

CO₂-opgørelser i den danske affaldsbranche

- en vejledning

Introduktion, koncept og basisdata

1. oktober 2011

Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
1. Indledning.....	5
2. Formål med CO ₂ -opgørelser	6
3. Overordnet koncept	6
3.1 Organisering af opgørelsen	7
3.2 Rammebetingelser – generelle.....	10
3.3 Rammebetingelser – ved historiske årsopgørelser.....	11
3.4 Emissioner der medtages i opgørelsen.....	12
4. Energi.....	13
5. Transport	15
6. Materialelegnanvendelse	16
7. Usikkerhed.....	18
8. Ansvar	19
9. Referencer	19

Forord

Formålet med denne vejledning i CO₂-opgørelser er at hjælpe affaldsbranchen og dennes samarbejdspartnere i at opgøre bidrag til udledning og besparelse af CO₂-emissioner i relation til håndtering af affald.

Vejledningen opstiller rammebetingelser og grunddata til brug for udarbejdelse af en CO₂-opgørelse for en proces, en teknologi, en virksomhed eller en systemløsning for indsamling og behandling af affald. Opgørelsen kan indledningsvist etableres på et begrænset datagrundlag og udbygges til større detaljeringsgrad, efterhånden som bedre data indsamles. Fremgangsmåden kan også benyttes i forbindelse med årlige opgørelser af CO₂-bidrag til brug i grønne regnskaber m.m.

Hensigten er at sikre transparens i forudsætninger, teknologiske data og omregning til CO₂-ækvivalenter. Dette betyder blandt andet, at opgørelsen kræver, at man også oplyser om delprocesser og faktorer, som ikke indgår kvantitativt i den aktuelle opgørelse. Endvidere omfatter metoden en opgørelse af både direkte og indirekte CO₂-bidrag. Vejledningen indeholder forslag til hvilke emissionsfaktorer, der skal benyttes ved forbrug af energi og materialer, samt ved bidrag til genanvendelse af materialer og energiuudnyttelse.

Basisopgørelsen som beskrevet i denne vejledning kan f.eks. danne baggrund for udarbejdelse af specifikt informationsmateriale til kunder, borgere og andre aktører med relation til affaldsbranchen. Vejledningen er til gengæld ikke velegnet til brug i forbindelse med større strategiske beslutninger om f.eks. anlægsudvidelser og ej heller som basis for affaldsplanlægning f.eks. i kommunalt regi. Her kræves mere nuancerede modeller og også inddragelse af andre miljøpåvirkninger end global opvarmning. En række affaldstekniske anlæg, blandt andet deponier, skal årligt indberette deres CO₂-emissioner via danske instanser til European Pollutant Release and Transfer Register (PRTR). Her forligger særlige regler og instrukser, og nærværende vejledning kan ikke benyttes i denne sammenhæng.

Vejledningen består af følgende dokumenter:

- Vejledning – introduktion, koncept og basisdata (*nærværende dokument*)
- Fastlæggelse af energidata til brug i CO₂-opgørelser
- Fastlæggelse af data for materialegenanvendelse til brug i CO₂-opgørelser
- Kom godt i gang! Brugervejledning til udarbejdelse af CO₂-opgørelser
- Skabelon – word

Derudover kan hentes inspiration i følgende eksempler på behandlingstyper og fraktioner, som er udarbejdet som en del af projektet:

- Håndtering og kompostering af haveaffald fra genbrugspladser (AffaldVarme Århus)
- Genanvendelse af jern- og metalkrot fra genbrugspladser (Stena)
- Forbrænding af blandet affald (Vestforbrænding)
- Sortering og nedknusning af bygge- og anlægsaffald (RGS90)

- Genanvendelse af papir, pap og plast fra genbrugspladser og virksomheder (Stena)

Vejledningen er tilgængelig og kan frit benyttes via [www. dako-fa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse](http://www.dako-fa.dk/Portaler/klima/co2opgoerelse) med henvisning til: *CO₂ opgørelser i den danske affaldsbranche – en vejledning. affald danmark og Dakofa, København, oktober 2011*. Hvis der på væsentlige punkter afviges fra denne vejledning, skal dette tydeligt fremgå i forbindelse med henvisningen.

Vejledningen er udarbejdet i perioden januar 2010-november 2010 af en projektgruppe bestående af:

Henning Ettrup, AffaldVarme Århus
Bente Kallesen, Amagerforbrænding
Jonas Nedenskov, Amagerforbrænding
Helena Nielsen, Amagerforbrænding
Niels Bo Hylander, Dong Energy
Jeanett Vikkelsøe, Marius Pedersen
Henrik Skovgaard, Reno-Nord
Kim Nytofte Bæk, RGS90
Steen Hansen, Stena Miljø
Kim Crillesen, Vestforbrænding
Lizzi Andersen, COWI
Thomas Højlund Christensen, DTU (projektleder)
Thomas Astrup, DTU
Line Kai-Sørensen Brogaard, DTU
Henrik Wenzel, SDU
Ole Dall, SDU
Leif Mortensen, affald danmark
Hanne Johnsen, affald danmark
Karen Kristensen, affald danmark
Nana Winkler, affald danmark

Nærværende vejledning er den første af sin art i Danmark. Fejl og mangler, som måtte vise sig i forbindelse med brug af vejledningen, bedes meddelt til affald danmark (ad@affalddanmark.dk). Vejledningen foreslås revurderet senest i 2015.

1. Indledning

Klimaforandringer og reduktion af drivhusgasudledninger er højt på den politiske dagsorden både internationalt og i Danmark. Ligesom alle andre brancher og aktører skal affaldsbranchen på ansvarlig måde opføre sine udledninger og bidrage til indførelse af fornuftige reduktioner.

Borgere, kommuner, industri og andre med relation til affaldsbranchen efterspørger i stigende omfang information om, hvorledes håndtering af affald bidrager til klimaregnskabet. Det kan være et ønske om information om en affaldsfraktion, en affaldsteknisk proces, et specifikt anlæg, et affaldsselskab, en kommunal affaldsordning, eller en integreret affaldsløsning. Informationer, som kan bidrage til, at også disse aktører kan agere fornuftigt klimapolitisk hvad angår affald.

Affaldsbranchen er årsag til emission af en række drivhusgasser fra forbrug af energi og fra omsætning af affaldet, men bidrager også til besparelser i drivhusgasemissionerne ved oparbejdning af materiale til genanvendelse og ved udnyttelse af energiindholdet i affaldet. Disse besparelser er i mange tilfælde større end de direkte emissioner fra håndteringen af affaldet, men finder sted uden for affaldsbranchens eget regi. Besparelser i drivhusgasemissioner som følge af produktion af elektricitet ved affaldsforbrænding sker f.eks. i kraftværkssektoren, der nu kan reducere sin produktion af elektricitet og dermed sin emission af drivhusgasser. Tilsvarende kan indsamling af genbrugspapir, som koster energi og transport i affaldsbranchen, betyde, at papirindustrien kan spare råvarer og energi og derved opnå besparelser i sin emission af drivhusgasser.

Problemstillingen om klimaforandring er global, og det er overordnet set ligegyldigt, hvor besparelserne i drivhusgasemissioner finder sted - blot er det vigtigt, at de finder sted. Dette betyder, at det er vigtigt, når affaldsbranchens forskellige aktører ønsker at opgøre deres bidrag til drivhusgasregnskabet, at relationen til den overordnede problematik er tydelig, og at der er enighed om hvilke emissioner og besparelser, der medtages. Det har derfor i nærværende vejledning været væsentligt at foreskrive en klar opdeling af CO₂-opgørelsen i direkte bidrag fra driften af den pågældende enhed og bidrag fra aktiviteter henholdsvis opstrøms og nedstrøms den pågældende enhed. Herved fremstår det tydeligt, hvilke bidrag affaldsbranchen som sådan har direkte indflydelse på og hvilke bidrag der skyldes tilknyttede opstrøms og nedstrøms aktiviteter.

Drivhusgasemissioner opgøres oftest som CO₂-ækvivalenter enten per ton affald eller for et givet anlæg eller system. Men bagved en sådan opgørelse ligger en lang række tekniske data og omregninger. Tilliden til en opgørelse hænger nøje sammen med, hvor transparent disse er opgjort og omregnet. Denne vejledning har til formål at opstille grundlaget for en CO₂-opgørelse på en transparent og dokumenteret måde, således at affaldsbranchen har mulighed for at fremlægge oplysninger om sine bidrag til drivhusgasemissionerne på et ensartet og underbygget grundlag. Hensigten har været at sikre transparens i forudsætninger, teknologiske data og omregning til CO₂-ækvivalenter. Derudover er det vejledningens intention

at forenkle CO₂-opgørelsen så meget som muligt, således at det bliver nemt for alle affaldsbranchens aktører at anvende den.

Principper og vejledning i CO₂-opgørelser findes allerede beskrevet generelt blandt andet i WBC/WRI (2004) og ISO (2006) og specifikt for affaldsbranchen i ePe-protokollen (ePe, 2007). Nærværende danske vejledning for affaldsbranchen er i det væsentlige i overensstemmelse med nævnte vejledninger, men i den danske vejledning er valgt at anvende en fremtidsrettet konsekvenstilgang, hvilket har medført præcisering af opgørelsens antagelser og afgrænsninger samt udarbejdelse af faste talværdier for emissionsfaktorer knyttet til aktiviteter opstrøms og nedstrøms for den enhed, som opgørelsen direkte vedrører.

2. Formål med CO₂-opgørelser

En CO₂-opgørelse for en affaldsfraktion, en affaldsteknisk proces, et specifikt anlæg, en virksomhed, en kommunal affaldsordning, eller en integreret affaldsløsning kan have både eksterne og interne formål:

- Eksterne formål: Kunder og brugere har ønsker om at få belyst og dokumenteret, hvorledes CO₂-opgørelsen ser ud - ofte for en fraktion eller en specifik proces. For at kunne formidle specificerede oplysninger er det vigtigt, at de generelle basistal er indsamlet og dokumenteret i en konsistent ramme.

- Interne formål: Et grundigt kendskab til egne forbrug, udledninger og bidrag til besparelser er et nødvendigt udgangspunkt for eventuelt at kunne bidrage med yderligere reduktion i emissionen af drivhusgasser.

Denne vejledning vedrører opstilling, præsentation og omregning af basisoplysninger i et dynamisk og transparent koncept. Kvaliteten af opgørelsen kan øges i takt med at flere og bedre data indsamles.

Basisopgørelsen som beskrevet i denne vejledning, kan danne baggrund f.eks. for udarbejdelse af specifikt informationsmateriale til kunder, borgere og andre aktører med relation til affaldsbranchen. Vejledningen er til gengæld ikke velegnet til brug i forbindelse med større strategiske beslutninger om f.eks. anlægsudvidelser og ej heller som basis for affaldsplanlægning f.eks. i kommunalt regi. Her kræves mere nuancerede modeller og også inddragelse af andre miljøpåvirkninger end global opvarmning. En række affaldstekniske anlæg, blandt andet deponier, skal årligt indberette deres CO₂-emissioner via danske instanser til European Pollutant Release and Transfer Register (PRTR). Her forligger særlige regler og instrukser, og nærværende vejledning kan ikke benyttes i denne sammenhæng.

3. Overordnet koncept

Vejledningen er opbygget med udgangspunkt i en række overordnede principper, som kort omtales i det følgende.

3.1 Organisering af opgørelsen

Opgørelsen er opdelt på tre selvstændige, men sammenhængende bidrag, Opstrøms, Direkte og Nedstrøms (ODN), der tager udgangspunkt i den enhed (funktion eller service) - en kombination af affaldsfraktion, proces og involverede fysiske anlæg - som opgørelsen vedrører. Den midterste del af opgørelsen (se tabel 1) kaldes "direkte", idet der i det væsentlige er tale om emissioner direkte knyttet til driften af den betragtede enhed.

Den funktionelle enhed, som opgørelsen vedrører, må indledningsvist nøje defineres og afgrænses. Det må klart fremgå, hvilke affaldsfraktioner der håndteres, og hvilken teknologi der benyttes. Det må ligeledes klart afgrænses, hvad der indgår direkte, og hvad der betragtes som opstrøms og nedstrøms aktiviteter. I afgrænsningen kan også beskrives, hvilke elementer der bevidst ikke er medtaget, for eksempel CO₂-bidrag fra konstruktion af bygninger og anlæg.

Den direkte drift vedrører selve den fysiske enhed og kan omfatte:

- Forbrænding af diesel og naturgas i køretøjer og brændere
- Emissioner knyttet til affaldets omsætning: fossilt kulstof emitteret ved forbrænding samt metan og lattergas fra biologisk behandling og deponier

Opstrømsbidraget omfatter CO₂-bidrag fra indkøbte varer og ydelser, som er væsentlige for driften af den pågældende enhed. Dette kan være:

- Elektricitet (emissionen foregår på kraftværket)
- Varme
- Kemikalier, indsamlingssække, plastposer, kalk og lignende
- Produktionen af biler, udstyr og anlæg (udelades som regel)

Nedstrømsbidraget omfatter de emissioner og besparelser, som er knyttet til de produkter og restprodukter, der enten bringes videre til et andet affaldsanlæg, som ikke indgår i opgørelsen, eller som forlader enheden til en ekstern aftager. Emissionerne knyttet hertil skal medtages i alle tilfælde, mens besparelser kun skal medtages, når der er tale om reelle besparelser, det vil sige at der spares på noget andet, som ellers ville have givet et bidrag til CO₂-emissionen. Nedstrømsbidrag kan være:

- Elektricitet tilført nettet eller ekstern bruger
- Varme til ekstern bruger
- Gas til ekstern bruger
- Kompost, der fortrænger anden gødning eller jordforbedringsprodukt
- Genanvendelige produkter som papir, metal, plast, glas etc., der benyttes til ny produktion.
- Genanvendeligt byggeaffald

I opgørelsen indgår i princippet alt, der har betydning, men da det ikke nødvendigvis er klart, hvad der har betydning, og da data ikke altid er tilgængelige, skal opgørelsen præcist angive, hvad der er medtaget i form af et kvantitativt bidrag per ton affald håndteret. Endvidere skal opgørelsen oplyse, hvad der ikke er medtaget. Det forudsættes, at der i opgørelsen redegøres for, i hvilket omfang udeladelser og manglende data forventes at påvirke det overordnede resultat.

Opgørelsen indeholder en standardiseret tabel, der i oversigtsform (se tabel 1) præsenterer de tre typer bidrag (opstrøms-, drift, nedstrøms), kvantitative oplysninger om indgåede processer og forbrug, oplysninger om hvilke aspekter der ikke er medtaget, samt omregningen til CO₂-ækvivalenter.

Tabel 1. Eksempel på opstilling af en ODN-tabel for CO₂-opgørelse, her for genanvendelse af metal fra en kommunal genbrugsplads.

Opstrøms CO ₂ -bidrag (indirekte)	Direkte CO ₂ -bidrag	Nedstrøms CO ₂ -bidrag (indirekte)
45 kg CO₂-eq/ton	11 kg CO₂-eq/ton	- 1325 kg CO₂-eq/ton
Omregnet til kg CO₂-eq/ton <ul style="list-style-type: none"> •Forbrænding af diesel: 13,5 •Produktion af diesel: 4,5 •Produktion af elektricitet: 27 	Omregnet til kg CO₂-eq/ton <ul style="list-style-type: none"> •Forbrænding af diesel: 10,8 	Omregnet til kg CO₂-eq/ton <ul style="list-style-type: none"> •Genanvendelse af stål: 1050 •Genanvendelse af kobber: 5 •Genanvendelse af aluminium.: 250 •Genanvendelse af rustfrit stål : 20
Medtaget (enhed/ton vv): <ul style="list-style-type: none"> •Forbrug af diesel til transport af container med jern- og metalkrot fra genbrugsplads (40 km): 5 l •Produktion af diesel brugt til transport: 5 l •Produktion af diesel brugt på shredder anlæg: 4 l •Produktion af elektricitet brugt på shredder anlæg: 30 kWh 	Medtaget (enhed/ton vv): <ul style="list-style-type: none"> •Forbrug af diesel: 4 l •Brug af elektricitet: 30 kWh 	Medtaget (enhed/ton vv) <ul style="list-style-type: none"> •Genanvendelse af 700 kg stål •Genanvendelse af 1 kg kobber •Genanvendelse af 25 kg aluminium •Genanvendelse af 10 kg rustfrit stål
Ikke medtaget: <ul style="list-style-type: none"> •Konstruktion af anlæg og maskiner •Produktion af smøremidler, rengøringsmidler etc. 	Ikke medtaget: <ul style="list-style-type: none"> •Vedligeholdelse af anlæg og maskiner •Udslip af flygtige organiske forbindelser fra shredder anlæg 	Ikke medtaget: <ul style="list-style-type: none"> •Transport af genanvendelige materialer •Deponering af rejekt (180-220 kg) •Andet affald til behandling (<5 kg) •Genanvendelse af el-motorer •Genanvendelse af restmetalfraktion •Genanvendelse af restmetalfraktion, fin

3.2 Rammebetingelser – generelle

Som nævnt er affaldsbranchen isoleret set primært årsag til emissioner af drivhusgasser fra omsætningen af affaldet og fra omsætning af energi på anlæg og i køretøjer (opstrøms bidrag og direkte bidrag), men branchen leverer også energi og sekundære råstoffer og produkter til det omgivende samfund, som herved kan opnå besparelser (nedstrøms bidrag). Disse nedstrøms besparelser kan imidlertid opgøres på flere måder afhængigt af de principielle betragtninger, der ligger bag, og hvilke konkrete data, der benyttes i udregningerne. Her beskrives kort de principielle valg, der er foretaget, mens konkrete data præsenteres i et senere afsnit.

Overordnet er det valgt at benytte en fremtidsrettet konsekvenstilgang, idet det er ønsket at etablere et sæt rammebetingelser, som forventes at kunne holde i 5-10 år ud i fremtiden. De væsentligste rammebetingelser knytter sig til affaldssektorens samspil med energisektoren og med biomasse-sektoren, og netop disse sektorer forventes at være underlagt stor dynamik i de kommende år, både økonomisk og politisk.

Det er vurderet som sandsynligt, at man i Danmark inden for en overskuelig fremtid politisk vil beslutte sig for over en årrække at frigøre sig fra fossile brændsler. Dette vil blandt andet betyde en kraftig satsning på udfasning af kulkraftværker og fremskaffelse af alternative brændsler til køretøjer. Til trods for en forventet kraftig udbygning af alternative energisystemer med bl.a. vindmøller, solceller, varmepumper og geotermi, må det dog forventes, at fossilt brændsel i mange år fremover stadig vil udgøre en del af transportbrændstofferne, samt bidrage til elektricitetsforsyningen og varmforsyningen. Det kan derfor antages, at energi (el, varme) og brændstof (gas) leveret af affaldsbranchen vil spare på anvendelsen af fossilt brændsel. Dette betyder, at besparelserne opgøres som sparede emissioner fra tilsvarende produktion baseret på fossile brændsler.

Den forventede politiske målsætning om udfasning af fossile brændsler vil øge behovet for biomassebaserede brændsler. Da der samtidigt er politisk opmærksomhed omkring sikring af fødevarerproduktionen til en globalt set voksende befolkning og omkring beskyttelse af biodiversiteten, må arealanvendelsen blive en begrænsende faktor. Hermed vil også biomasse blive en begrænset ressource. Dette betyder, at genanvendelse og energiudnyttelse, som direkte eller indirekte relaterer sig til biomasse - i en konsekvenstilgang - vil kunne spare biomasse, som i sidste ende - et eller andet sted - vil kunne substituere for fossile brændsler. Dette har en række konsekvenser i forhold til at opstille konsekvente rammebetingelser, idet:

- Energi fra et affaldsanlæg altid vil substituere for fossile brændsler, også selv om det, der umiddelbart substitueres, er biomasse (eksempelvis affaldsvarme der sparer fjernvarme baseret på halm)
- Brændsler baseret på affald vil altid substituere for fossile brændsler, også selv om det der umiddelbart substitueres, er biomasse

- Genanvendelse af papir, pap og træ vil spare biomasse, som et andet sted vil substituere for fossile brændsler
- Genanvendelse af plast ved "down-cycling", hvor det substituerede produkt normalt ville være baseret på træ (paller, hegnspæle, bænke, etc.), vil spare biomasse (træ), som et andet sted vil substituere for fossile brændsler
- Anvendelse af biobrændstoffer, inden for affaldsbranchen vil skulle opgøres som anvendelse af fossile brændsler, idet indkøb og brug af biobrændstoffer i en biomasse-begrænset økonomi, der er ved at udfase fossile brændsler, blot vil tvinge andre til at anvende fossile brændstoffer. For eksempel vil dette gælde for indsamlingskøretøjer, der kører på biodiesel, og biomasse anvendt til opstart af forbrændingsanlæg.

De opstillede rammebetingelser er næppe helt gældende i dag, men forventes med stor sandsynlighed at blive gældende inden for en kortere årrække. De politiske, strategiske og konkrete tiltag og handlinger i affaldssektoren, der følger som konsekvens af CO₂-opgørelser, forventes at række væsentligt længere frem. Derfor er det nødvendigt at være bevidst om, hvilken fremtid der er den mest sandsynlige og vælge de rammebetingelser, der repræsenterer denne fremtid. Da de faktiske og aktuelle rammebetingelser imidlertid må forventes at variere meget i Danmark i de kommende år, må CO₂-opgørelser inden for affaldsbranchen ligeledes kunne forventes at variere meget. Dette ville begrænse sammenlignelighed og stille store krav til kommunikationen af resultaterne. Med de her opstillede faste rammebetingelser opnås en ensartethed, som vil give sammenlignelighed af de udarbejdede opgørelser.

De opstillede rammebetingelser vil bidrage til opfyldelse af den overordnede forventede politiske målsætning om at reducere afhængigheden af fossile brændsler og begrænse den samlede CO₂-emission, idet rammebetingelserne favoriserer:

- besparelser i brug af energi uafhængig af om den aktuelle energi er baseret på biomasse, vind eller fossile brændsler. Sparet energi baseret på fossile brændsler er en direkte besparelse i CO₂-emissioner og sparet energi, som er baseret på fornybare ressourcer, kan et eller andet sted i et system, der ønsker at frigøre sig af fossile brændsler, afløse for energi baseret på fossile brændsler.
- genanvendelse af papir, pap, træ og plast, da råvarerne herfor er energibærere og genanvendelsen reducerer forbruget af råvarer.
- energiidnyttelse af affaldet og produktion af brændsler hvorved træk på øvrige energiresourcer formindskes.

3.3 Rammebetingelser – ved historiske årsopgørelser

Da det ikke med sikkerhed kan vurderes hvornår areal-ressourcen og dermed biomasse-ressourcen vil blive begrænset og da de opstillede principper for CO₂-opgørelse også kan finde anvendelse ved opstilling af

årlige CO₂-regnskaber for eksisterende affaldsanlæg, kan der i en kortere årrække være behov for at afvige fra antagelsen om begrænsede biomasse-ressourcer. Dette vil betyde følgende ændringer:

- Energi fra et affaldsanlæg substituerer for fossile brændsler hvad angår elektricitet, da kul-kraftværk af politiske årsager vil være under afvikling, mens der for varme må foretages en konkret vurdering og kun hvor der substitueres for varme baseret på fossile brændsler tilskrives sparede CO₂-emissioner
 - Brændsler baseret på affald vil kun substituere for fossile brændsler, hvis de umiddelbart substituerer fossile brændsler
 - Genanvendelse af papir, pap og træ vil spare biomasse men skal ikke krediteres for hvad den sparede biomasse kunne have substitueret (se venstre kolonne i tabel 5)
 - Genanvendelse af plast ved "down-cycling", hvor det substituerede produkt normalt ville være baseret på træ (paller, hegnspæle, bænke, etc.), vil spare biomasse (træ) men skal ikke krediteres for hvad den sparede biomasse kunne have substitueret (se venstre kolonne i tabel 5)
 - Anvendelse af biobrændstoffer i køretøjer og lignende tilskrives ingen CO₂-emission (neutral: hverken belastning eller besparelse)
 - Anvendelse af biobrændstoffer i energiproducerende affaldsanlæg vil skulle opgøres som anvendelse af fossile brændsler, da anlægget i forvejen krediteres CO₂-mæssigt for den energi, der produceres. Herved sikres at anvendelsen af biobrændstoffer som for eksempel træflis afregnes i forhold til effektiviteten på et tilsvarende rent biomasse-baseret energianlæg (som jo er CO₂-neutralt)

Anvendes der en rammebetingelse hvor biomasse ikke er begrænsende skal dette klart fremgå af opgørelsen.

3.4 Emissioner der medtages i opgørelsen

Opgørelsen medtager de væsentligste drivhusgasser: fossilt CO₂, metan (CH₄) og lattergas (N₂O), men også andre drivhusgasser kan indgå i særlige tilfælde. Klorerede og flourerede opløsningsmidler og gasser kan f.eks. være relevante ved håndtering af specialaffald.

Emissionerne kvantificeres i op til 100 år efter håndteringen af affaldet, men præsenteres som en integreret værdi, som det også kendes fra livscyklus-opgørelser.

Emissionernes effekt kvantificeres efter principperne i IPCC (2007).

Biogent CO₂, det vil sige CO₂ fra kulstof i materialer baseret på fotosyntese, anses for neutralt i forhold til global opvarmning, idet vægten lægges på emissioner, der bidrager til en øgning af atmosfærens evne til at tilbageholde infrarød udstråling fra jorden. Denne antagelse betyder, at biogent kulstof, der ikke udledes, men gemmes ud over den betragtede emissionsperiode på 100 år, opfattes som en besparelse og tilskrives en negativ værdi (- 44 kg CO₂-ekvi./12 kg biogent C). Dette kan være aktuelt ved udbringning af

kompost og lignende på jord, hvor en mindre del af det tilførte biogene kulstof vil være indlejret i jorden selv efter 100 år.

Tabel 2 præsenterer de benyttede drivhusgaspotentialer.

Tabel 2: Drivhusgaspotentialer

Emission	Drivhusgaspotentialer
<i>CO₂-fossilt</i>	<i>1 kg CO₂-ækvivalen t / kg CO₂-fossilt emitteret</i>
<i>CO₂-biogent</i>	<i>0 kg CO₂-ækvivalent / kg CO₂-biogent emitteret</i>
<i>CH₄</i>	<i>25 kg CO₂-ækvivalent / kg CH₄ emitteret</i>
<i>N₂O</i>	<i>298 kg CO₂-ækvivalent / kg N₂O emitteret</i>
<i>C-biogent bundet efter 100 år</i>	<i>-3,67 kg CO₂-ækvivalent / kg C-biogent bundet</i>

4. Energi

Energi optræder og bidrager til CO₂-emissioner mange steder i opgørelsen: opstrøms, direkte i driften og nedstrøms.

Opstrøms optræder CO₂-emissioner fra energi i forbindelse med produktion og levering af energi og energiresourcer

- Leveret elektricitet
- Leveret varme
- Leveret diesel
- Leveret benzin
- Leveret naturgas
- Leveret fyringsolie

I driften optræder CO₂-emissioner fra forbrænding af energiresourcer

- Forbrænding af diesel
- Forbrænding af benzin
- Forbrænding af naturgas
- Forbrænding af olie

Nedstrøms optræder sparede CO₂-emissioner fra energi, der leveres fra affaldssystemet, og som substituerer for anden energi. Disse besparelser opgives som negative værdier.

- Leveret elektricitet
- Leveret varme
- Leveret biogas

Disse forbrug og besparelser af energi skal på basis af de fastlagte rammebetingelser alle på nær varme opgøres i forhold til fossile brændsler. Varme er et produkt med et relativt lokalt marked, da varme ikke kan transporteres langt uden væsentlige tab. Varme kan også være et biprodukt fra andre processer, for eksempel elektricitets-fremstilling. CO₂-bidraget fra brug af varme og besparelsen ved levering af varme fra affaldssystemet må således vurderes i det enkelte tilfælde. I nogle tilfælde kan det sparede CO₂-bidrag være meget lille, for eksempel hvis der er tale om spildvarme. Forenklede betragtninger kan her være meget misvisende. For beregning af CO₂-besparelsen ved levering af affaldsvarme til et lokalt fjernvarmenet henvises til Astrup et al. (2010).

Tabel 3 viser emissionsfaktorer for forbrug af energi, og Tabel 4 viser emissionsfaktorer for energi leveret fra affaldssystemet til eksterne brugere. De enkelte emissionsfaktorer varierer i virkeligheden afhængigt af produktionsteknologi og råvarer, men for enkelthedens skyld er her kun opgivet en enkelt afrundet værdi for hver emissionsfaktor. Baggrundsnotatet (Astrup et al, 2010) indeholder oplysninger om variationsintervaller.

Tabel 3: Emissionsfaktorer for CO₂ for forbrug af energi

Emissionsfaktor	
Leveret energi inklusive produktion (opstrøms aktivitet)	
Leveret elektricitet	1,0 kg CO ₂ -ækvivalent / kWh elektricitet
Leveret varme*	0 – 0,36 kg CO ₂ -ækvivalent / MJ varme
Leveret diesel	0,5 kg CO ₂ -ækvivalent / l diesel
Leveret benzin	0,7 kg CO ₂ -ækvivalent / l benzin
Leveret naturgas	0,3 kg CO ₂ -ækvivalent / m ³ naturgas
Leveret fyringsolie	0,5 kg CO ₂ -ækvivalent / l fyringsolie
Leveret stenkul	0,5 kg CO ₂ -ækvivalent / kg stenkul
Forbrænding af energiresourcer i driften (direkte aktivitet)	
Forbrænding af leveret diesel	2,7 kg CO ₂ -ækvivalent / l diesel
Forbrænding af leveret benzin	2,3 kg CO ₂ -ækvivalent / l benzin
Forbrænding af leveret naturgas	2,2 kg CO ₂ -ækvivalent / m ³ naturgas
Forbrænding af leveret fyringsolie	2,8 kg CO ₂ -ækvivalent / l fyringsolie
Forbrænding af stenkul	2,3 kg CO ₂ -ækvivalent / kg stenkul

* skal vurderes i det enkelte tilfælde; se Astrup et al. (2010).

Tabel 4: Emissionsfaktorer for CO₂ for energi leveret fra affaldssystemet til eksterne brugere

	Emissionsfaktor
Leveret energi til ekstern bruger (nedstrømsaktivitet)	
Leveret elektricitet	-1,0 kg CO ₂ -ækvivalent / kWh elektricitet
Leveret varme*	-0 til -0,36 kg CO ₂ -ækvivalent / MJ varme
Leveret biogas	-2,0 kg CO ₂ -ækvivalent / m ³ CH ₄ **
Leveret biomasse/biobrændsel	-0,1 kg CO ₂ -ækvivalent / MJ brændsel

* skal vurderes i det enkelte tilfælde; se Astrup et al. (2010)

** Beregnet på basis af energiindhold

5. Transport

Såfremt transport opgøres som en del af de Opstrøms aktiviteter (f.eks. transport af affald til anlægget), medtages CO₂-emissioner relateret både til fremskaffelse og anvendelse af transportbrændslerne under selve transporten (se emissionsfaktorer nedenfor). Hvis transport opgøres som en del af det betragtede system, skal fremskaffelse af brændslerne angives jf. ovenstående.

Tabel 5: CO₂-emissionsfaktorer for transport, inklusive fremskaffelse og anvendelse af brændsler til transporten. Data nedenfor er uden returtransport, hvorfor dette skal tillægges separat hvis det ønskes medtaget (Eisted et al., 2009)

Transportmiddel	Enhed	Emissionsfaktor
Lastbil < 16 ton	kg CO ₂ /ton·km	0,221 - 0,557
Lastbil > 16 ton	kg CO ₂ /ton·km	0,091 - 0,190
Tog (diesel)	kg CO ₂ /ton·km	0,002 - 0,058
Tog (el)	kg CO ₂ /ton·km	0,002 - 0,056
Pram (Rhin-område)	kg CO ₂ /ton·km	0,033 - 0,036
Pram (Europa)	kg CO ₂ /ton·km	0,026 - 0,027
Skib	kg CO ₂ /ton·km	0,002 - 0,042

6. Materialegenanvendelse

Produkter og genanvendelige materialer, der leveres af affaldssystemet til eksterne brugere, kan være årsag til, at disse sparer anvendelse af andre materialer og energi. Sidstnævnte fordi det ofte er mindre energikrævende at omdanne genanvendelige materialer end at producere nye materialer fra jomfruelige råmaterialer.

I nogle genanvendelsestilfælde anvendes de genvundne affaldsmaterialer i blanding med nye råstoffer, hvilket betyder, at der for en given produktion skal bruges færre råstoffer og ofte også mindre energi. Genanvendelse af glasskår i produktion af glasballager er et typisk eksempel herpå. I en række tilfælde anvendes affaldsmaterialer dog primært som en del af en produktion baseret på mellemprodukter. Der kunne f.eks. være tale om genanvendt papir, der indgår sammen med jomfruelig papirmasse. Affaldsmaterialerne skal dog i mange tilfælde igennem en oprensning for at kunne benyttes til høj kvalitetsprodukter. Fjernelse af tryksvæerte fra aviser er et eksempel relateret til papirgenanvendelse. I sådanne sammenhænge er det muligt ud fra oplysninger fra de pågældende industrier at beregne, hvor stor CO₂-besparelsen er ved at genanvende 1 ton affaldsmaterialer, frem for at benytte jomfruelige ressourcer til at producere den samme mængde og kvalitet af produkt. Besparelsen vil afhænge af hvilket specifikt produkt, der produceres (f. eks. er der forskel mellem forskellige papirtyper), og af hvilken teknologi, der benyttes (f.eks. om der benyttes fossile brændsler eller vandkraft).

I nogle genanvendelsestilfælde benyttes udelukkende affaldsmaterialer og stor set ingen jomfruelige råstoffer ud over hjælpestoffer. Eksempler kan være papfremstilling og metalgenanvendelse. CO₂-belastningen ved en sådan produktion kan også beregnes, idet besparelsen sker i form af jomfrueligt materiale, der fortrænges via markedet. I sådanne tilfælde skal det vurderes, hvilken jomfruelig produktion der fortrænges af det genvundne materiale.

De fleste genbrugsmaterialer af væsentlig værdi handles på et internationalt marked. Kun lavværdi materialer i store mængder, så som kompost, anaerob udrådningsrest og genanvendt bygge- og anlægsaffald handles primært lokalt. I nogle tilfælde indgås korttidskontrakter, men det overordnede mønster er, at man i affaldsbranchen ikke har og ikke kan få viden om, hvor og hvorledes genbrugsmaterialerne reelt genanvendes. Ofte handles genbrugsmaterialerne gennem flere led, oplagres og flyttes rundt afhængigt af markedspris og transportomkostninger.

Langt de fleste tilgængelige oplysninger om genvindingsindustrien og om jomfruelige produktioner stammer fra Europa og Nordamerika, mens der ikke haves mange oplysninger om teknologierne i Kina, Asien og Latinamerika, hvor en stigende del af såvel jomfruelig produktion som genanvendelse finder sted. Dette betyder, at de tilgængelige oplysninger formentligt ikke repræsenterer markedet.

Samlet betyder dette, at opgørelsen af en CO₂-besparelse ved genanvendelse i langt de fleste tilfælde er en konstruktion, idet der ikke haves præcise oplysninger om den konkrete teknologi, der genanvender, og ej heller om den teknologi, der erstattes.

Dette til trods tilbyder denne vejledning et sæt generelle data til anvendelse ved CO₂-opgørelse inden for affaldsbranchen. Stor set alle inden for affaldsbranchen leverer til de samme markeder, og det er derfor uhensigtsmæssigt, at forskellige opgørelser vedrørende den samme genanvendelse benytter forskellige værdier. Dette forhold er yderligere forstærket af, at besparelsen i mange tilfælde er langt større end CO₂-belastningerne opstrøms og fra driften.

Tabel 6 indeholder data for CO₂-besparelser ved industriel genanvendelse af genbrugsmaterialer. I beregningerne er i et vist omfang taget højde for tab af materiale ved oprensning og forarbejdning (substitutions-forhold), men det skal understreges, at der er tale om typiske kvaliteter. Affaldsmaterialer med større indhold af urenheder eller fugt vil føre til mindre besparelser. De enkelte emissionsfaktorer varierer i virkeligheden afhængigt af produktionsteknologi og råvarer, men for enkelthedens skyld er her kun opgivet en enkelt afrundet værdi for hver emissionsfaktor. Baggrundsnotatet (Wenzel & Brogaard, 2010) indeholder oplysninger om variationsintervaller.

I opgørelsen er rammebetragtningen om biomassebegrænsninger medtaget i tabellens højre kolonne, hvilket betyder, at for eksempel genanvendt papir sparer biomasse, som alternativt antages anvendt til substitution for fossile brændsler. Antages det, at biomasse ikke er begrænsende, skal værdierne i venstre kolonne benyttes.

Data i tabel 6 kan ikke benyttes af en specifik genanvendelsesindustri; her må benyttes tal for egen proces.

Tabel 6: Emissionsfaktorer ved industriel genanvendelse af affaldsmaterialer (kg CO₂-ækvivalent/ton affaldsmateriale. Materiale genanvendelse indeholder genanvendelsesprocessen minus sparet jomfruelig proces.

Materiale	Materiale- genanvendelse	Tillæg for biomassebegrænsning	Samlet emissionsfaktor
<i>Glas (omsmeltning)</i>	-400	0	-400
<i>Plast: PE</i>	-1500	0	-1500
<i>Plast: PET</i>	-1750	0	-1750
<i>Metal: Stål / jern</i>	-1500	0	-1500
<i>Metal: Aluminium</i>	-10000	0	-10000
<i>Metal: Kobber</i>	-7400	0	-7400
<i>Pap/bølgepap</i>	50	-2050	-2000
<i>Papir: Aviser</i>	-1700	-1400	-3100
<i>Papir: Blandet</i>	-300	-1900	-2200

CO₂-besparelser ved anvendelse af kompost og ved genanvendelse af byggeaffald er ikke medtaget i nærværende notat, da der stadig er væsentlig usikkerhed knyttet hertil; dels er der relativt få oplysninger i litteraturen og dels afhænger besparelserne meget af lokale definitioner og forhold. Der henvises til to eksempler som berører henholdsvis kompost og byggeaffald.

7. Usikkerhed

En CO₂-opgørelse er behæftet med usikkerhed i forhold til

- Opstillede rammebetingelser
- Anvendte omregningsfaktorer
- Tekniske data fra transporter, processer, anlæg, osv.
- Faktiske nedstrøms besparelser som opnås

Resultatet af en CO₂-opgørelse vil primært være følsomt over for usikkerheder knyttet til de opstillede rammebetingelser og anvendte omregningsfaktorer. Men da denne vejledning har defineret et fast sæt rammebetingelser og et fast sæt omregningsfaktorer, er disse usikkerheder i forhold til udførelsen af CO₂-opgørelsen fjernet rent regneteknisk. Selvom konceptet er fastlagt, kan det naturligvis sagtens diskuteres, om det er retvisende i alle tilfælde.

Usikkerhed omkring de tekniske data kan være relateret til:

- Oversete delprocesser og faktorer
- Udeladte delprocesser og faktorer
- Parameterusikkerhed på kvantitative data.

Usikkerhed omkring de nedstrøms opnåede besparelser kan være væsentlig. I det omfang værdier fra tabel 4 og 6 benyttes, er der dog næppe grund til at fremføre yderligere synspunkter på usikkerheden på disse tal end allerede beskrevet. Især bør der være fokus på usikkerhederne omkring værdien af varme, da den lokale substitution kan være meget vanskelig at kvantificere. Ved anvendelse af kompost og anaerob udrådningsrest i jordbrug (især anvendelse af kompost i privat regi) samt genanvendelse af bygge- og anlægsaffald er der væsentlig usikkerhed om de faktiske besparelser. Her bør usikkerhed om antagne besparelser vurderes nøje.

Vejledningen specificerer ikke en detaljeret fremgangsmåde, som skal benyttes til vurdering af resultaternes følsomhed, men som det også fremgår af eksemplerne, skal både udeladte processer og indgående data vurderes med hensyn til betydning for det samlede resultat. Det er ønskeligt, at der gives et bud på et typisk variationsinterval for den samlede CO₂-opgørelse.

8. Ansvar

Anvendelsen af ODN-tabellen giver en læser god mulighed at sætte sig ind i CO₂-opgørelsen, men læseren vil ikke have mulighed for at vurdere rigtigheden af mange af de tekniske parametre, der indgår. Det er derfor væsentligt, at den, der er ansvarlig for udarbejdelsen af CO₂-opgørelsen, daterer og underskriver opgørelsen og dermed står inde for, at opgørelsen er så retvisende som muligt; herunder også at udeladte processer og faktorer er beskrevet, og at vejledningen er fulgt. Er der foretaget mindre afvigelser i forhold til vejledningen, skal dette specifikt angives, og er større afvigelser foretaget, kan der ikke henvises til, at CO₂-opgørelsen er udført i henhold til denne vejledning.

9. Referencer

Astrup, T., Dahl, O. & Wenzel, H. (2010): Fastlæggelse af energidata til brug i CO₂-opgørelser. Notat til affald danmark.

EpE (2007): Protocol for the quantification of greenhouse gases emissions from waste management activities. Version 2. Entreprises pour l'Environnement, Nanterre, France, 58 pp.

IPPC (2007) Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R.B. Alley, T. Berntsen, N.L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J.M. Gregory, G.C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B.J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T.F. Stocker, P. Whetton, R.A. Wood and D. Wratt, 2007: Technical Summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ISO (2006): ISO 14064. Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland. 20 pp.

WBC/WRI (2004). Ranganathan, J., Corbier, L., Bhatia, P., Schmitz, S., Gage, P. and Oren, K.: The Greenhouse gas protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. 116 pp.

Wenzel, H. & Brogaard, L. (2010): Fastlæggelse af data for materialgenanvendelse til brug i CO₂-opgørelser. Notat til affald danmark.