



**Affaldvarme Århus**

# **CO<sub>2</sub>-opgørelse 2007**

**Håndtering og kompostering af haveaffald fra  
genbrugsstationer**

**1.november 2011**

## Kolofon

**Titel:**

CO<sub>2</sub>-opgørelse  
Håndtering og kompostering af haveaffald fra  
genbrugsstationer

**Udgiver:**

AffaldVarme Århus  
Bautavej 1  
6000 Århus

**Dato:**

1. november 2011

**Version:**

01

**Forfatter(e):**

Affaldvarme Århus (Henning Ettrup) i samarbejde med DTU Miljø (Thomas Højlund Christensen), som led i projektet ”CO<sub>2</sub>-opgørelse i den danske affaldsbranche”.

**URL:**

[www.dakofa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse](http://www.dakofa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse)

**Referencer:**

CO<sub>2</sub> opgørelser i den danske affaldsbranche – en vejledning, *affald danmark* og Dakofa, København, oktober 2011

Denne CO<sub>2</sub>-opgørelse er udarbejdet efter ”CO<sub>2</sub>-opgørelser i den danske affaldsbranche – en vejledning”, *affald danmark* og Dakofa, oktober 2011. Undertegnede erklærer hermed, at opgørelsen giver et retvisende billede af den beskrevne aktivitet/virksomhed.

Aarhus, den 15. november 2011

  
Henning Ettrup  
Specialkonsulent

## **Indhold**

<b>FORMÅL</b>	<b>4</b>
<b>FAKTA</b>	<b>4</b>
<b>RESULTAT</b>	<b>4</b>
<b>EJERS VURDERING AF OPGØRELSEN</b>	<b>5</b>
<b>BESKRIVELSE AF ANLÆG/TEKNOLOGI/PROCES</b>	<b>5</b>
<b>BESKRIVELSE AF ANVENDTE DATA</b>	<b>6</b>
<b>DATATABEL</b>	<b>8</b>
<b>USIKKERHEDER</b>	<b>9</b>
<b>REFERENCER</b>	<b>9</b>

## Formål

CO<sub>2</sub>-opgørelsen for kompostering af haveaffald på Affaldscenter Århus har til formål kvantitativt at oplyse den tekniske drift af anlægget og den overordnede administration om:

- CO<sub>2</sub>-belastningen fra selve komposteringsanlægget
- CO<sub>2</sub>-belastningen fra hele kæden fra indsamling, behandling og anvendelse af komposten

Opgørelsen kan således danne grundlag for forbedrende tiltag på komposteringsanlægget og i afsætningen af komposten samt anvendes som teknisk baggrundsdokument for information til politikere og borgere.

## Fakta

**Anlæg/teknologi/proces:** Komposteringsplads for haveaffald, Ølstedvej 32, Lisbjerg, 8200 Århus N.

**Ejer:** AffaldVarme Århus, Bautavej 1, 8210 Århus V

**Affaldstype:** Haveaffald fra Århus indsamlet fra de kommunale genbrugsstationer, haveaffald indsamlet via den kommunale henteordning, samt haveaffald afleveret af professionelle gartnere direkte på anlægget.

**Mængde:** 15.000 tons haveaffald som er den typiske årlige mængde modtaget og behandlet på komposteringspladsen

**År:** Data stammer fra målinger udført i 2006 og 2008, men skønnes at være gældende for anlægget i årene 2007-2010 ved uændret drift og mængde haveaffald.

## Resultat

Komposteringspladsen for haveaffald i Århus har en direkte CO<sub>2</sub>-belastning fra forbrænding af diesel i maskineri samt fra metan- og lattergasudslip fra komposteringsmilene svarende til 118 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald komposteret. Hertil kommer en belastning fra brug af strøm og produktion af diesel som svarer til ca. 1,7 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald komposteret. Transporten af haveaffaldet fra genbrugspladserne til komposteringsanlægget udgør ca. 3,2 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald. Komposten, som produceres, antages anvendt til jordforbedring hos private haveejere og til produktion af anlægsgjord hos anlægsgartnere, hvorved det antages at komposten delvist substituerer for anvendelse af tørv. Denne besparelse ved anvendelse af komposten er opgjort til 91 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald komposteret, idet det er antaget at halvdelen af komposten substituerer tørv. Den udsorterede træfraktion benyttes som opstartsbrændsel i forbrændingsanlægget svarende til en besparelse på ca. 65 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald.

For hele anlægget svarer dette for 15.000 tons haveaffald behandlet per år til en direkte belastning på 1770 ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, en indirekte belastning på 73,5 ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, og en potentiel indirekte besparelse på 2340 ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Samlet set en besparelse på 495 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per år.

De væsentligste usikkerheder knytter sig til de direkte emissioner fra anlægget af metan og lattergas samt til besparelsen ved at anvende kompost i stedet for tørv. Begge størrelser er

dårligt beskrevet kvantitativt, men er altafgørende for den samlede CO<sub>2</sub>-opgørelse. Den samlede mængde CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald komposteret er beregnet til (minus) -33 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton men skønnes at kunne variere mellem en besparelse på 75 og 0 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald.

## **Ejers vurdering af opgørelsen**

Der eksisterer ikke mange CO<sub>2</sub>-opgørelser for komposteringspladser for haveaffald og der er følgelig ikke mange oplysninger at sammenligne med.

AffaldVarme Århus vil undersøge mulighederne for at nedbringe de direkte udslip og vil især iværksætte aktiviteter der sikrer en hensigtsmæssig anvendelse af komposten således de indirekte potentielle besparelse kan realiseres. Endvidere vil muligheden for udsortering af en større træfraktion blive undersøgt. Som nøgletal vil AffaldVarme benytte 5, 120 og (minus) -155 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald for henholdsvis indirekte-opstrøms, direkte og indirekte-nedstrøms CO<sub>2</sub>-belastninger.

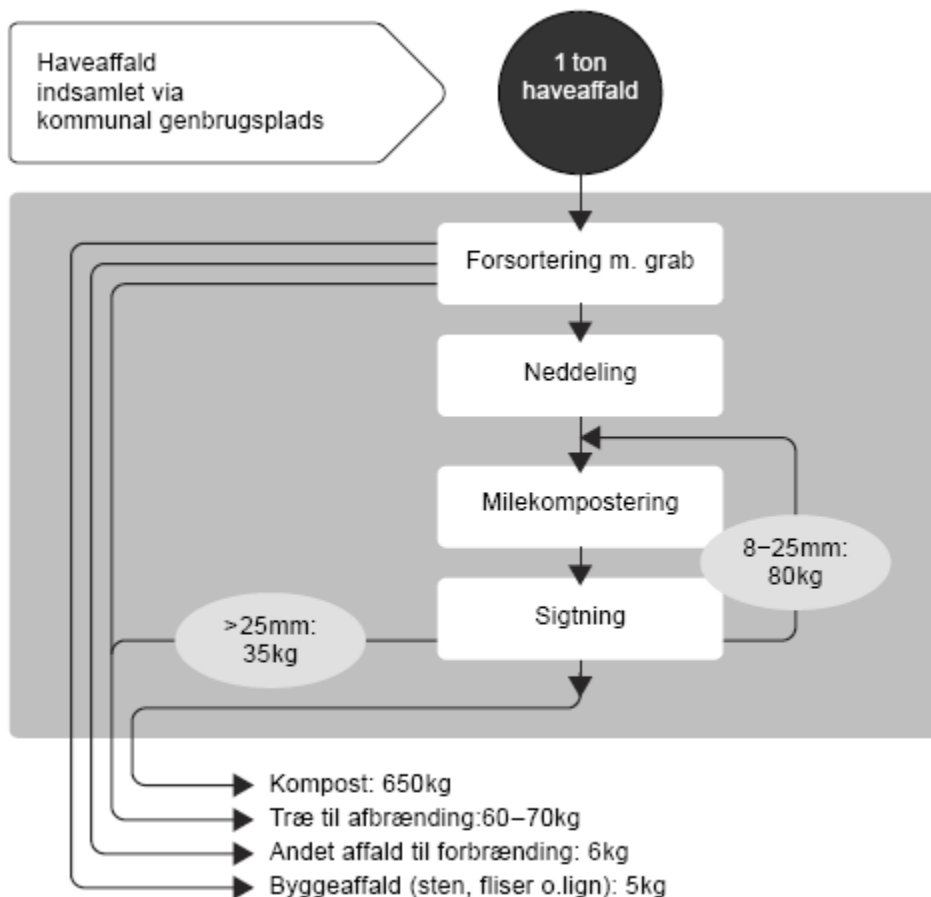
Om end den potentielle indirekte besparelse ved anvendelse af komposten i væsentligt omfang kompenserer bidraget fra selve driften af komposteringsanlægget, bør besparelser også søges identificeret på selve komposteringsanlægget i form af mindre emission af drivhusgasser fra miler og brug af energibesparende maskineri.

## **Beskrivelse af anlæg/teknologi/proces**

Haveaffaldet som komposteres på komposteringspladsen for haveaffald i Århus er indsamlet fra de kommunale genbrugspladser, via den kommunale henteordning, samt afleveret af professionelle gartnere direkte på anlægget.

På anlægget sorteres sten, plastik og andre fremmedlegemer fra sammen med større stykker træ, som bliver sendt til forbrændingsanlægget. Træet benyttes til opstarts-fyring på forbrændingsanlægget. Den resterende mængde haveaffald neddeles og iblandes sigterest og udlægges derefter i kompostmiler i en periode på 10-14 måneder. Kompostmilerne er ca. 115 meter lange, 9 meter brede og 4 meter høje og der ligger som regel 8-12 miler på et hvert givent tidspunkt i løbet af året. Der er begrænset proceskontrol med milerne, hvilket vil sige at emissioner til luft (blandt andet drivhusgasser) udledes direkte til atmosfæren i løbet af komposteringsprocessen. Kompostmilerne bliver typisk vendt 5-7 gange i løbet af komposteringsprocessen.

Efter komposteringsprocessen sigtes den modnede kompost på en 25 og 8 mm sigte. Sigteresten (>25mm) anvendes som biobrændsel i forbrændingsanlægget, mens den lille sigterest (8- 25mm) bliver recirkuleret i nye miler og det sigtede materiale (<8mm) sælges som færdig kompost på genbrugspladserne.



## Beskrivelse af anvendte data

### Målinger

Alle elektricitets- og diesel forbrug er opgivet af Affaldscenter Århus og rapporteret i LCA-rapporten om håndteringen af haveaffald i Århus Kommune (Ref. 2). Måling af biogent CO<sub>2</sub> samt drivhusgasserne metan (CH<sub>4</sub>) og lattergas (N<sub>2</sub>O) fra komposteringsmilerne er udført i 2007 og 2008 med en række forskellige målemetoder. Metoderne er beskrevet og resultaterne præsenteret i Ref. 3.

### Energidata

Elektricitet antages produceret ved kulbaseret kraft-varmeværk og leveret til komposteringsanlægget med en CO<sub>2</sub>-belastning på 1,0 kg CO<sub>2</sub>/kWh inkluderende produktion af kul, transport af kul samt transmissionstab (Ref. 1)

Produktion af diesel svarer til en CO<sub>2</sub>-belastning på 0,5 kg CO<sub>2</sub> per l diesel (Ref. 1), mens forbrænding af diesel svarer til en CO<sub>2</sub>-belastning på 2,7 kg CO<sub>2</sub> per l diesel (Ref. 1).

Træfraktionen, der tilføres forbrændingsanlægget, har en brændværdi på 17,8 MJ/kg TS og et tørstofindhold (TS) på ca. 65 % (Ref. 2) og substituerer for kul (rammeantagelse) på ba-

sis af brændværdi. Dette svarer til 0,1 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter/MJ brændsel eller 1,05 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter/kg træfraktion. Ved 60-70 kg træfraktion per ton haveaffald svarer dette til ca. 65 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

### ***Materialedata***

Ved rationel anvendelse af kompost kan denne substituere for anvendelse af tørv som jordforbedring og i produktion af anlægsjord. 1 ton kompost kan på volumenbasis substituere 292 kg tørv. Ved en massereduktion af haveaffaldet på 35 % svarer det til, at 1 ton haveaffald teoretisk kan substituere ca. 188 kg tørv. En rationel anvendelse af komposten må formodes at ske når anvendt i professionelle sammenhæng, mens det er mere tvivlsomt om komposten anvendes rationelt i privat sammenhæng. Kompost er væsentligt billigere end tørv og anvendes derfor ofte mere rundhåndet, dvs. der anvendes mere kompost end der ville have været anvendt tørv. En interview-undersøgelse på kommunale genbrugspladser af kompostbrugere viste at substitutionen er mindre end 50 % (Ref. 4). Da fordelingen af brugen af kompost mellem private og professionelle brugere ikke kendes, antages her at 50 % af komposten anvendes rationelt og substituerer for tørv svarende til en besparelse på skønnet 94 kg tørv per ton haveaffald komposteret. Et ton tørv anvendt som jordforbedring har en belastning på 970 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton tørv i den fulde livscyklus fra opgravning og anvendelse (Ref. 5). Det vil sige at den skønnede kompostanvendelse har en besparelse på 91 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ton haveaffald.

### ***Omregningsfaktorer***

Følgende faktorer til omregning til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter er benyttet:

- CO<sub>2</sub> emitteret fra forbrænding af fossile brændsler: 1 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per kg CO<sub>2</sub> emitteret
- CO<sub>2</sub> emitteret fra nedbrydning af biologisk materiale: 0 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per kg CO<sub>2</sub> emitteret
- CH<sub>4</sub> emitteret: 25 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per kg CH<sub>4</sub> emitteret
- N<sub>2</sub>O emitteret: 298 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per kg N<sub>2</sub>O emitteret

### ***Beskrivelse af udeladte data***

En række processer og data er udeladt af forskellige grunde:

- Transport mellem komposteringsanlægget og det sted hvor komposten anvendes er udeladt, da denne dels vil variere meget og dels ikke vil have væsentlig betydning. Dieselforbruget til transporten er skønnet til at være i størrelsen 1-2 l diesel/ton kompost svarende til maksimalt 1 l diesel per ton indsamlet haveaffald
- Elforbrug til lys på plads, lys på kontor og opvarmning – varierer meget – er skønsmæssigt antaget til ca. 0,5 - 2 kWh/ton haveaffald.
- Andet affald der tilføres forbrændingsanlægget indgår ikke i opgørelsen. Anses for lille og ubetydelig.
- Bygningsaffald (sten, fliser, etc.) der frasorteres indgår ikke i opgørelsen. Anses for lille og ubetydelig.

## Datatabel

CO<sub>2</sub>- opgørelsen er sammenfattet i nedenstående tabel opdelt efter indirekte, opstrøms bidrag, direkte bidrag fra anlægget, samt indirekte, nedstrøms bidrag. Belastninger er positive tal mens besparelser er negative tal. Alle tal i tabellen er per ton modtaget haveaffald (våd vægt (vv)).

Opstrøms CO <sub>2</sub> -bidrag (indirekte)	Direkte CO <sub>2</sub> -bidrag	Nedstrøms CO <sub>2</sub> -bidrag (indirekte)
<i>4,9 kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</i>	<i>118 kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</i>	<i>- 156 kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</i>
<b>Omregnet til kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-fossil fra produktion af diesel forbrugt på komposteringsanlæg: 1,5</li> <li>• Produktion af elektricitet: 0,2</li> <li>• Produktion af diesel anvendt til transport fra genbrugsplads til komposteringsanlæg: 0,5</li> <li>• CO<sub>2</sub>-fossil fra diesel forbrænding ved transport af haveaffald: 2,7</li> </ul>	<b>•Omregnet til kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-bio: 0</li> <li>• CH<sub>4</sub> fra miler: 80</li> <li>• N<sub>2</sub>O fra miler: 29,8</li> <li>• CO<sub>2</sub>-fossil fra diesel forbrænding: 8,2</li> </ul>	<b>Omregnet til kg CO<sub>2</sub>-eq/ton</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-bio: 0</li> <li>• Substitution af tørv: -91</li> <li>• Træfraktion som bruges til opstartsfyring på forbrændingsanlæg: -65</li> </ul>
<b>Medtaget (enhed/ton vv):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion af diesel anvendt på komposteringsanlæg: 3,04 l.</li> <li>• Produktion af elektricitet anvendt på komposteringsanlæg: 0,2 kWh</li> <li>• Produktion af diesel anvendt til transport fra genbrugsplads til komposteringsanlæg: 1 l.</li> <li>• Forbrænding af diesel til transport fra genbrugsplads til komposteringsanlæg: 1 l.</li> </ul>	<b>Medtaget (enhed/ton vv):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-bio: 413 kg</li> <li>• CH<sub>4</sub> fra miler: 3,2 kg</li> <li>• N<sub>2</sub>O fra miler: 100 g</li> <li>• Forbrænding af diesel: 3,04 l</li> <li>• Brug af elektricitet: 0,2 kWh</li> </ul>	<b>Medtaget (enhed/ton vv)</b> <p>Kompost anvendt som jordforbedring og i produktion af anlægsjord</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-bio: 187 kg</li> <li>• Substitution af tørv: 94 kg</li> <li>• Træfraktion som bruges til opstartsfyring på forbrændingsanlæg: 65 kg</li> </ul>
<b>Ikke medtaget:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion af anlæg og maskiner</li> <li>• Produktion af smøremidler, rengøringsmidler etc. Konstruktion af anlæg og maskiner.</li> </ul>	<b>Ikke medtaget:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vedligeholdelse af anlæg og maskiner</li> <li>• Udslip af sporgasser udover metan og lattergas</li> </ul>	<b>Ikke medtaget:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bortkørsel af kompost</li> <li>• Arbejde i forbindelse med blanding og anvendelse af komposten</li> <li>• Ændringer i afgivelse af lattergas fra jorden som følge af kompostanvendelsen</li> <li>• Forbrændingen af andet affald</li> </ul>



## Usikkerheder

De direkte CO<sub>2</sub>-belastninger fra maskineri anvendt på komposteringsanlægget er relativt små og usikkerheden knyttet hertil ikke væsentlig.

Den væsentligste usikkerhed vedrørende CO<sub>2</sub>-belastningen knytter sig til emissionen af metan og lattergas. Målingerne der ligger til grund for estimatet er få og usikre og bør formentlig gentages indtil konvergerende værdier opnås. Usikkerheden kan formentlig være op til 100 %. Den diffuse emission af drivhusgasser er delvist påvirket af driften af anlægget, men det er ikke på nuværende tidspunkt muligt præcist at bestemme, hvorledes emissionen kan reduceres.

CO<sub>2</sub>-besparelsen er knyttet til anvendelsen af komposten i form af den tørv der substitueres. Det er imidlertid meget usikkert, hvor mange tørve-baserede produkter der rent faktisk spares; især med hensyn til det kompost, der aftages af private. Der bør formentlig løbende gennemføres brugerundersøgelser heraf, således den faktiske substitution - og ikke kun den estimerede - kan beregnes. Det nuværende estimat per ton faktisk substitution er usikkert, da tørveprodukter kommer fra mange forskellige produktioner og et egentligt statistisk materiale ikke haves. Den væsentligste usikkerhed er imidlertid, om der sker en reel substitution, dvs. om det benyttede estimat er retvisende.

Der indgår ikke besparelser opnået pga. gødningsindholdet i komposten. Anvendelse af kompost i stedet for tørv bør også resultere i en besparelse i brug af kunstgødning, idet komposten i modsætning til tørv indeholder visse mængder af N, P og K. Der haves ikke data for hvor stor den reelle besparelse er og der er ikke foretaget et estimat heraf. Besparelse skønnes at være lille.

Den samlede besparelse inklusive direkte og indirekte bidrag, som i tabellen er opgjort til 33 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per ton haveaffald, vurderes at kunne variere i intervallet 75 til 0 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per ton haveaffald; det vil sige fra at være tilnærmelsesvis neutral til at være en væsentlig besparelse.

## Referencer

Ref. 1. CO<sub>2</sub> opgørelser i den danske affaldsbranche – en vejledning. *affald danmark* og Dakofa, København, oktober 2011 ([www.dakofa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse](http://www.dakofa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse)).

Ref. 2: Boldrin, A., Andersen, J.K., & Christensen, T.H. (2009a) LCA-rapport: Miljøvurdering af haveaffald i Århus Kommune (LCA-report: Environmental assessment of garden waste management in Aarhus Kommune). Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark.

Ref. 3: Andersen, J.K., Boldrin, A., Samuelsson, J., Christensen, T.H., & Scheutz, C. (2010) Quantification of GHG emissions from windrow composting of garden waste. *Journal of Environmental Quality*, **39**, 713-724.

Ref. 4: Andersen, J.K, Christensen, T.H & Scheutz, C (2010) Substitution of peat, fertiliser and manure by compost in hobby gardening: User surveys and case studies. *Waste Management*, in press.

Ref. 5: Boldrin, A., Hartling, K.R., Laugen, M., & T.H. Christensen. (2009b) Environmental inventory modeling of the use of compost and peat in growth media preparation. *Resources, Conservation & Recycling*, **54**, 1250-1260.