med en række aktører på forbrændingsområdet og støttet af PSO-midler – iværksat en konkret analyse af den korrekte emissionsfaktor (som dog altid vil være direkte korreleret til affaldets sammensætning).

Indtil en sådan analyse foreligger, kunne det foreslås at anvende Skatteministeriets data som må anses for de for tiden mest "officielle" (om end det fortaber sig lidt i tågerne, hvordan de er blevet til...).

<sup>2</sup> [http://www.wasteandclimate.org/c/portal/layout?p\\_1\\_id=PUB.1.5](http://www.wasteandclimate.org/c/portal/layout?p_1_id=PUB.1.5)

<sup>3</sup> <http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-890-4/pdf/87-7614-891-2.pdf>

<sup>4</sup> <http://www.affalddanmark.dk/docs/udgivelser/Miljovurdering.pdf>

<sup>5</sup> [http://www.dakofa.dk/index.php?option=com\\_content&task=view&Itemid=73&id=1137](http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_content&task=view&Itemid=73&id=1137)

Emissionerne fra affaldsforbrænding er ikke særskilt opgjort i DKs indrapportering af emissioner, idet det bemærkes i indrapporteringen, at emissionerne i henhold til IPCC-principperne er indregnet i emissionerne fra energifremstilling (eftersom al affaldsforbrænding i DK indgår i energiforsyningen).

Emissionerne må således beregnes særskilt, og eftersom der årligt afbrændes 3.489.000 ton affald i DK (nyeste tal, ISAG 2006<sup>6</sup>) med et antaget energiindhold på i størrelsesordenen 10,8 GJ/t, og emissionen antages at være 24 kg CO<sub>2</sub>/indfyret GJ vil emission pr. ton forbrændt affald ligge på i størrelsesordenen 10,8 x 24 ~ 260 kg CO<sub>2</sub>/ton eller i alt **~910.000 ton CO<sub>2</sub>/år**

Hertil kommer et begrænset bidrag fra medforbrænding af affald på cementovne, men eftersom med-forbrænding af dansk affald er afgiftsbelagt, må det antages, at det i hovedsagen er udenlandsk affald, der med-forbrændes, og hvorvidt det ønskes medregnet i IDA's beregninger, er uklart. Emissionerne vil utvivlsomt være velkendte for cementindustrien, eftersom denne industri er kvotebelagt, og derfor er forpligtet til at karakterisere deres brændsler (og altså også affaldsbrændsel) m.h.t. fossilt kulstof.

Endelig kan det ikke afvises, at der forekommer et mindre methan-udslip fra affaldssiloerne på affaldsforbrændingsanlæggene (under affaldets oplagring inden forbrænding), men eftersom sådanne anlæg almindeligvis henter deres indfyrlingsluft netop fra siloerne (primært for at nedbringe lugtgenerne) må det antages, at størstedelen heraf nedbrydes i selve forbrændingsprocessen.

#### *Methan-emissioner fra lossepladser*

I udgangspunktet er methan-emissionen fra danske lossepladser nedbragt betragteligt ifm. gennemførelsen af stoppet for deponering af forbrændingseget affald fra 1997.

Miljøstyrelsen skønner således, at størstedelen af methan-emissionen fra danske lossepladser i dag stammer fra affald, der er deponeret før 1997.

Imidlertid sker der periodevis oplagring af forbrændingseget affald, som muligvis kan give anledning til methan-emissioner, men for tiden genereres der grundet finanskrisen mindre affald til forbrænding end den aktuelle kapacitet giver mulighed for at afbrænde, hvorfor der nu sker store indhug i det oplagrede affald.

De samlede methan-emissioner fra danske lossepladser frem til 2003 – og estimeret på den fremtidige udvikling – er opgjort i tabel 5.14 p. 186 i 'Denmark's Fourth National Communication on Climate Change' (Miljøministeriet, december 2005)<sup>7</sup> til 63.200 ton CH<sub>4</sub> i 2003 hvoraf 8.300 ton blev genvundet på gasanlæg, efterladende en netto-emission på **54.900 ton methan/år** (svarende til godt 1,1 mio ton CO<sub>2</sub>-ekv. ved en omregningsfaktor på 21).

I 2010 skønnes emissionen at blive 56.300 ton CH<sub>4</sub> og indvindingen på 5.300 ton med en nettoudledning på 51.000 ton.

<sup>6</sup> <http://www.mst.dk/Udgivelser/Publikationer/2008/05/978-87-7052-753-8.htm>

<sup>7</sup> <http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-890-4/pdf/87-7614-891-2.pdf>

På deponeringsanlæg med stor gas-dannelse etableredes frem mod stoppet for deponering af forbrændingsegnet affald således en del opsamlingsanlæg for lossepladsgas som enten afbrændes i fakkel, eller anvendes som brændstof i gasgeneratorer, som fremstiller strøm.

Udnyttelsen på gasgeneratorer toppede omkring år 2000 med 11.000 ton indvundet, men i takt med at gasproduktionen aftager, bliver de mindre og mindre rentable at drive, og der etableres ikke længere nye anlæg i DK.

I stedet udvikles på bl.a. DTU alternative metoder til nedbrydning af den rest-gas, som måtte være i ældre depoter efter det såkaldte 'biocover-princip', hvor afdækningerne gøres gastætte, men med kontrollerede 'vinduer', der opfyldes med et metertykt kompostlag, hvori methan-nedbrydende bakterier opformerer og nedbryder metanen til CO<sub>2</sub>.

**Opsummerende** må det bedste bud på et estimat af CO<sub>2</sub>-emissionerne fra affaldsforbrænding og deponering i Danmark i dag ligge på i størrelsesordenen 2 mio. ton CO<sub>2</sub>-kvivalenter, nemlig hhv. **910.000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra forbrænding og 1,1 mio. ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra deponering**. Dansk landbrug – en anden aktør i den ikke-kvotebelagte sektor – har til sammenligning en emission på ~9,9 mio. ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/år.

Det skal påpeges, at udledningen af de 910.000 ton CO<sub>2</sub> fra affaldsforbrænding med energiudnyttelse giver anledning til en langt større mindsket udledning fra kraftværkssektoren i det omfang forbrændingsenergien fortrænger energiproduktion på hovedsagelig fossile brændsler som kul og naturgas.

Men der er som anført også andre klimaeffekter (positive som negative) forbundet med det samlede, danske affaldssystem – ud over bidragene fra forbrænding og deponering.

## ad. 2) Hvordan kan man begrænse udledninger af klimagasser fra affald?

### *Begrænsning af udledningen fra affaldsforbrænding*

Emissionen fra affaldsforbrænding kan nedbringes *relativt* (dvs. mere energi pr. emitteret mængde CO<sub>2</sub>) gennem øgning af energieffektiviteten på forbrændingsanlæggene, eller ved at overføre (en del af) affaldet til kraftværksovne med højere elvirkningsgrad.

Energiregnskabet er imidlertid meget kompliceret og korreleret meget snævert til det energisystem, hvortil varmen fra forbrændingen leveres.

DTU arbejder minutiøst med dette, og har eftervist hvorledes indplaceringen af forbrændingsanlægget i et konkret fjernvarmeopland har stor betydning for de eventuelle CO<sub>2</sub>-gevinster ved at flytte affald til fx. kraftværker.

Optimering af energieffektiviteten på dedikerede affaldsforbrændingsanlæg er mulig gennem en række tiltag. RenoNord i Aalborg og forbrændingsanlægget i Århus har begge gennemført en række sådanne foranstaltninger og præsenteret dem på bl.a. DAKOFA-konferencen 04.12.07<sup>8</sup>

<sup>8</sup> [http://www.dakofa.dk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=866&Itemid=119](http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_content&task=view&id=866&Itemid=119)

Kort fortalt handler det om at hæve dampparametrene (højere tryk og temperatur = højere elvirkningsgrad = højere samlet energieffektivitet) og at genvinde mere varme fra røggas og returvand.

RenoNord har således – bl.a. drevet af nogle meget lave fjernvarmepriser – siden 1991 kørt med nogle dristige dampdata (425 grader celsius, 50 bar mod traditionelt 400 grader/40 bar), og det udlæg har man også valgt ved den seneste udbygning i 2005, hvor også luftforvarmning ved røggaskøling og køling af fjernvarmereturvand (ud over tromledamp) og forvarmning af kondensat/fødevand både ved røggaskøling og udtagsdamp har bragt den samlede energivirkningsgrad op på 98 %, heraf elvirkningsgraden alene på 27 %.

Århus Nord kan tilsvarende opvise en samlet energivirkningsgrad på 91,5 % gennem optimering af processerne, herunder ikke mindst opvarmning af såvel primær- som sekundærluft med røggaskøling.

Der er således samlet set muligheder for at øge energieffektiviteten yderligere på de danske affaldsforbrændingsanlæg, men utvivlsomt med en øvre grænse – som dog ikke er nået endnu - for, hvor langt man kan nå med selve elvirkningsgraden (for høje dampparametre øger korrosionsfaren).

Det skal her påpeges, jf. ovenstående, at selve emissionen af CO<sub>2</sub> fra affaldsforbrændingen ikke mindskes ved en højere energieffektivitet, men at fortrængningen af fossilt brændsel i kraftvarmesektoren øges gennem en højere energiproduktion fra affaldsforbrænding – med en netto faldende CO<sub>2</sub>-udledning til følge.

Den ændring af forbrændingsafgiften til en varmeafgift, som p.t. forhandles i Folketinget, vil imidlertid virke kontra-produktiv ift. øget energieffektivitet, da anlæggene vil skulle betale afgift efter hvor meget varme, de genererer!

Emissionen fra affaldsforbrændingen vil tillige kunne nedbringes **absolut** ved udsortering og genanvendelse af de fossile baserede affaldsfraktioner som eksempelvis **plastik**. Det forudsætter dog en livscyklusvurdering af de enkelte affalds- (dvs. materiale-) strømme at kunne estimere præcis hvor meget CO<sub>2</sub>, der vil kunne spares – specielt når sammenholdes med øgede emissioner fra kraftvarmesektoren på grund af mindre produceret energi i affaldssektoren ved udsortering og genanvendelse af dele af brændslet – tillagt udledningen fra separat indsamling og transport m.v.

Hertil kommer tillige, at den øgede udsortering modsvarer af et mindsket behov for ny produktion af plastik, hvilket normalt ikke vil blive opført i det danske CO<sub>2</sub>-regnskab, da denne plastik importeres og den mindre udledning på grund af mindsket produktion derfor indregnes i produktionslandets CO<sub>2</sub>-regnskab.

Udsortering af fossilt affald og overflytning til forbrænding i kraftvarmesektoren vil fra 2013 have en yderligere effekt, idet affaldsforbrændingens udledning omfattes af den nationale, danske reduktion af udledninger af drivhusgasser, mens energisidens udledninger omfattes af et samlet EU-fastlagt udledningsloft. I begge tilfælde er der lagt loft over offsetting-mulighederne ved anvendelse af de fleksible mekanismer JI og CDM.

En flytning af udsorteret plastik fra affaldsforbrændingen vil således medvirke til at opfylde de nationale reduktionskrav i den ikke-kvotekomfattede sektor, og således give anledning til fx. et mindsket behov for besparelser i udledningen fra transporten, landbruget eller bygninger uden for fjernvarmen – eller i et mindsket behov for kvotekøb.

Modsat vil forbrænding af udsorteret plastikaffald give anledning til *enten* en dansk besparelse på fossile brændsler i kraftvarmesektoren, og således give mulighed for at andre kvotekomfattede virksomheder udleder mere CO<sub>2</sub>, *eller* til at EU samlet set lettere kan sænke deres politisk besluttede udledningsloft i forbindelse med klimaforhandlingerne i København til COP 15, *eller endelig* til at behovet for de klimaproblematisk CDM-kvoter kan reduceres.

Udsortering af **organisk affald** med henblik på bioforgasning og efterfølgende genanvendelse af det forgassede materiale på landbrugsjord ville også tælle positivt, eftersom energieffektiviteten er højere ved bioforgasning af vådt organisk affald, og eftersom restmængden af biogent kulstof i et vist omfang (antageligvis 14-17 %, jfr. Stoumann et al, 2008) bindes i jorden ud over 100 år (og derfor reelt kan tælles med efter IPCC-principperne), og eftersom det forgassede materiale erstatter kunstgødning (og dermed energiforbrug) i et vist omfang. Der skal som for plastens og andre genanvendelige materialers vedkommende selvsagt foretages en modregning af de øgede emissioner, der er forbundet med separat indsamling og transport og eventuel forbehandling.

DTU har tidligere fundet en marginalt bedre score på drivhuseffekt ved bioforgasning frem for forbrænding, og institutionen søger løbende at forbedre datagrundlaget for at forbedre vurderingerne.

#### *Begrænsningen af udledningen fra deponeringsanlæg*

Eftersom det største bidrag fra deponeringsanlæg formodes at hidrøre fra allerede deponeret affald vil de væsentligste reduktioner kunne opnås gennem opsamling og nyttiggørelse af den gas, der dannes på disse. Som beskrevet ovenfor er der imidlertid næppe længere hverken økonomi eller miljømæssig idé i at etablere yderligere opsamlingsanlæg (gasdannelsen er simpelthen for lav), og andre metoder som eksempelvis bio-cover vil sandsynligvis være en bedre løsning.

Hertil kommer, at der utvivlsomt fortsat deponeres energiholdigt affald iblandet deponeringsegnet affald, og at dette affald dels giver anledning til fortsatte methan-emissioner, dels ville have kunnet fortrænge yderligere fossile brændsler, hvis de havde været udsorteret og forbrændt på anlæg med energiudnyttelse i stedet.

Netto-emissionerne fra affald vil således kunne nedbringes yderligere ved bedre kildesortering af det deponeringsegnet affald, med øget forbrænding til følge og dermed også øget udledning af CO<sub>2</sub> fra affaldsforbrænding, men med større reduceret udledning fra kraftvarmesektoren (og reduktion fra deponeringsanlæggene, selvfølgelig). Det er dog vanskeligt at estimere den eksakte gevinst. En gruppe, der etableredes i forlængelse af DAKOFAs AffaldsCamp08<sup>9</sup> arbejder imidlertid videre ad dette spor.

<sup>9</sup> [http://www.dakofa.dk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1106&Itemid=116](http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_content&task=view&id=1106&Itemid=116)

### ad. 3) Hvis muligt hvad koster det at begrænse udledningen per tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter

Det har ikke på det foreliggende grundlag været muligt at beregne omkostningerne pr. ton

Hvad angår Biocover vil Peter Kjeldsen, DTU være den rette at spørge. Hvad angår optimering af energieffektiviteten vil de to anlæg, der synes at være kommet længst (Aalborg og Århus) være de rette at spørge, men pristimerne bliver jo temmelig grumsede af, at netto-omkostningerne (herunder ikke mindst de statslige afgifter) vil afhænge af udviklingen i el- og varmepriserne. HVIS de stiger, vil det bedre kunne betale sig at øge effektiviteten, som så giver CO<sub>2</sub>-besparelsen i kraftvarmesektoren som sidegevinst.

Hvad angår omkostninger ved øget genanvendelse findes der nogle samfundsøkonomiske analyser på hhv. bioaffald og plast, som imidlertid har været kritiseret for at anvende sidetunge, højt estimerede indsamlingsomkostninger, ligesom datagrundlaget i øvrigt må betragtes som relativt usikkert.

Igen vil omkostningerne pr. ton reduceret CO<sub>2</sub> blive sløret af markedspriserne på genanvendelige materialer.

Henrik Wejdling, 01.05.09  
DAKOFA

#### **Referencer:**

DAKOFA (2007): Forbedret energieffektivitet i affaldsforbrændingen. Kompendium for konference 04.12.07.

([http://www.dakofa.dk/index.php?option=com\\_conferenceprogram&conf\\_id=60&Itemid=67](http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_conferenceprogram&conf_id=60&Itemid=67))

DAKOFA (2008): Waste & Climate Change. Background document for the ISWA & DAKOFA conference on Waste & Climate Change 3-4 December 2009 in Copenhagen

(<http://www.wasteandclimate.org/DocumentDownloadServlet?id=1&language=en>)

DAKOFA (2008): Fakta-ark om affaldet, CO<sub>2</sub> og Kyoto

(<http://www.dakofa.dk/downloads/Billeder/CO2,%20affald%20og%20Kyoto.pdf>)

DAKOFA (2009): Portal vedr. Affald & klima

([http://www.dakofa.dk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=815&Itemid=116](http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_content&task=view&id=815&Itemid=116))

Miljøministeriet (2005): Denmark's Fourth National Communication on Climate Change

(<http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-890-4/pdf/87-7614-891-2.pdf>)

Møller, J., Fruergaard, T., Riber, C., Astrup, ton & Christensen, T.H. (2008): Miljøvurdering af affaldsforbrænding og alternativer. DTU (for affald danmark)

(<http://www.affalddanmark.dk/docs/udgivelser/Miljovurdering.pdf>)

Stoumann Jensen, L; Magid, J & Kirkeby, J.T. (2008): Slam som brændsel eller gødning? Præsentation ved DAKOFA-seminar 15.05.08

(<http://www.dakofa.dk/downloads/Konferencer/080515,%20seminar%20om%20Slam,%20affald%20og%20CO2/1100,%20Lars%20Stoumann%20Jensen,%20KU%20Life.pdf>)