



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

Faglig rapport fra DMU nr. 700, 2009

# Drivhusgasopgørelse på kommuneniveau

Beskrivelse af beregningsmetoder



*[Tom side]*



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

---

Faglig rapport fra DMU nr. 700, 2009

# Drivhusgasopgørelse på kommuneniveau

Beskrivelse af beregningsmetoder

Ole-Kenneth Nielsen  
Morten Winther  
Steen Gyldenkærne  
Erik Lyck  
Marianne Thomsen  
Leif Hoffmann  
Patrik Fauser

# Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU, nr. 700
Titel:	Drivhusgasopgørelse på kommuneniveau
Undertitel:	Beskrivelse af beregningsmetoder
Forfattere:	Ole-Kenneth Nielsen, Morten Winther, Steen Gyldenkærne, Erik Lyck, Marianne Thomsen, Leif Hoffmann, Patrik Fauser
Afdeling:	Afdeling for Systemanalyse
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsesår:	Februar 2009
Redaktion afsluttet:	Januar 2009
Faglig kommentering:	Anne Mette R. von Benzon, COWI. Claus Werner Nielsen, COWI og Christina Egsvang Føns, Kommunernes Landsforening.
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Nielsen, O.-K., Winther, M., Gyldenkærne, S., Lyck, E., Thomsen, M., Hoffmann, L. & Fauser, P. 2009: Drivhusgasopgørelse på kommuneniveau. Beskrivelse af beregningsmetoder. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 104 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 700. <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR700.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR700.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Denne rapport beskriver med udgangspunkt i sektorniveau, svarende til de danske nationale drivhusgasopgørelser, beregningsmetoder for opgørelser af drivhusgasser på kommuneniveau. Sektorerne i rapporten er kollektiv el- og varmforsyning, individuel opvarmning, mobile kilder og transport og maskiner, industrielle processer, opløsningsmidler, landbrug, arealanvendelse samt affaldsdeponi og spildevand. Metoderne omfatter beregninger af de drivhusgasser der er mest vigtige for den pågældende sektor. Samlet set er omfattet drivhusgasserne CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O. De enkelte metoder er bygget op i flere niveauer (Tiers) med stigende krav til kommunerne vedrørende datagrundlag.
Emneord:	Drivhusgasser, kommuner, CO <sub>2</sub> -beregner, klima, emissionsopgørelse
Layout:	Ann-Katrine Holme Christoffersen
ISBN:	978-87-7073-078-5
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	104
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR700.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR700.pdf</a>

# Indhold

## Forord 5

## Sammenfatning 6

## Summary 7

## 1 Indledning 8

## 2 Kollektiv el- og varmforsyning 10

### 2.1 El og fjernvarme 10

## 3 Individuel opvarmning 14

### 3.1 Industri 14

### 3.2 Handel og service 17

### 3.3 Husholdninger 19

### 3.4 Landbrug og skovbrug 21

## 4 Mobile kilder, transport og maskiner 25

### 4.1 Beskrivelse af inputdata til CO<sub>2</sub>-beregner på kommuneniveau: mobile kilder 25

### 4.2 Vejtrafik 25

### 4.3 Togtrafik 31

### 4.4 Flytrafik 32

### 4.5 Skibstrafik 35

### 4.6 Fiskeri 37

### 4.7 Non-road maskiner indenfor industri 39

### 4.8 Non-road maskiner indenfor landbrug 41

### 4.9 Non-road maskiner indenfor skovbrug 44

### 4.10 Non-road maskiner indenfor have- og hushold 45

### 4.11 Allokering af emissioner for fly og skibe 47

### 4.12 Omregning fra liter eller kg til energienheden GJ 48

## 5 Industrielle processer 49

### 5.1 Mineralske produkter 51

### 5.2 Kemisk industri 55

### 5.3 Jern- og metalindustri 56

### 5.4 Flaring 56

### 5.5 Raffinaderier 57

### 5.6 Olie/gas 58

## 6 Opløsningsmidler 59

### 6.1 Metode 59

## 7 Landbrug 62

### 7.1 Metan- og lattergas-emissioner fra husdyrenes fordøjelse og lagret husdyrgødning 63

### 7.2 Lattergas fra husdyrgødning udbragt på marker 64

### 7.3 Lattergas fra husdyrgødning afsat under afgræsning 65

### 7.4 Lattergasudslip fra landbrugets arealanvendelse 65

### 7.5 Forbrug af handelsgødning 66

### 7.6 Afrørderester 67

- 7.7 Udvaskning 67
- 7.8 Atmosfærisk nedfald af ammoniak 67
- 7.9 Lattergas fra slam og frugtsaft udbragt på landbrugsarealer 67
- 7.10 Lattergas fra forhøjet baggrundsemission 67
- 7.11 Kuldioxid fra kalkning 68
- 7.12 Biogasanlæg 68

## **8 Arealanvendelse 69**

- 8.1 Arealanvendelse i det åbne land 69
- 8.2 Etablering af hegn og småbiotoper 69
- 8.3 Etablering af vådområder 70
- 8.4 Etablering af randzoner langs vandløb 71
- 8.5 Skovrejsning og afskovning 72
- 8.6 Arealanvendelse i bymæssige områder 72
- 8.7 Parker 73
- 8.8 Vejtræer 73
- 8.9 Etablering af bymæssig bebyggelse og infrastruktur 74
- 8.10 Spagnumforbrug 74
- 8.11 Handelsgødningsforbrug i kommunalt regi 75

## **9 Affaldsdeponi og spildevand 76**

- 9.1 Deponering af affald 77
- 9.2 Spildevand 79

## **10 Fremtidige opdateringer og forbedringer 85**

## **11 Referencer 87**

### **Appendiks 1 90**

### **Appendiks 2 92**

### **Appendiks 3 93**

### **Appendiks 4 94**

### **Appendiks 5 Fordelingen af husdyr pr. 31/12-2007, antal dyr 95**

### **Appendiks 6 Landbrugsarealets størrelse pr. 31/12-2007, ha 98**

### **Appendiks 7 100**

### **Danmarks Miljøundersøgelser 103**

### **Faglige rapporter fra DMU 104**

## Forord

Denne rapport indeholder beskrivelse af metoder til at opgøre udledning af drivhusgasser på kommuneniveau. Via finansiering fra Aarhus Universitet har Danmarks Miljøundersøgelser, ved udvikling af disse metoder, skabt grundlaget for at udvikle, teste og implementere en kommunal IT-beregningsmodel for udledning af drivhusgasser, kaldet CO<sub>2</sub>-beregneren. COWI har i et projekt for Klima- og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening udviklet CO<sub>2</sub>-beregneren på baggrund af de udviklede metoder. Desuden har COWI, som et led i projektet, udviklet et virkemiddelkatalog, der indgår som en særlig del af CO<sub>2</sub>-beregneren. Denne rapport er en ud af fem rapporter som tilsammen udgør beskrivelsen af dette udviklingsprojekt. De fire øvrige rapporter er kort omtalt i denne rapportes indledning. Denne rapport skal ses som et opslagsværk for brugerne af CO<sub>2</sub>-beregneren. I forbindelse med projektet har der været nedsat en følgegruppe. Danmarks Miljøundersøgelser har deltaget i denne følgegruppe sammen med COWI og med repræsentanter fra Klima- og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening. I følgegruppen har endvidere deltaget repræsentanter for fem testkommuner: København, Frederikshavn, Randers, Thisted og Brøndby. Udover testkommunerne har tre kommuner deltaget i følgegruppen: Sønderborg, Albertslund og Århus.

# Sammenfatning

Denne rapport beskriver, med udgangspunkt i sektorniveau for de officielle danske nationale opgørelser, beregningsmetoder for opgørelser af drivhusgasser på kommuneniveau.

For drivhusgasopgørelser gælder, at en forsimplet generalisering af beregningsalgoritmerne baseres på, at emissionen for en given aktivitet fås, ved at multiplicere data der beskriver størrelsen af aktiviteten, med en emissionsfaktor, der angiver emissionen pr enhed for aktiviteten. Hvor der er tale om emissioner af CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O, regnes disse om til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Denne rapport bygger på en sådan generalisering og sådanne omregninger.

Sektorerne i denne rapport er kollektiv el- og varmforsyning, individuel opvarmning, mobile kilder og transport og maskiner, industrielle processer, opløsningsmidler, landbrug, arealanvendelse samt affaldsdeponi og spildevand. Metoderne omfatter beregninger af de drivhusgasser der er mest vigtige for den pågældende sektor. Vigtigheden er bedømt ud fra de danske nationale opgørelser. Denne metoderapport omfatter drivhusgasserne CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. Den nævnte betragtning vedrørende vigtighed medfører, at der ikke er beskrevet metoder til opgørelse af alle disse tre drivhusgasser for alle sektorer.

Som for metoderne til de nationale opgørelser, er der for metoder til anvendelse i kommuner opbygget metoder i flere niveauer (Tiers) med stigende krav til kommunerne vedrørende datagrundlag. Tier 1 tager som hovedregel udgangspunkt i emissioner fra de danske nationale drivhusgasopgørelser, omregnet til kommuneniveau, ved brug af passende fordelingsnøgler for emissionen fra en given aktivitet på kommuneniveau. Tier 2 er mere detaljeret og gør brug af emissionsfaktorer - der for nogle sektorer - svarer til dem, der anvendes i de nationale opgørelser. For nogle sektorer er der udarbejdet aggregerede nationale emissionsfaktorer. I Tier 2-metoderne skal kommunerne angive data for størrelsen af aktiviteten. På Tier 3, som er det mest detaljerede niveau, er der for nogle sektorer mulighed for at anvende kommunespecifikke emissionsfaktorer, såvel som aktivitetsdata fordelt på sektorer. For andre sektorer er der tale om en yderligere disaggregering i forhold til Tier 2. Kommunernes valg af Tier finder sted i opgørelserne for de enkelte sektorer.

Metodebeskrivelserne i denne rapport forklarer datagrundlag og algoritmer bag CO<sub>2</sub>-beregneren, mens IT-programbrugerfladen for CO<sub>2</sub>-beregningen er beskrevet i en særskilt projektrapport. Sidst i rapporten skitseres udviklingspotentialet for CO<sub>2</sub>-beregneren gennem eksempler på forbedret datagrundlag og metodeudvikling.



## Summary

This report includes a description of methodologies, data and algorithms behind the inventories of greenhouse gases at the municipality level divided into sectors. The starting point for the sectors in this report is the sectors used for the official Danish emission inventories.

A simplified generalization of the equations used in emission calculations is based on the assumption that emissions of a given activity is estimated using data descriptive for the size of the activity multiplied by an emission factor per unit of activity. Emissions of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O are converted to CO<sub>2</sub> equivalents. In this project this generalization and these conversions are also the basis for all methodologies.

The sectors included in this report are: the collective power and heating, individual heating, mobile sources, transportation and machinery, industrial processes, solvents, agriculture, land use and waste depositing and wastewater. The methods include calculations of the greenhouse gases that are most important for the sectors. The importance is estimated from the national emission inventory. This report covers methodologies for the greenhouse gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O. Due to the mentioned importance criteria for some sectors not all greenhouse gases are included.

As for the national inventories the calculation is built into several levels (Tiers) with increased requirements for municipalities regarding data. Tier 1 is mainly based on the Danish national greenhouse gas inventory data using appropriate distribution keys for a given activity into municipality level. Tier 2 is more detailed and includes emission factors used in the Danish national greenhouse gas inventories, for some sectors the emission factors are aggregated, while municipalities can enter their own activity data. At Tier 3, which is the most detailed level, there is - for some sectors - the opportunity to enter municipality specific emission factors and activity data. For other sectors Tier 3 is a further disaggregation of emission factors compared to Tier 2. Each municipality may use different tiers for different sectors depending on the data availability.

The methodological descriptions in this report explain the data and algorithms behind the CO<sub>2</sub> calculator, while the IT program software user face is described in a separate project report. Eventually, the report outlines potentials for improvements and further development of the CO<sub>2</sub> calculator.

# 1 Indledning

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), ved Aarhus Universitet, er ansvarlig for udarbejdelse af de nationale danske drivhusgasopgørelser, herunder de årlige rapporteringer heraf til FN og EU. Arbejdet med dette foregår ved afdeling for Systemanalyse og gennem dette arbejde har DMU opnået indgående kompetencer vedrørende udarbejdelse af nationale opgørelser for alle de sektorer og aktiviteter, som indgår i en drivhusgasopgørelse. Udarbejdelse og indberetning af de nationale opgørelser foregår i overensstemmelse med internationale guidelines samt FN's og EU's regler herfor. Disse kompetencer er anvendt i dette projekt til at udvikle metoder for drivhusgasopgørelse på kommuneniveau.

Det har været et mål at metoderne til anvendelse i CO<sub>2</sub>-beregneren, i videst muligt omfang, afspejler disse internationale guidelines og dermed de danske nationale opgørelser. Hermed er det tilstræbt, at CO<sub>2</sub>-beregnerens resultater er således, at beregninger af udslip på kommuneniveau som udgangspunkt svarer til beregningerne i de nationale danske opgørelser. En yderligere tilstræbt konsekvens heraf er, at hvor CO<sub>2</sub>-beregneren anvendes til at beregne en effekt på udledninger af potentielle eller foretagne tiltag på kommuneniveau, så skal effekten også kunne findes i de nationale opgørelser.

Ved udvikling af metoder samt ved prioritering af arbejdet og diskussioner i følgegruppen, har det været et vigtigt grundlag at se den forholdsmæssige betydning af udledningerne af drivhusgasser fra de forskellige sektorer og aktiviteter på landsplan. Hertil er udarbejdet appendiks 1, hvor de danske nationale opgørelser for drivhusgasser for år 2006 er sat i relation til den danske nationale emission. Til denne illustration af de danske drivhusgasudledninger er anvendt et af standardafleveringsformaterne til klimakonventionen, under FN. I dette format er drivhusgasudledninger fra aggregerede aktiviteter vist på oversigtsform. Som følge af sådanne prioriteringer har metodeudviklingen været koncentreret omkring de drivhusgasser, der er vigtigst inden for de enkelte sektorer. Dette fremgår af beskrivelserne af metoderne i sektorerne i kapitlerne 2-8. Samlet set for alle sektorer indeholder de udviklede metoder opgørelser for CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. For de såkaldte F-gasser, som er HFC'er, PFC'er og SF<sub>6</sub>, og som af den danske nationale udledning udgør ca. 2,3 % (se appendiks 1), er der ikke udarbejdet metoder til anvendelse på kommuneniveau.

Som nævnt indberettes de danske nationale opgørelser årligt. Afleveringsfristerne er følgende: den 15/1 år x afleveres til EU den første udgave af årsopgørelserne for år x-2 og den 15/3 afleveres den endelige udgave til EU og den endelige udgave til FN afleveres den 15/4. Med disse afleveringsfrister er, som grundlag for dette projekt, år 2006 det seneste år med officielle danske indberetninger.

I de internationale guidelines for opgørelser er metoder angivet med anvendelse af såkaldte Tiers (udtales tirs), som kan oversættes med "trinvis stigende" (underforstået metodekompleksitet). Ideen er, at

guidelines anviser metoder, der fra Tier 1- til Tier 3-niveau stiger i kompleksitet med stigende krav til data. Samtidig med stigende Tier, stiger kvalitet og nøjagtighed af estimatet for den beregnede udledning af drivhusgas. Typisk er det i guidelines sådan, at Tier 1-metoder afspejler generelle forhold for regioner af lande og anvender data, der næsten altid vil være til rådighed, mens Tier 3 afspejler nationale forhold med tilhørende nationale data. Som det fremgår af det følgende, er dette Tier-begreb anvendt ved udviklingen af metoder på kommunalt niveau, således at der for forskellige sektorer og forskellige aktiviteter på kommuneniveau kan anvendes forskellige Tiers - ligesom for de nationale opgørelser. Således anvendes ved en national opgørelse forskellige Tiers til forskellige kilder i afhængighed af en analyse af, hvad der er de vigtigste kilder (key-sources). For de vigtigste kilder i en sådan key-source analyse, er det et krav til de nationale opgørelser at anvende Tiers højere end Tier 1. Det har ikke været en del af dette projekt at angive analysemetoder med henblik på at påpege behov for anvendelse af højere Tiers på kommuneniveau.

Denne rapport forklarer datagrundlag og algoritmer bag CO<sub>2</sub>-beregneren, mens IT-programbrugerfladen for CO<sub>2</sub>-beregningen er beskrevet i en særskilt projektrapport (Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008b). I forbindelse med projektet er der endvidere udarbejdet en rapport som introduktion til CO<sub>2</sub>-beregneren (Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008c), en rapport der beskriver kommunernes dataindsamling (Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008a) og et virkemiddelkatalog (Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008d).

Rapporten er primært udarbejdet til brug for kommuner ved anvendelsen af CO<sub>2</sub>-beregneren. I den forbindelse tjener rapporten som opslagsværk til forståelse af de enkelte metoder og til inspiration til hvilken metode der søges anvendt. Rapporten skal i forhold til projektet CO<sub>2</sub>-beregneren ses som en rapport der indgår i en rapport pakke, hvor de øvrige rapporter er de i afsnittet ovenfor omtalte rapporter

CO<sub>2</sub>-beregneren som IT-værktøj er til rådighed for kommunerne og kan downloades fra Danmarks Miljøportal:

<http://www.miljoportal.dk/>

På internet siden:

[http://www.dmu.dk/Samfund/Klimaaendringer\\_miljoe/CO2beregner](http://www.dmu.dk/Samfund/Klimaaendringer_miljoe/CO2beregner)

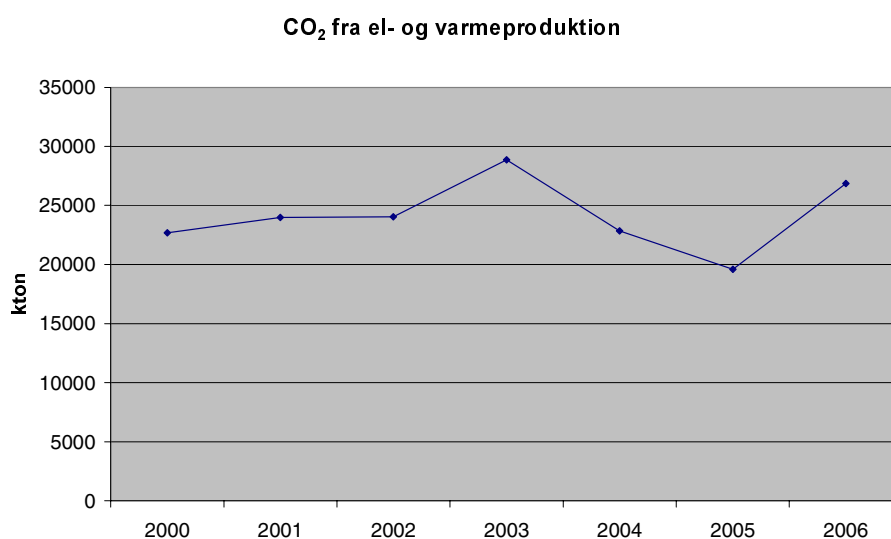
er DMU's omtale af projektet. Og på denne internet side er COWI's omtale af projektet:

<http://www.cowi.dk/menu/services/natur/miljoeskyttelse/CO2kortlaegningogklimaplaner/Pages/default.aspx>

## 2 Kollektiv el- og varmeforsyning

### 2.1 El og fjernvarme

El- og fjernvarmeproduktion er den største sektor for emission af drivhusgasser. CO<sub>2</sub>-emissionen fra offentlig el- og varmeproduktion udgør normalt over 40 % af den samlede danske udledning af CO<sub>2</sub>. Emissionen varierer meget fra år til år på grund af handel med elektricitet. Figur 2.1 viser udviklingen fra 2000 til 2006. Årene 2003 og 2006 var år med meget el-eksport, hvorfor disse år har relativt højere udledning, jf. figur 2.1. I 2005 var der meget el-import og dermed lavere udledning.



Figur 2.1 CO<sub>2</sub>-emission fra el- og varmeproduktion for perioden 2000-2006.

El og varme bliver i stor udstrækning produceret på de samme anlæg, kraftvarmeverkerne. Det er i DMU's emissions-database ikke muligt at adskille emissionerne fra el- og varmeproduktion. I DMU's system til nationale opgørelser er kraft- og kraftvarmeproduktion én kategori, mens fjernvarmeverker er en separat kategori. Dette er en af de grundlæggende forskelle på den nationale opgørelse og opgørelsen på kommuneniveau. Den nationale opgørelse er baseret på produktion, mens den kommunale opgørelse er baseret på forbrug.

Brændselsforbrug i husholdninger, institutioner og industrivirksomheder beskrives i kapitlet om individuel opvarmning.

Tier 1 for både el- og varmeforbrug er baseret på 200 %-metoden, mens Tier 2 er baseret på merbrændselsprincippet. For at undgå at CO<sub>2</sub>-emissionen bliver under- eller overestimeret er det hensigtsmæssigt at benytte samme Tier for både el- og varmeforbrug. 200 %-metoden og merbrændselsprincippet er forklaret i afsnit 2.1.1.

### 2.1.1 Elforbrug

Der er udviklet to Tiers (beregningssniveauer) til beregning af CO<sub>2</sub>-emissionen i forbindelse med elforbrug. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O udgør en meget lille del af den samlede drivhusgasudledning fra elproduktion/forbrug. For at sikre konsistens med opgørelsen for individuel opvarmning er disse to komponenter ikke medtaget i beregningsmetoden. For alle kommuner vil elforbruget være en vigtig kilde til CO<sub>2</sub>-emission.

#### Tier 1

Data for det totale elforbrug i kommunen i kWh indhentes fra forsyningsselskaberne. Emissionsfaktorer for el udarbejdes hvert år af Energinet.dk. Der er separate emissionsfaktorer for Øst- og Vestdanmark. De emissionsfaktorer der benyttes ved Tier 1-beregningen er beregnet med 200 %-metoden som betyder, at der antages, at samproduceret varme er produceret med en varmekoefficiensgrad på 200 %. Tabel 2.1 viser de seneste års emissionsfaktorer.

Tabel 2.1 CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer for el i g pr. kWh (Energinet.dk).

År	Østdanmark	Vestdanmark
2005	509	480
2006	629	510
2007	588	493

#### Tier 1 beregningsmetode

$$E_{k,y} = El_{k,y} \cdot EMF_y$$

Hvor E = emissionen, El = elforbrug i kWh, k = kommune, y = år, EMF = emissionsfaktor i g pr. kWh.

#### Tier 2

Data for elforbruget fordelt på sektorer (se tabel 2.2) i kommunen i kWh, indhentes fra forsyningsselskaberne.

Tabel 2.2 Sektorinddeling for el og varmemeforbrug på Tier 2.

Elforbrug kommunale institutioner
Elforbrug øvrige offentlige institutioner
Elforbrug handel & service
Elforbrug husholdninger
Elforbrug industri
Elforbrug landbrug og gartnerier
Elforbrug byggeri og anlægsvirksomhed
Elforbrug togdrift

Emissionsfaktorer for el udarbejdes hvert år af Energinet.dk. Der er separate emissionsfaktorer for Øst- og Vestdanmark. De emissionsfaktorer der benyttes ved Tier 2-beregningen er beregnet ved energikvalitetsmetoden (≈merbrændselsprincippet). Energikvalitetsmetoden antager, at el er et energiprodukt med højere "kvalitet" end varme, hvormed varmen betragtes som et biprodukt. Energikvalitetsmetoden beregner derfor, hvor meget ekstra el der kunne have været produceret, hvis man havde undladt at producere varmen. Erfar-

ringsmæssigt forudsættes det, at 1 kWh varme substituerer 0,15 kWh el. Nedenstående tabel 2.3 viser de seneste års emissionsfaktorer.

Tabel 2.3 Standard CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer for el i g pr.kWh (Energinet.dk).

År	Østdanmark	Vestdanmark
2005	519	493
2006	641	525
2007	600	506

I Tier 2-beregningsmetoden er der mulighed for, at kommunerne kan korrigere for VE-el (VE = Vedvarende Energi) produceret i kommunen, eller VE-el som kommunen i øvrigt mener at have ejerskab til.

#### Tier 2-beregningsmetode

$$CO_{2, elforbrug} = (El_{forbrug, kommune} - VE_{elprod, kommune} \cdot (1 - Nettab)) \cdot EMF$$

Fordi standardemissionsfaktorerne i tabel 2.3 allerede indeholder den samlede mængde VE-el produceret i Danmark, så skal den korrigeres for den mængde af VE-el, som kommunen vælger at fratække. Den korrigerede emissionsfaktor beregnes efter nedenstående formel.

$$EMF = \frac{El_{forbrug, Øst/Vest} \cdot EF_{Øst/Vest, an. forb.}}{El_{forbrug, Øst/Vest} - VE_{elprod, kommune} \cdot (1 - nettab)}$$

#### 2.1.2 Fjernvarmeforbrug

Der er udviklet to Tiers (beregningssniveauer) til beregning af CO<sub>2</sub>-emissionen i forbindelse med fjernvarmeforbrug. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O udgør en meget lille del af den samlede drivhusgasudledning fra elproduktion/forbrug. For at sikre konsistens med opgørelsen for individuel opvarmning, er disse to komponenter ikke medtaget i beregningsmetoden. For de fleste kommuner vil fjernvarmeproduktion/forbrug være en vigtig kilde til CO<sub>2</sub>-emission.

#### Tier 1

Beregningen af emissionen fra fjernvarmeforbrug inden for kommunen beregnes ud fra det totale fjernvarmeforbrug i kommunen, korrigeret for nettab i det kommunale fjernvarmenet. Emissionsfaktorerne er baseret på landstal for fjernvarmeproduktion og CO<sub>2</sub>-emission er baseret ud fra Energistyrelsens energistatistik.

Tabel 2.4 CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer for fjernvarme i g pr. kWh.

År	CO <sub>2</sub> emissionsfaktor
2005	122
2006	126
2007	130

Baseret på energistatistikken 2007 s. 54

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{k,y} = FV_{k,y} \cdot EMF_y$$

Hvor E = emissionen, FV = fjernvarmeforbrug i kWh, k = kommune, y = år, EMF = emissionsfaktor i g pr. kWh.

### Tier 2

Den mere detaljerede metode for fjernvarmeforbrug benytter merbrændselsprincippet. Denne metode kræver bl.a. kendskab til anlægsspecifikke parametre, fx  $C_m/C_v$  værdier og virkningsgrader.

Beregningen kræver, at kommunen, for hvert værk der leverer varme til kommunen, kender fjernvarmeleverancen, varmeevkningsgraden og brændselsfordelingen. For at kunne beregne den marginale varmeevkningsgrad for kraftvarmeverker, er det nødvendigt de kende de tidligere nævnte anlægsparemetre.

### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{k,y} = FV_{k,y} \cdot \sum_1^i \frac{Q_{i,k,y} \cdot EMF_{i,y}}{Q_{i,k,y}}$$

Hvor E = emissionen, FV = totale fjernvarmeforbrug i kWh, k = kommune, i = værk, y = år, EMF = emissionsfaktor i g pr. kWh og Q = varmeleverance.

Emissionsfaktoren for de enkelte værker beregnes på baggrund af nedenstående formel:

$$EMF_i = \frac{\%biomasse \cdot EF_{biomasse} + \%affald \cdot EF_{affald} + \%naturgas \cdot EF_{Naturgas} + \dots}{\eta_{v,m} \cdot (1 - nettab)}$$

For modtryksværker (typisk decentrale værker) beregnes den marginale varmeevkningsgrad som:

$$\eta_{v,m} = \frac{1}{\frac{1 + C_m}{\eta_{tot}} - \frac{C_m}{0,40}}$$

Hvor  $C_m$  = forholdet mellem el og varmeproduktion,  $\eta_{tot}$  = totalvirkningsgrad

For udtagsværker (typisk centrale værker) beregnes den marginale varmeevkningsgrad som:

$$\eta_{v,m} = \frac{\eta_{el}}{C_v}$$

Hvor  $C_v$  = forholdet mellem reduceret el-produktion og øget varmeproduktion,  $\eta_{el}$  (elvirkningsgrad i kondensdrift, dvs. elvirkningsgrad ved "ren" el-produktion, dvs. uden nyttiggørelse af varmen til fjernvarme)

### 3 Individuel opvarmning

Individuel opvarmning dækker over brændselsforbrug til produktion af varme i industrien, husholdninger, landbrug samt handel og service. Det vil for alle kommuner være en betydelig kilde til CO<sub>2</sub>-emission.

Det er besluttet at der på kommuneniveau ikke beregnes emissioner af CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. Dette skyldes at emissionsfaktorerne for især CH<sub>4</sub> er meget teknologiafhængige, hvilket vil kræve et så detaljeret kendskab til de enkelte anlæg, at det ikke vurderes realistisk på nuværende tidspunkt, at kunne finde så detaljerede aktivitetsdata på kommune-niveau. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O-beregninger kan eventuelt implementeres i en fremtidig Tier 3-metode.

#### 3.1 Industri

Denne sektor dækker over brændselsforbrug indenfor fremstillingsvirksomhed samt bygge- og anlægsvirksomhed. Især indenfor fremstillingsvirksomhed er der et stort brændselsforbrug af en række forskellige brændsler. I de nationale opgørelser er sektoren tildelt koden 1A2.

Procesrelaterede emissioner fra industri er beskrevet i kapitlet "Industrielle processer." Emissioner fra el- og fjernvarmeforbrug er beskrevet i kapitlet "Kollektiv el- og varmeforsyning."

##### 3.1.1 Tier 1

Tier 1-metoden for industri er de nationale emissioner fordelt på indbyggertal. Nedenstående tabel og figur viser landsemissionen for perioden 2000-2006. For at sikre konsistens med Tier 2, er det valgt for Tier 1 ikke at tage CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med i CO<sub>2</sub>-beregningen. De er dog medtaget i nedenstående tabel for fuldstændighedens skyld.

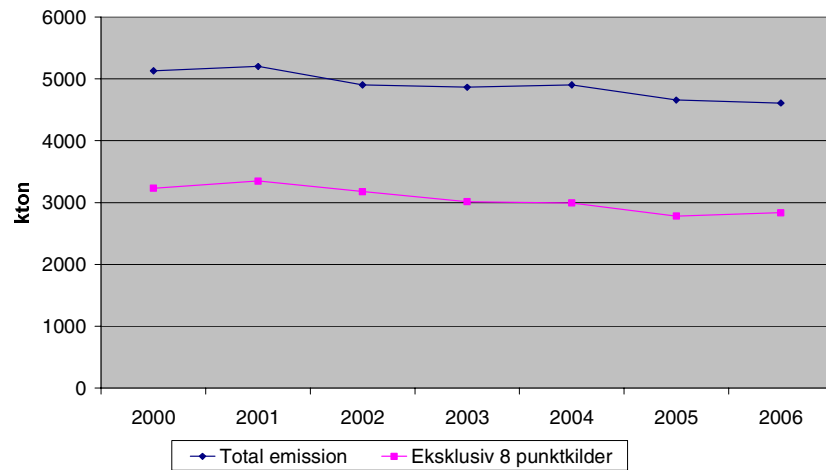
Tabel 3.1 Nationalemissioner fra industriens energiforbrug 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> ton	CO <sub>2</sub> kton	CO <sub>2</sub> <sup>1)</sup> kton	N <sub>2</sub> O ton
2000	1517	5129	3231	153
2001	1586	5201	3347	157
2002	1449	4903	3177	147
2003	1452	4863	3014	145
2004	1442	4903	2994	149
2005	1241	4657	2779	142
2006	1115	4609	2835	143

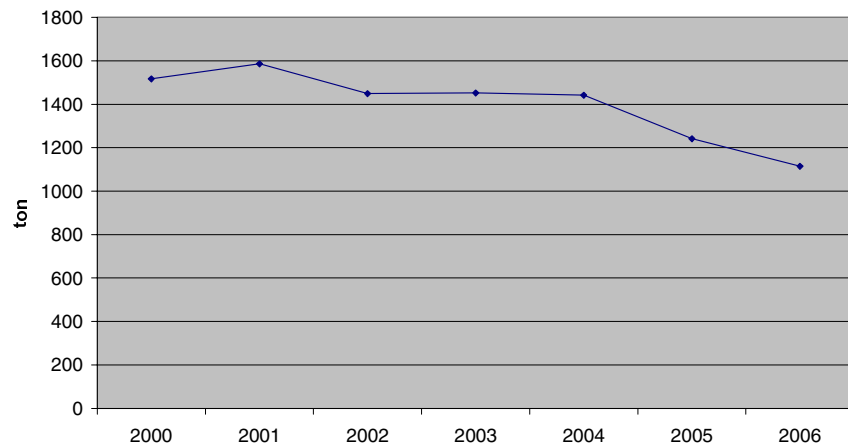
<sup>1)</sup> Emission korrigeret for storforbrugere oprettede som punktkilder i den nationale database (Danisco, Dalum Papir, DanSteel, Aalborg Portland, Maricogen, Rockwool, Holmegaard og Haldor Topsøe).



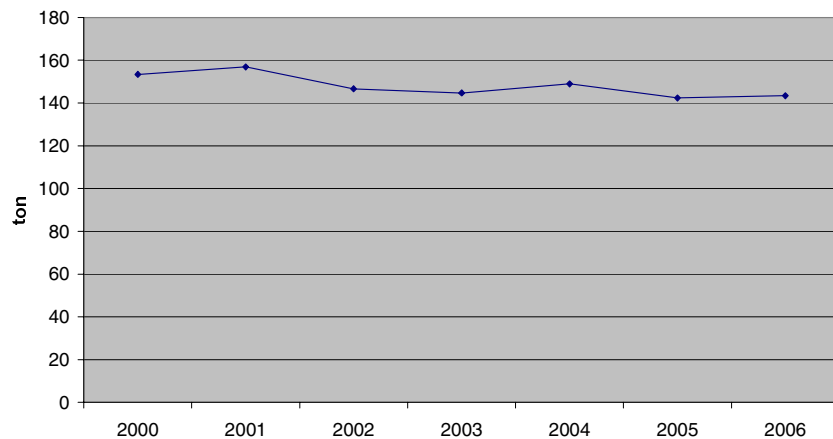
### CO<sub>2</sub> fra industriens energiforbrug



### CH<sub>4</sub> fra industriens energiforbrug



### N<sub>2</sub>O fra industriens energiforbrug



Figur 3.1 Drivhusgasemissioner fra industriens energiforbrug.

Ved Tier 1-beregningen er det valgt at korrigere emissionen for de storforbrugere der findes oprettet i DMU's emissionsdatabase. Dette er gjort for at undgå voldsomt misvisende resultater for de kommuner, som måske har et stort befolkningstal, men ingen af de pågældende virksomheder. I fremtiden kan det overvejes hvorvidt andre storforbrugere skal fjernes fra Tier 1. Kommuner der er bekendt med

meget energitunge virksomheder inden for kommunen, bør overveje at anvende Tier 2-metoden. Der er i CO<sub>2</sub>-beregneren indføjet mulighed for at indtaste emissionen fra en eller flere af de otte energitunge virksomheder direkte, hvis en eller flere af disse virksomheder ligger i kommunen.

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{k,y} = E_{DK,y} \cdot \frac{N_{k,y}}{N_{DK,y}}$$

Hvor N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

#### 3.1.2 Tier 2

Datagrundlaget for Tier 2 er brændselsforbrug. Danmarks Statistik (DST) kan levere et dataudtræk over storforbrugere i kommunen, hvilket vil sige virksomheder med over 20 ansatte. Virksomheder med under 20 ansatte vil derfor ikke indgå. Det skønnes, at brændselsforbruget på disse virksomheder vil være begrænset. Kommunen kan eventuelt supplere med viden omkring store industrier indenfor kommunes areal, fx kan der findes oplysninger for virksomheder, der skal udarbejde grønt regnskab. Brændselsforbrugene kombineres med brændselsspecifikke emissionsfaktorer for CO<sub>2</sub>.

CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer for et udvalg af brændsler fremgår af tabel 3.2.

Tabel 3.2 CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer brugt i den nationale opgørelse 2006.

Brændsel	Emissionsfaktor kg pr. GJ	
	Biomasse	Fossil
Kul		95
Brun kul briketter		94,6
Koks		108
Petroleumskoks		92
Træ	102	
Affald	94,5	17,6
Halm	102	
Fuelolie		78
Gas/dieselolie		74
Petroleum		72
Fiskeolie/rapsoolie	74	
Orimulsion		80
Naturgas		56,78
LPG		65
Raffinaderigas		56,9
Biogas	83,6	

I tabellen er der også angivet CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer for biomasse; disse benyttes ikke i CO<sub>2</sub>-beregneren.

For naturgas er der udarbejdet en tidsserie for CO<sub>2</sub>-emissionsfaktoren. Tidsserien kan ses i appendiks 2.

**Beregningsmetode:**

$$E_{b,y} = A_{b,y} \cdot EMF_{b,y}$$

Hvor E = emission, A = brændselsforbrug, EMF = emissionsfaktor, b = brændsel, y = år

## 3.2 Handel og service

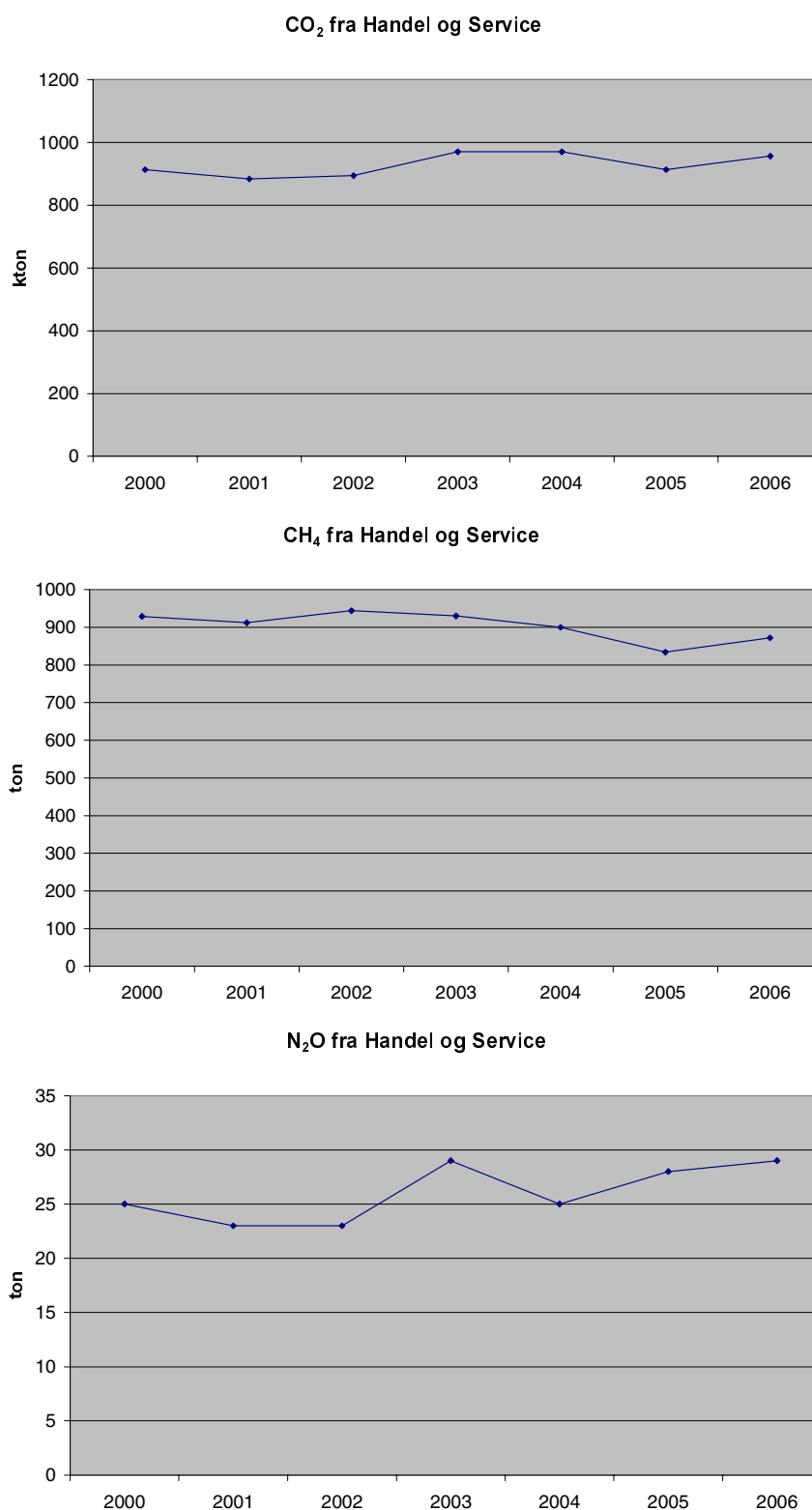
Emissioner fra handel og service dækker over engros- og detailhandel samt offentlig og privat service. Det største brændselsforbrug er indenfor offentlig og privat service. Der er anvist to Tiers for denne sektor, dels en fordeling af de nationale emissioner på indbyggertal, dels en metode der kræver nærmere kendskab til brændselsforbruget i den enkelte kommune. Det er en lille emissionskilde på landsplan, og vil derfor sandsynligvis ikke være en stor kilde i kommunerne.

### 3.2.1 Tier 1

Nedenstående tabel og figur viser landsemissionerne fra handel og service. For at sikre konsistens med Tier 2, er det valgt for Tier 1 ikke at tage CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med i CO<sub>2</sub>-beregneren. De er dog medtaget i nedenstående tabel for fuldstændighedens skyld.

Tabel 3.3 Nationalemissioner for handel og service 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> tons	CO <sub>2</sub> ktons	N <sub>2</sub> O tons
2000	929	913	25
2001	912	884	23
2002	944	895	23
2003	930	970	29
2004	900	970	25
2005	834	913	28
2006	872	957	29



Figur 3.2 Drivhusgasemissioner fra handel og service.

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{k,y} = E_{DK,y} \cdot \frac{N_{k,y}}{N_{DK,y}}$$

Hvor N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

### 3.2.2 Tier 2

Der anvendes et udtræk fra DST om brændselsforbrug fordelt på sektorer indenfor handel og service. De oplyste brændselsforbrug kombineres med brændselsbaserede CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer.

CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorerne er de samme for alle sektorer og er derfor de samme som angivet under industri. Alle emissionsfaktorerne kan ses i appendiks 2.

#### Beregningsmetode

$$E_{b,y} = A_{b,y} \cdot EMF_{b,y}$$

Hvor E = emission, A = brændselsforbrug, EMF = emissionsfaktor, b = brændsel, y = år

## 3.3 Husholdninger

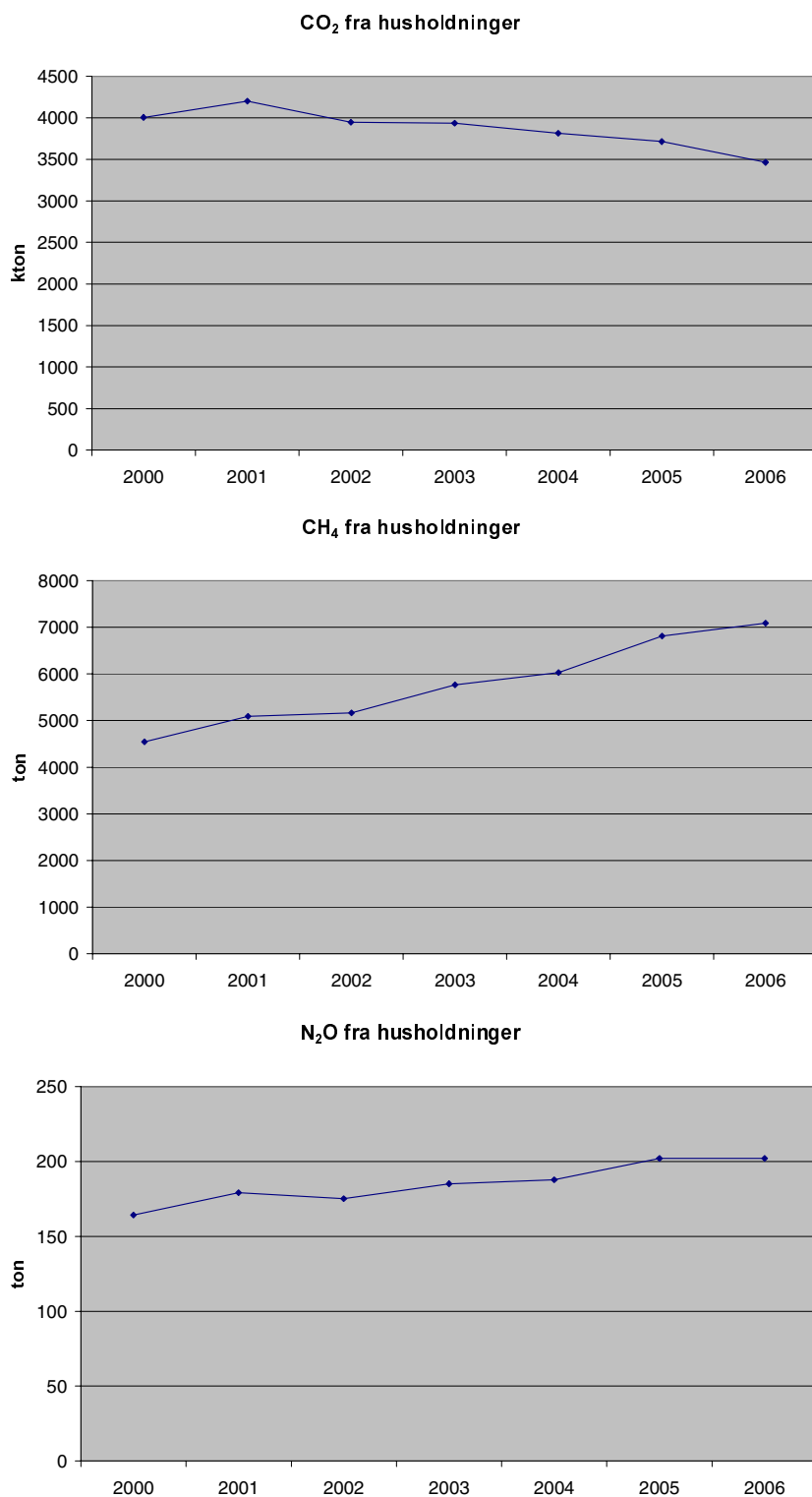
Husholdninger dækker i denne forbindelse over brændselsforbrug til opvarmning af boliger, fx naturgasfyr og oliefyr. Der er anvist tre metoder for denne sektor - dels en fordeling af de nationale emissioner på indbyggertal, dels en metode baseret på oplysninger fra BBR registret og endelig en metode der kræver nærmere kendskab til brændselsforbruget i den enkelte kommune. Det forventes at individuel opvarmning i husholdninger vil være en stor kilde til CO<sub>2</sub>-emission i de fleste kommuner. Dog vil kommuner med stor dækning af fjernvarme have lavere emissioner fra denne sektor.

### 3.3.1 Tier 1

Tier 1-metoden for husholdninger er de nationale emissioner fordelt på indbyggertal. Nedenstående tabel og figur viser nationalemissionen for perioden 2000-2006. For at sikre konsistens med Tier 2 er det valgt ikke at tage CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med i CO<sub>2</sub>-beregneren. De er dog medtaget i nedenstående tabel for fuldstændighedens skyld.

Table 3.4 Nationale emissioner fra husholdninger 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> ton	CO <sub>2</sub> kton	N <sub>2</sub> O ton
2000	4541	4003	164
2001	5090	4201	179
2002	5164	3945	175
2003	5766	3934	185
2004	6027	3814	188
2005	6812	3712	202
2006	7088	3462	202



Figur 3.3 Drivhusgasemissioner fra husholdninger.

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{k,y} = E_{DK,y} \cdot \frac{N_{k,y}}{N_{DK,y}}$$

Hvor N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

### 3.3.2 Tier 2

Der anvendes data fra BBR-registeret omkring primær opvarmningsform for boliger i kommunen. Boliger der er opvarmet med el eller fjernvarme, medtages ikke under husholdninger, da disse emissioner er opgjort under kollektiv el- og varmforsyning.

Varmebehovet kendes for de husstande, der benytter fjernvarme. Ud fra dette kan der beregnes et varmebehov pr. arealenhed (m<sup>2</sup>), hvilket vil kunne anvendes til beregningen af det samlede varmebehov for husstande der ikke er opvarmet med el eller fjernvarme. Der bør i beregningen skelnes mellem naturgasfyr og olieforbrænding.

#### Tier 2-beregningsmetode

$$E = \frac{FV_{\text{sa lg}}}{A_{FV}} \cdot \left( \frac{A_{\text{ngf}} \cdot EMF_{\text{ngf}}}{\eta_{\text{ngf}}} + \frac{A_{\text{olie}} \cdot EMF_{\text{olie}}}{\eta_{\text{olie}}} + \frac{A_{\text{ovrig}} \cdot EMF_{\text{ovrig}}}{\eta_{\text{ovrig}}} \right) + BF_{\text{byg}} \cdot EMF_{\text{byg}}$$

Hvor, FV = fjernvarme, A = antal, EMF = emissionsfaktor,  $\eta$  = virkningsgrad, BF = brændselsforbrug

#### Tier 3

Såfremt kommunen har data for brændselsforbrug fra husholdninger, kan disse data anvendes til at estimere emissionen for kommunen.

Emissionen kan beregnes på baggrund af et kommunalt estimeret brændselsforbrug kombineret med brændselsbaserede emissionsfaktorer. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O er ikke medtaget, da det vil kræve kendskab til forbrændingsteknologien. De anvendte CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer kan ses i appendiks 2.

#### Beregningsmetode

$$E_{b,y} = BF_{b,y} \cdot EMF_{b,y}$$

Hvor E = emission, BF = brændselsforbrug, EMF = emissionsfaktor, b = brændsel, y = år

## 3.4 Landbrug og skovbrug

Denne sektor dækker over stationære anlæg indenfor landbrug og skovbrug. I forbindelse med gartnerier kan der være et stort brændselsforbrug. Der er anvist to metoder for denne sektor, dels en fordeling af de nationale emissioner på indbyggere og dels en metode der kræver nærmere kendskab til brændselsforbruget i den enkelte kommune. Det vurderes, at der vil være stor forskel fra kommune til kommune på, hvor stor en kilde dette vil være. Kommuner med meget landbrug og/eller gartnerier vil have de største emissioner.

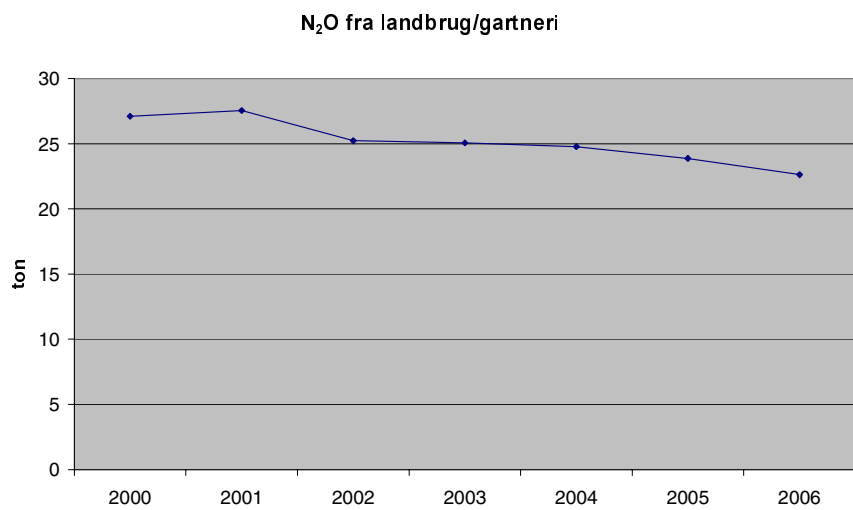
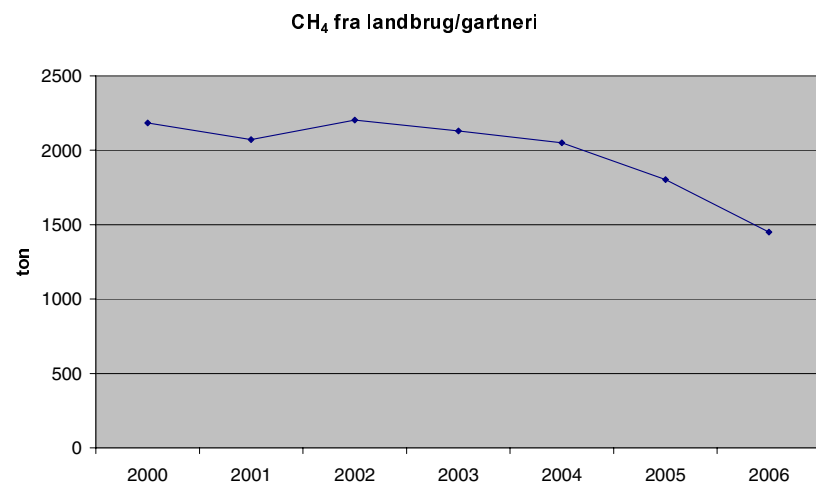
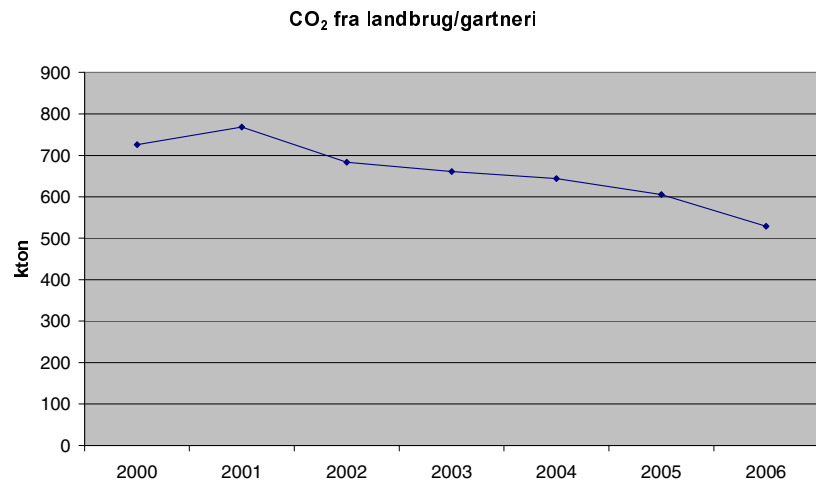
### 3.4.1 Tier 1

Tier 1-metoden for landbrug og skovbrug er de nationale emissioner fordelt på landbrugsareal. Nedenstående tabel og figur viser landsemissionen for perioden 2000-2006. For at sikre konsistens med Tier 2 er det valgt ikke at tage CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med i CO<sub>2</sub>-beregneren. De er dog medtaget i nedenstående tabel for fuldstændighedens skyld.

Tabel 3.5 Nationalemissioner fra landbrug og skovbrug 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> ton	CO <sub>2</sub> kton	N <sub>2</sub> O ton
2000	2183	726	27
2001	2072	768	28
2002	2203	683	25
2003	2129	661	25
2004	2050	644	25
2005	1804	606	24
2006	1450	529	23





Figur 3.4 Drivhusgasemissioner fra landbrug/skovbrug/gartneri.

**Tier 1-beregningsmetode**

$$E_{k,y} = E_{DK,y} \cdot \frac{N_{k,y}}{N_{DK,y}}$$

Hvor N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

### 3.4.2 Tier 2

Såfremt kommunen har data for brændselsforbrug fra landbrug/skovbrug/gartneri, kan disse data anvendes til at estimere emissionen for kommunen. Kommuner med gartnerier skal især være opmærksomme, da gartnerier typisk har et betydeligt brændselsforbrug.

Emissionen kan beregnes på baggrund af et kommunalt estimeret brændselsforbrug kombineret med brændselsbaserede emissionsfaktorer. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O er ikke medtaget, da det vil kræve kendskab til forbrændingsteknologien.

De anvendte CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer kan ses i appendiks 2.

#### **Beregningsmetode:**

$$E_{b,y} = A_{b,y} \cdot EMF_{b,y}$$

Hvor E = emission, A = aktivitet, EMF = emissionsfaktor, b = brændsel, y = år

## 4 Mobile kilder, transport og maskiner

### 4.1 Beskrivelse af inputdata til CO<sub>2</sub>-beregner på kommuneniveau: mobile kilder

I det følgende skitseres inputdata og beregningsmetode for drivhusgasser på kommunalt niveau. Metoden tager udgangspunkt i projektets sektoropdelte regneark, der viser sektorernes relative fordeling af Danmarks samlede drivhusgasudslip, se appendiks 1.

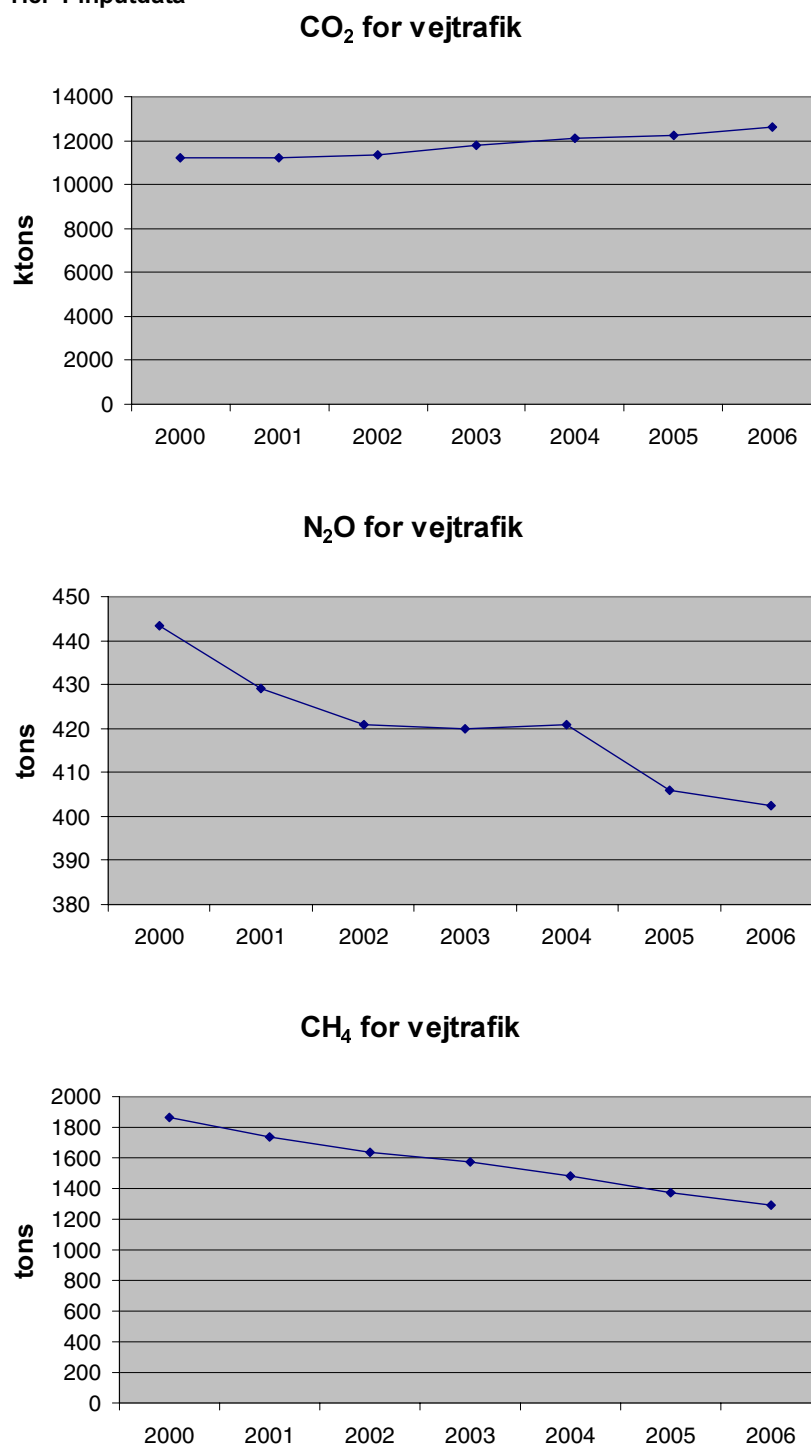
For mobile (og stationære) kilder er det for Tier 1- og 2-niveauerne valgt kun at medtage CO<sub>2</sub> i beregningerne. For Tier 2 er gennemsnitlige emissionsfaktorer for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O på landsplan for usikre at bruge for den enkelte kommune, da emissionsfaktorerne for disse to komponenter er forbrændingsspecifikke og i høj grad afhænger af motorsammensætningen mht. størrelse, alder og drivmiddel. For Tier 1 er begrænsningen til CO<sub>2</sub>-hensynet til konsistens mellem Tier 1- og 2-metoderne. For fuldstændighedens skyld vises Danmarks samlede CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-emissioner dog også i dette afsnit, opdelt på forskellige mobile sektorer. Endvidere er i formlerne angivet en indeksering kaldet "emissionstype", hvilket hentyder til formlernes potentielle muligheder for anvendelse også til CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

### 4.2 Vejtrafik

Vejtrafikkens emissioner kan beregnes af den enkelte kommune på enten Tier 1-, Tier 2- eller Tier 3-niveau. En beregning på Tier 1-niveau kræver kun kendskab til Danmarks samlede emissioner og indbyggertal, samt antallet af indbyggere i kommunen. Tier 2-beregningsmetoden kræver, at kommunen kender trafikarbejdet fordelt på køretøjstyper. Tier 3-metoden kræver, at trafikarbejdet yderligere opdeles efter by-, land- og motorvejskørsel. En yderligere detaljering af Tier 3-beregningsmetoden kræver, at trafikarbejdet kan opdeles yderligere i en lang række undergrupper af køretøjskategorier. Den sidstnævnte metode gennemgås i det nedenstående, men vil ikke blive inkluderet i selve CO<sub>2</sub>-beregneren.

#### 4.2.1 Tier 1

Tier 1 inputdata



Figur 4.1 Nationale emissioner for vejtrafik 2000-2006.

Tabel 4.1 Nationalemissioner for vejtrafik 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> tons	CO <sub>2</sub> ktons	N <sub>2</sub> O tons
2000	1861	11202	443
2001	1740	11223	429
2002	1636	11352	421
2003	1572	11806	420
2004	1480	12115	421
2005	1376	12229	406
2006	1290	12594	402

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

#### 4.2.2 Tier 2

Tier 2-beregningsmetoden kan benyttes, hvis kommunen kender trafikarbejdet fordelt på køretøjstyper. For Tier 2 er valgt køretøjstyperne: personbiler, varebiler, lastbiler, busser (rute og turist, samlet), knallerter og motorcykler.

#### Tier 2 inputdata

For Tier 2 er det næppe sandsynligt, at data for trafikarbejde for knallerter og motorcykler kan fremskaffes på et kommunalt niveau. Disse to køretøjskategorier vil være af mindre betydning, og kan derfor udelades, hvis data ikke kan fremskaffes.

For Tier 2 kan kommuner med et opdateret miljøregneark, som indeholder talte og skønnede trafikmængder, beregne trafikarbejdet som **summen af de enkelte strækningers trafik \* vejlængde**. Trafikmængderne på statens veje kan findes på Vejdirektoratets strømkort med årsdøgntrafik på [www.vd.dk](http://www.vd.dk) (under "Tal og Statistik" - "Trafikkens omfang og udvikling" - "Trafikkens geografiske fordeling").

Miljøregnearket og Vejdirektoratets tællinger indeholder normalt kun en fordeling mellem lette og tunge køretøjer. Den enkelte kommune må derfor lave en yderligere opsplitning på basis af lokale erfaringstal for køretøjsfordelingen opgjort på personbiler, varebiler, lastbiler og busser. Rutebussernes kørselsomfang kan opgøres ud fra køreplanen.

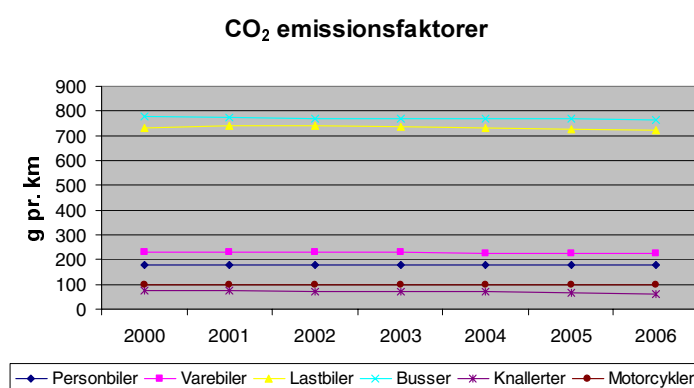
Der skal efterfølgende laves en korrektion for det trafikarbejde der udføres på delstrækninger og veje, som ikke er med i miljøregnearket. Dette kan være en relativ vanskelig vurdering, da miljøregnearket måske kun indeholder delstrækninger, hvor kommunen har talt eller skønnet trafikken i de senere år. Hvis usikkerheden er for stor, bør man anvende Tier 1.

Kommuner med en opdateret trafikmodel vil enten kunne beregne trafikarbejdet selv, eller bestille beregningen hos trafik konsulenter fordelt på de køretøjskategorier som indgår separat i modellen. For

trafikmodeller gives resultater normalt opdelt på personbiler, varebiler, lastbiler (inkl. turistbusser) og rutebusser.

Der skal efterfølgende laves en korrektion for det trafikarbejde der udføres på veje og som ikke er med i trafikmodellen (normalt de mindre veje). Kommunen har sandsynligvis oplysninger om, hvor mange kilometer vej der er i kommunen. Trafikmodellen indeholder oplysninger om, hvor mange kilometer vej der er i modelvejnettet. Til orientering kan det nævnes, at i Århus Kommune blev det anslået, at 15 % af trafikarbejdet blev udført på de veje, der ikke var med i modellen. Det er næppe muligt at vurdere dette tillæg opdelt særskilt for de enkelte køretøjsarter.

Kommuner uden et opdateret miljøregneark eller en opdateret trafikmodel vil næppe kunne beregne CO<sub>2</sub> på Tier 2-niveau.



Figur 4.2 Emissionsfaktorer for vejtrafikkens køretøjstyper 2000-2006.

Tabel 4.2 Emissionsfaktorer for vejtrafikkens køretøjstyper 2000-2006, g CO<sub>2</sub> pr. km.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Busser	776	772	770	770	768	766	765
Knallerter	77	74	72	71	69	65	61
Lastbiler	732	743	740	737	729	725	721
Motorcykler	99	99	99	99	99	100	100
Personbiler	177	178	178	178	177	177	177
Varebiler	231	231	229	228	225	225	223

### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = EF_{i,j,y} \cdot T_{j,k,y}$$

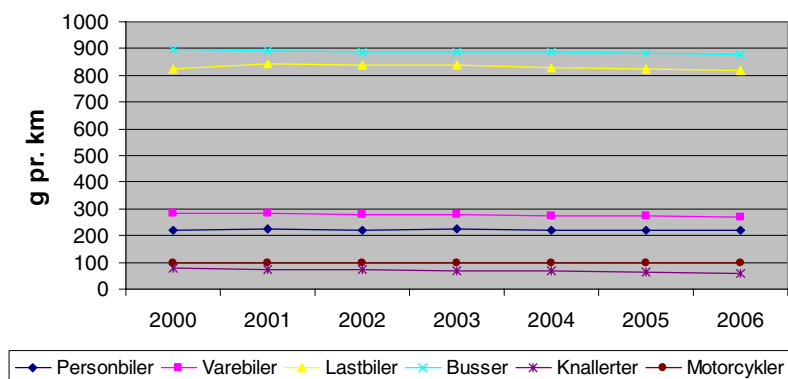
Hvor E = emission, EF = emissionsfaktor, T = trafikarbejde, i = emissionstype, j = køretøjstype, k = kommune, y = år

### 4.2.3 Tier 3

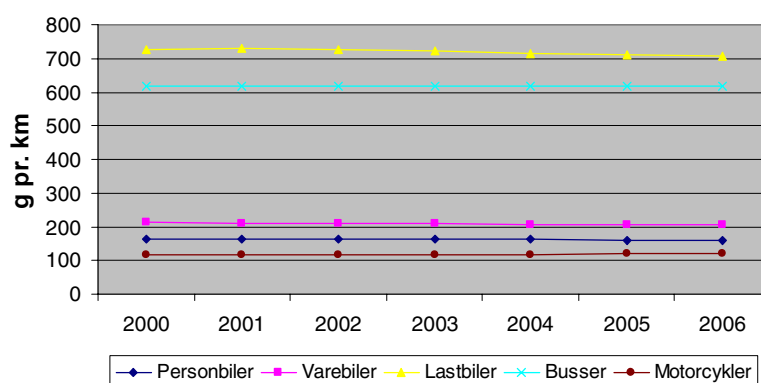
Hvis kommunerne er i stand til at detaljere trafikarbejdet yderligere, sådan at det foreligger for henholdsvis by-, land og motorvejskørsel, kan den mere præcise Tier 3-metode bruges.

For denne metode ses CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer på figur 4.3. Værdierne er listet i tabel 4.3, og beregningsmetoden fremgår af nedenstående formel:

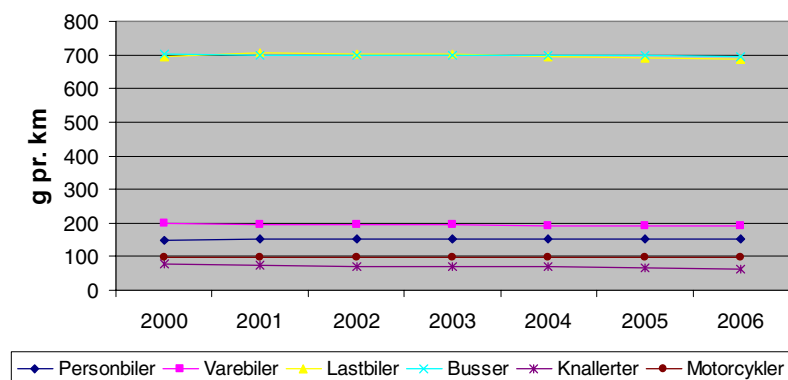
### CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer for bykørsel



### CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer for motorvejskørsel



### CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer for landevejskørsel



Figur 4.3 Emissionsfaktorer for vejtrafikkens køretøjstyper 2000-2006, fordelt på by, land og motorvej.

Tabel 4.3 CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer (g pr. km) for vejtrafikens køretøjstyper 2000-2006, fordelt på by, land og motorvej.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Busser	By	898	892	889	887	885	882	879
	Land	704	700	699	699	698	697	697
	Motorvej	618	616	616	617	617	617	616
Lastbiler	By	824	844	840	837	827	822	818
	Land	693	706	703	701	694	690	687
	Motorvej	727	730	726	723	716	712	708
Varebiler	By	282	284	280	279	273	274	271
	Land	198	197	196	194	193	191	190
	Motorvej	213	212	210	209	207	206	205
Knallerter	By	77	74	72	71	69	65	61
	Land	77	74	72	71	69	65	61
	Motorvej							
Motorcykler	By	96	96	96	96	96	96	96
	Land	96	96	96	97	97	97	96
	Motorvej	117	117	117	118	118	119	119
Personbiler	By	222	225	223	223	220	221	220
	Land	150	150	151	151	151	151	151
	Motorvej	161	161	162	162	162	161	161

$$E_{i,k,y} = EF_{i,j,v,y} \cdot T_{j,v,k,y}$$

Hvor E = emission, EF = emissionsfaktor, T = trafikarbejde, i = emissionstype, j = køretøjstype, v = vejtype, k = kommune, y = år

### Tier 3-metoden - yderligere opdelt

Det vil næppe være muligt for den enkelte kommune at beregne emissionerne mere detaljeret end på Tier 2- eller Tier 3-niveau. I dette afsnit anvises dog emissionsfaktorer for en yderligere detaljering af Tier 3-metoden. I denne beregningsmetode opdeles trafikarbejdet for hver køretøjskategori i forskellige segmenter, svarende til EU's generelle emissionslovgivning (EU normer) for motoremissioner. Udover en gruppering efter køretøjernes førsteregistreringsår, opdeles faktorerne efter motorstørrelse (personbiler og motorcykler) drivmiddel (person- og varebiler), totalvægtskategori (lastbiler) samt bustype (rute- og turistbus). Derudover anvises emissionsfaktorerne for gennemsnitlige rejsehastigheder ved by-, land- og motorvejskørsel, samt vægtede emissionsfaktorer (samlet trafik på landsplan).

### Tier 3 inputdata

Anneks 1 (i appendiks 7) viser emissionsfaktorerne for CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O for de relevante køretøjsgrupper, for by-, land- og motorvejskørsel, samt vægtede emissionsfaktorer (samlet trafik på landsplan).

### Beregningsmetode

Hvis trafikarbejdet ikke kan opdeles i by-, landvejs- og motorvejskørsel bliver beregningen:

$$E_{i,k,y} = EF_{i,x,j,z,y} \cdot T_{x,j,z,k,y}$$

Hvor E = emission, EF = emissionsfaktor, T = trafikarbejde, i = emissionstype, x = køretøjskategori, j = undergruppe, z = emissionstrin, k = kommune, y = år.



Kendes trafikarbejdet opdelt efter by-, landevejs- og motorvejskørsel bliver beregningen:

$$E_{i,k,y} = EF_{i,x,j,z,v,y} \cdot T_{x,j,z,v,k,y}$$

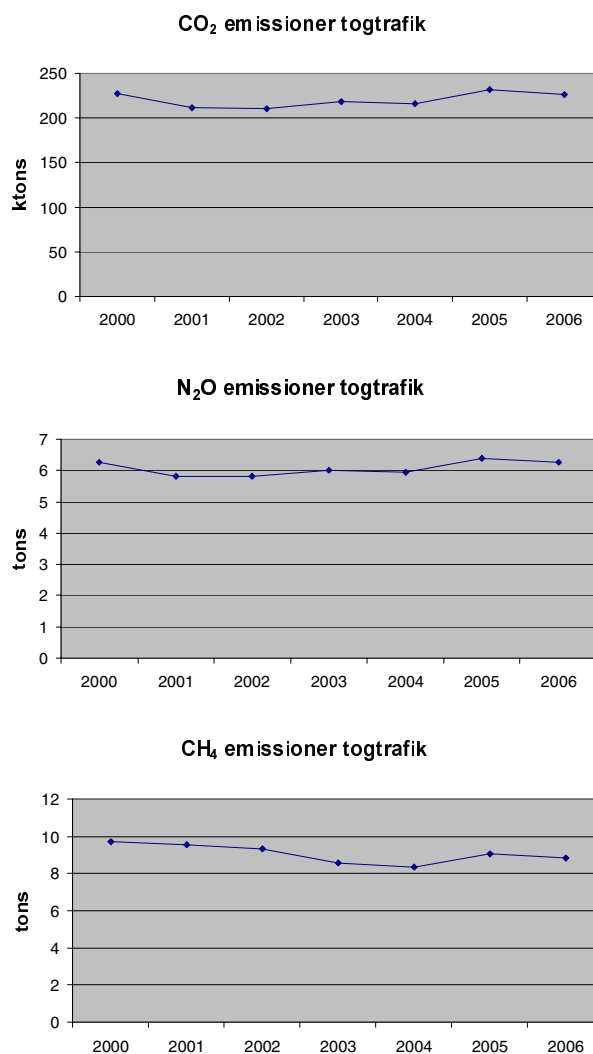
Hvor E = emission, EF = emissionsfaktor, T = trafikarbejde, i = emissionstype, x = køretøjskategori, j = undergruppe, z = emissionstrin, v = vejtype, k = kommune, y = år.

### 4.3 Togtrafik

For togtrafikken anvises tre metoder. I den første metode fordeles togtrafikens emissioner efter kommunens andel af landets samlede befolkningstal. I Tier 2-metoden fordeles emissionerne efter kommunens andel af landets samlede sporlængde. Ved beregning på et Tier 3-niveau, forudsættes kommunen at kende togtrafikens kørte kilometer indenfor kommunen, fordelt på togtype.

#### 4.3.1 Tier 1

##### Tier 1 inputdata



Figur 4.4 Nationale emissioner for togtrafik 2000-2006.

Tabel 4.4 Nationale emissioner for togtrafik 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	10	10	9	9	8	9	9
CO <sub>2</sub>	ktons	228	211	210	218	216	232	227
N <sub>2</sub> O	tons	6	6	6	6	6	6	6

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

#### 4.3.2 Tier 2

##### Tier 2 inputdata

Som inputdata for Tier 2 bruges de samlede emissioner for togtrafik som vist under Tier 1. Derudover bruges andelen af Danmarks samlede sporlængde der er lagt i kommunen.

##### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{S_k}{S_{DK}}$$

Hvor E = emission, i= emissionstype, S = sporlængde, k = kommune, y = år.

#### 4.3.3 Tier 3

##### Tier 3 inputdata

Som inputdata til Tier 3-metoden bruges antallet af kørte kilometer pr. togtype i kommunen. De forskellige togtyper og deres emissionsfaktorer stammer fra Transportministeriets TEMA2000 model (Transportministeriet, 2004), og fremgår af følgende tabel 4.5.

Tabel 4.5 Emissionsfaktor for forskellige togtyper, kg CO<sub>2</sub> pr. togkm.

Togtype	Emissionsfaktor
IC3int	4,095
IC3lyn	2,444
IC3reg	4,935
MEreg81	7,656
MEreg78	2,352
Godstog	22,500

##### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = EF_{i,j,y} \cdot M_{j,k,y}$$

Hvor E = emission, EF = emissionsfaktor, M = antal kørte togkm, i= emissionstype, j = togtype, k = kommune, y = år.

## 4.4 Flytrafik

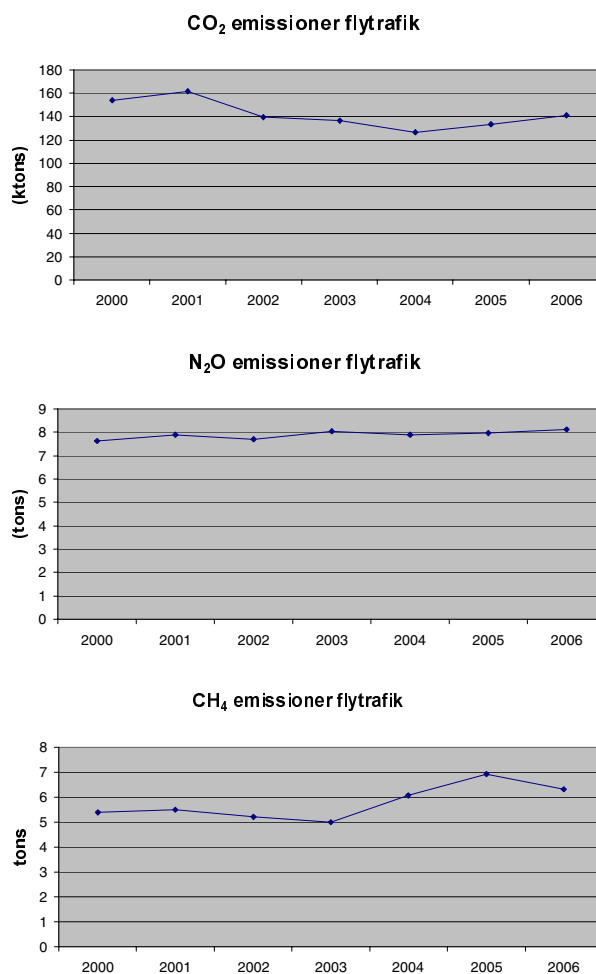
For flytrafikken anvises en Tier 1- og en Tier 3-metode. I Tier 1-metoden fordeles flytrafikkens samlede indenrigsemissioner efter

kommunens andel af landets samlede befolkningstal. I de tilfælde hvor der er en lufthavn i kommunen, er forudsætningen for at bruge Tier 3-metoden, at kommunen, for hver enkelt flyvning der berører lufthavnen, kender flytype samt start- og slutpunkt for flyturen. De nationale opgørelser indeholder detaljerede oplysninger om indenrigsflyvninger, samt start og landing i danske lufthavne for internationale flyvninger.

Det anbefales ikke at bruge Tier 3-metoden i dette projekt, da der vil være stor diskussion om allokering af emissionerne på flyturens enkeltdele, jf. afsnit 9.

#### 4.4.1 Tier 1

##### Tier 1 inputdata



Figur 4.5 Nationale emissioner for flytrafik 2000-2006.

Tabel 4.6 Nationale emissioner for flytrafik 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	5	5	5	5	6	7	6
CO <sub>2</sub>	ktons	154	161	140	137	127	133	141
N <sub>2</sub> O	tons	8	8	8	8	8	8	8

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

#### 4.4.2 Tier 3

##### Tier 3 inputdata

- Data pr. flyvning: Flytype, start og ankomstlufthavn.
- Repræsentative flytyper.
- Flytype/repræsentativ flytype relation.
- Afstand mellem lufthavne.
- Emissionsfaktorer pr. flytype (distance intervaller).

Data i den første bullit fremskaffes af kommunen, mens øvrige data findes og anvendes i forbindelse med DMUs udarbejdning af de nationale emissioner. Til konkret brug i en kommune vil det være nødvendigt at inddrage DMU. Se afsnit 10, vedrørende fremtidige opdateringer og forbedringer.

##### Tier 3-beregningsmetode

Emissionerne beregnes separat for landing og take-off (LTOs < 1000 m), samt cruise (> 1000 m). Den internationale definition af LTO og cruise er i forhold til 3000 ft. 3000 ft er 914,4 m.

Energiforbruget for en LTO cyklus beregnes som følger:

$$FC_{LTO}^a = \sum_{m=1}^4 t_m \cdot ff_{a,m}$$

FC = fuel consumption (kg), m = LTO mode (approach/landing, taxiing, take off, climb out), t = tidsrum pr. mode (s), ff = fuel flow (kg pr. s), a = repræsentativ flytype.

Emissionerne pr. LTO beregnes som:

$$E_{LTO}^a = \sum_{m=1}^4 FC_{a,m} \cdot EI_{a,m}$$

For approach/descent, take off og climb out, kan standardværdier for LTO-tider på 4, 0,7 og 2,2 minutter bruges, som de er defineret af ICAO (ICAO, 1995). For taxifart på lufthavnsområdet er det mere realistisk at bruge 13 minutter i Københavns lufthavn og 5 minutter i andre danske lufthavne.

Beregningen af cruise-resultaterne sker ved at interpolere/ekstrapolere brændstofforbrug og emissioner for standarddistancer fra den europæiske EMEP/CORINAIR database. For hver flyvning anvendes storcirkelafstanden mellem start og ankomstlufthavnen.

Hvis storcirkelafstanden,  $y$ , er mindre end den største distance, hvor brændstofforbrug og emissionsdata kan findes i EMEP/CORINAIR databasen, fås brændstofforbrug eller emissioner,  $E(y)$ , som:

$$E(y) = E_{x_i} + \frac{(y - x_i)}{x_{i+1} - x_i} \cdot (E_{x_{i+1}} - E_{x_i}) \quad y < x_{\max}, i = 0, 1, 2, \dots, \text{maks}-1$$

I ligningen ovenfor angiver  $x_i$  and  $x_{\max}$  de enkelte distanceklasser og maksimumafstanden, hvor der er angivet data i EMEP/CORINAIR databasen. Hvis storcirkelafstanden,  $y$ , er større end den største distance,  $x_{\max}$ , hvor brændstofforbrug og emissionsdata kan findes i EMEP/CORINAIR databasen, fås brændstofforbrug eller emissioner,  $E(y)$ , som:

$$E(y) = E_{x_{\max}} + \frac{(y - x_{\max})}{x_{\max} - x_{\max-1}} \cdot (E_{x_{\max}} - E_{x_{\max-1}}) \quad y > x_{\max}$$

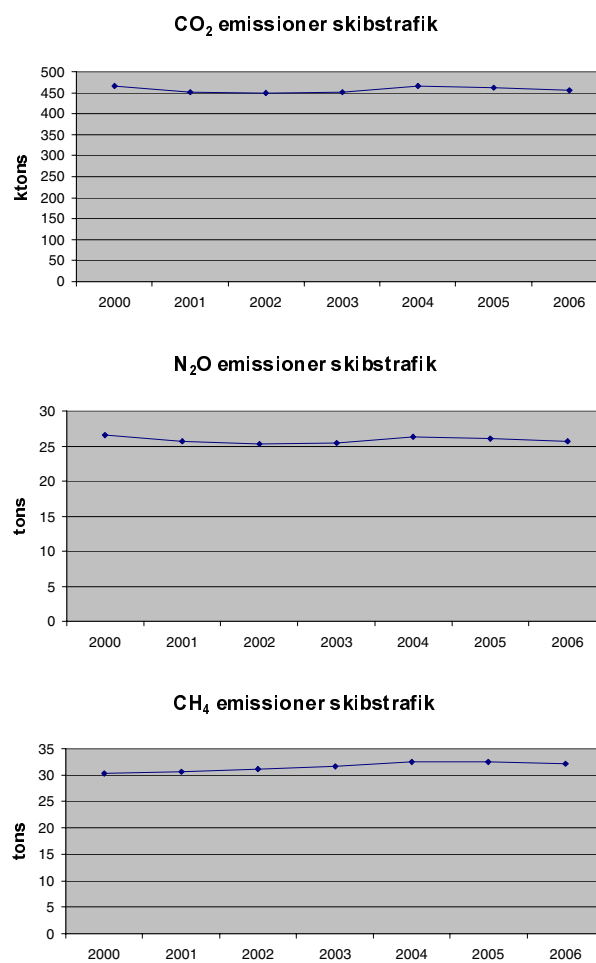
Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan fås fra EMEP/CORINAIR (2007).

## 4.5 Skibstrafik

For skibstrafikken anvises en Tier 1-, 2- og 3-metode. I Tier 1-metoden fordeles skibstrafikkens samlede indenrigsemissioner efter kommunens andel af landets samlede befolkningstal. På et Tier 2-niveau skal kommunen selv fremskaffe tal for brændstofforbruget for de skibe, hvis emissioner skal beregnes. Pga. manglende data kan Tier 3-metoden kun bruges for større færger. Som for flytrafik, er det højest usikkert om Tier 3-metoden kan anvendes i dette projekt, da der vil være stor diskussion om allokering af emissionerne på sejladsens enkeltdele, jf. afsnit 4.11.

## 4.5.1 Tier 1

### Tier 1 inputdata



Figur 4.6 Nationale emissioner for skibstrafik 2000-2006.

Tabel 4.7 Nationale emissioner for skibstrafik 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	30	31	31	32	32	32	32
CO <sub>2</sub>	ktons	466	452	449	452	466	462	455
N <sub>2</sub> O	tons	27	26	25	25	26	26	26

### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

## 4.5.2 Tier 2

### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg til skibe. Fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 10.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer, se afsnit 10.

### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,y} \cdot EF_{k,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, k = kommune, y = år.

### Tier 3 inputdata

- Færgens motortype (langsom, medium, høj fart, gas turbine)
- Færgens brændstoftype
- Færgemotorens byggeår
- Antal dobbeltture pr. færgerute
- Færgens andel af dobbeltture
- Sejltime pr. færge

### Tier 3-beregningsmetode

$$E(X) = \sum_i N_i \cdot T_i \cdot S_{i,j} \cdot P_i \cdot LF_j \cdot EF_{k,l,y}$$

E = emission, N = antal dobbeltture, T = sejltime pr. dobbelttur (h), S = færgens andel af dobbeltture, P = motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, EF = emissionsfaktor (g pr. kWh), i = færgerute, j = færge, k = brændstoftype, l = motortype, y = motorens byggeår.

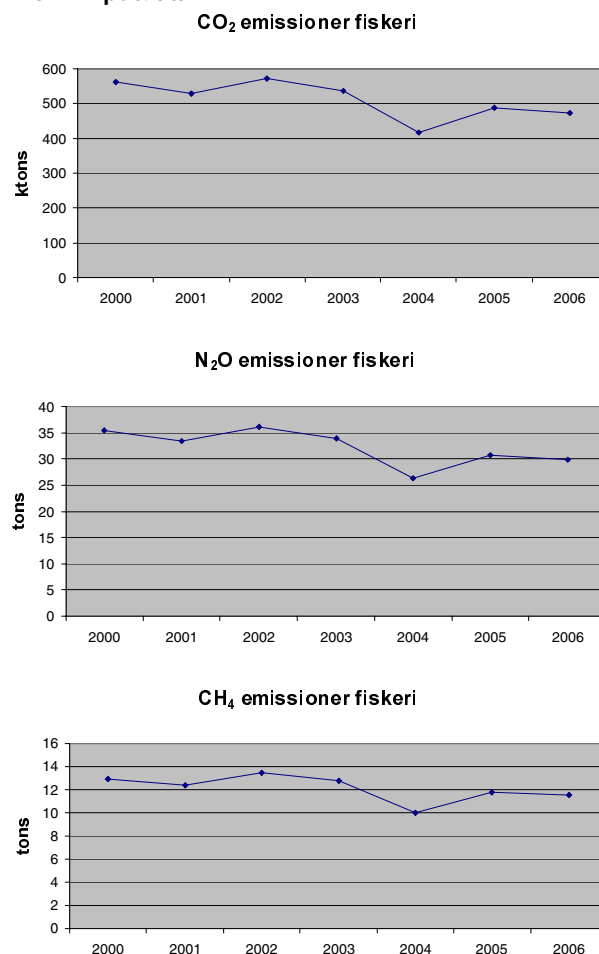
Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan fås fra Winther (2008a).

## 4.6 Fiskeri

For fiskeri medtages emissionerne fra fiskefartøjernes brug af diesel. Der anvises to Tier-metoder. Tier 1 fordeler Danmarks samlede emissioner efter kommunens indbyggerandel. På Tier 2-niveau, antages kommunen at fremskaffe data for salget af brændstof til de fiskefartøjer der benytter kommunens havneanlæg.

## 4.6.1 Tier 1

### Tier 1 inputdata



Figur 4.7 Nationale emissioner for fiskeri 2000-2006.

Tabel 4.8 Nationale emissioner for fiskeri 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	13	12	13	13	10	12	12
CO <sub>2</sub>	ktons	562	530	571	536	417	487	473
N <sub>2</sub> O	tons	35	33	36	34	26	31	30

### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

## 4.6.2 Tier 2

### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg. Fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 10.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer, se afsnit 4.12.



### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,y} \cdot EF_{k,y}$$

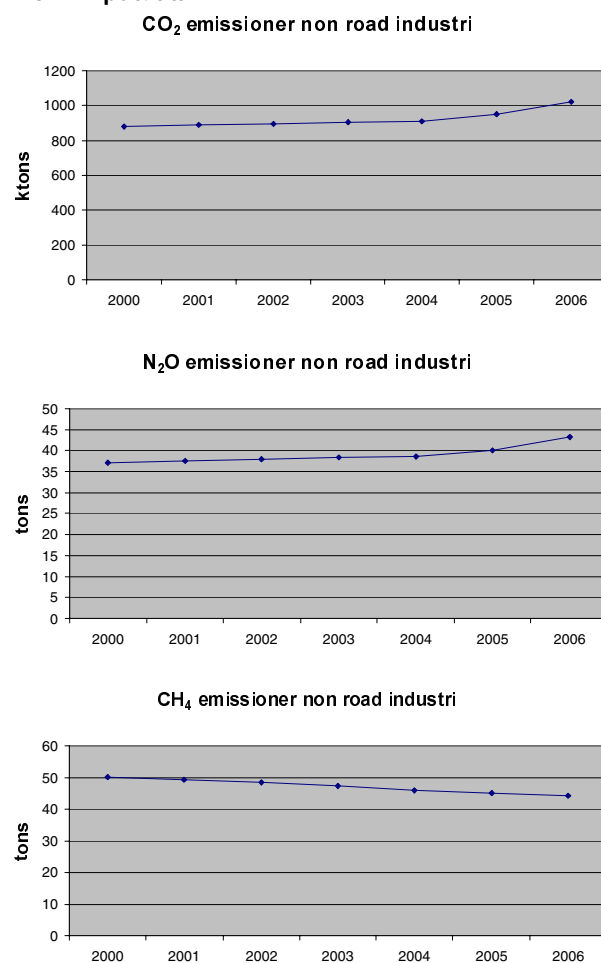
Hvor E = emission, FC = brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, k = kommune, y = år.

## 4.7 Non-road maskiner indenfor industri

De vigtigste maskintyper indenfor industri er materiel til flytning af jord indenfor bygge og anlæg, samt gaffeltrucks der fx bruges til flytning af varer eller materialer på virksomheder. Der anvises tre Tier-metoder. Tier 1 fordeler Danmarks samlede emissioner efter kommunens indbyggerandel. Det kunne overvejes, på et senere tidspunkt, at supplere CO<sub>2</sub>-beregneren med muligheden for at fordele emissionerne ud fra kommunernes andel af de nationale byggeomkostninger. På Tier 2-niveau antages kommunen at fremskaffe data for salget af brændstof fordelt på fuel type, mens den meget detaljerede Tier 3-metode skal bruge oplysninger om den specifikke drift af de forskellige maskintyper indenfor kommunen. Tier 3-metoden gennemgås i det nedenstående, men vil ikke blive inkluderet i selve CO<sub>2</sub>-beregneren.

## 4.7.1 Tier 1

### Tier 1 inputdata



Figur 4.7 Nationale emissioner for non-road industri 2000-2006.

Tabel 4.9 Nationale emissioner for non-road industri 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	50	49	48	47	46	45	44
CO <sub>2</sub>	ktons	879	888	897	907	912	950	1021
N <sub>2</sub> O	tons	37	38	38	38	39	40	43

### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

## 4.7.2 Tier 2

### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg i GJ, fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 4.12.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer (kg pr. GJ), se afsnit 4.12.

### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,f,y} \cdot EF_{k,f,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, f = brændstoftype (diesel/benzin/LPG), k = kommune, y = år.

### 4.7.3 Tier 3

#### Tier 3 inputdata

- Antal maskiner, årlige driftstimer, gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, emissionsfaktor (g pr. kWh)

#### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{Basis}(X)_{i,j,k} = N_{i,j,k} \cdot HRS_{i,j,k} \cdot P \cdot LF_i \cdot EF_{y,z}$$

$E_{Basis}$  = emission, N = antal maskiner, HRS = årlig driftstimer, P = gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, EF = emissionsfaktor (g pr. kWh), i = maskintype, j = motorstørrelse, k = motoralder, y = motorstørrelsesklasse, z = teknologittrin.

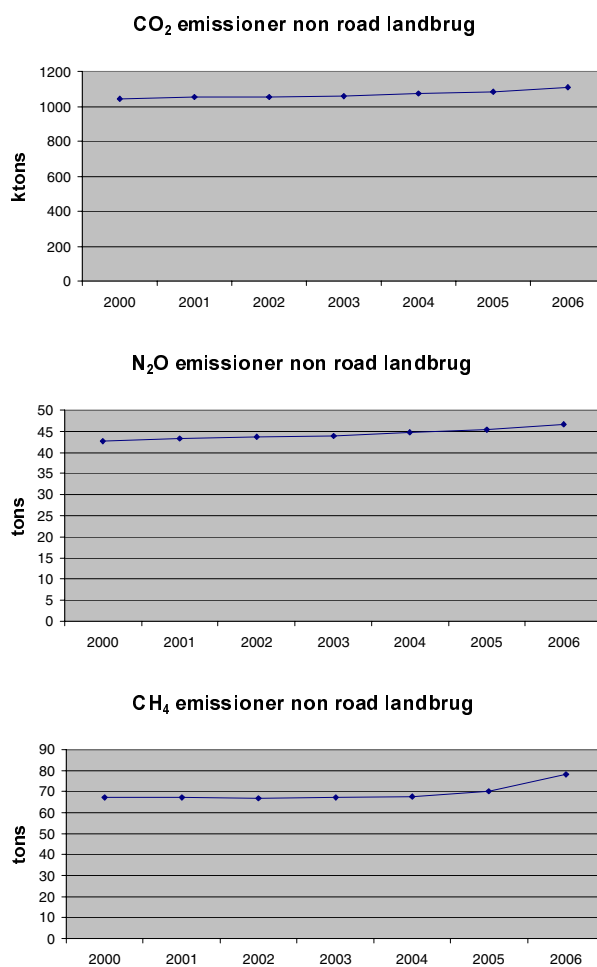
Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan fås fra Winther & Nielsen (2006).

## 4.8 Non-road maskiner indenfor landbrug

De vigtigste maskintyper indenfor landbrug er traktorer og mejetærskere. Der anvises tre Tier-metoder. Tier 1 fordeler Danmarks samlede emissioner efter kommunens andel af Danmarks landbrugsareal. For Tier 2 antages kommunen at fremskaffe data for salget af brændstof (fortrinsvist diesel). Tier 3-metoden skal bruge kommunens landbrugsareal som input, fordelt på afgrødetyper. En anderledes og mere detaljeret Tier 3-metode skal bruge oplysninger om den specifikke drift af de forskellige landbrugsmaskintyper indenfor kommunen. Sidstnævnte metode gennemgås i det nedenstående, men vil ikke blive inkluderet i selve CO<sub>2</sub>-beregningen.

## 4.8.1 Tier 1

### Tier 1 inputdata



Figur 4.8 Nationale emissioner for non-road landbrug 2000-2006.

Tabel 4.10 Nationale emissioner for non-road landbrug 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	67	67	67	67	68	70	78
CO <sub>2</sub>	ktons	1042	1051	1053	1056	1073	1082	1109
N <sub>2</sub> O	tons	43	43	44	44	45	45	47

### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{A_{k,y}}{A_{DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, A = landbrugsareal, k = kommune, y = år.

## 4.8.2 Tier 2

### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg i GJ, fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 4.12.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer (kg pr. GJ), se afsnit 4.12.

### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,f,y} \cdot EF_{k,f,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, f = brændstoftype (diesel/benzin/LPG), k = kommune, y = år.

### Tier 3 inputdata

- Areal pr. afgrødetype. Fremskaffes af kommunen
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer, se afsnit 4.12.

### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{afgr} A_{afgr,k,y} \cdot EF_{k,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofforbrug pr. hektar (GJ pr. ha), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), A = landbrugsareal (ha), i = emissionstype, afgr = afgrødetype, k = kommune, y = år.

De forskellige afgrødetyper og brændstofforbrug pr. ha fremgår af følgende tabel 4.11.

Tabel 4.11 Afgrødetyper og brændstofforbrug pr. ha for landbrug på Tier 3-niveau.

Afgrødetype	Brændstofforbrug pr. ha (GJ pr. ha)
Vårsæd	3.11
Vintersæd	3.55
Ærter	3.26
Raps	3.51
Frøgræs	1.44
Kartofler	7.25
Roer	8.45
Helsæd	2.79
Grøntafgrøder	2.59
Afgræsningsgræs	2.04

### 4.8.3 Tier 3-metoden - yderligere detaljeret

#### Tier 3 inputdata

- Antal maskiner, årlige driftstimer, gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, emissionsfaktor (g pr. kWh)

#### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{Basis}(X)_{i,j,k} = N_{i,j,k} \cdot HRS_{i,j,k} \cdot P \cdot LF_i \cdot EF_{y,z}$$

$E_{Basis}$  = emission, N = antal maskiner, HRS = årlig driftstimer, P = gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, EF = emissionsfaktor (g pr. kWh), i = maskintype, j = motorstørrelse, k = motoralder, y = motorstørrelsesklasse, z = teknologittrin.

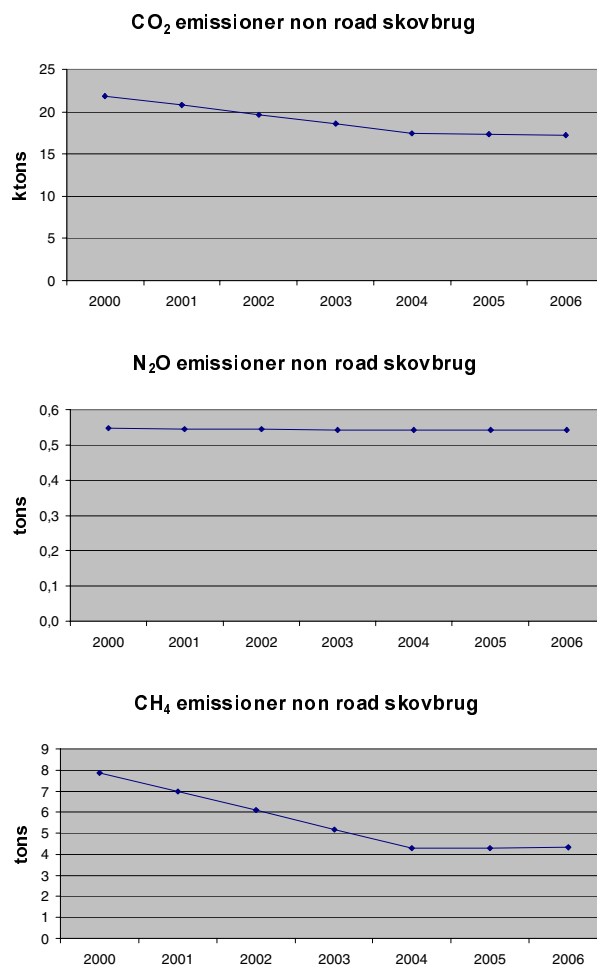
Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan ses i Winther & Nielsen (2006).

## 4.9 Non-road maskiner indenfor skovbrug

De vigtigste maskintyper indenfor skovbrug er benzindrevne kædesave samt dieseldrevne traktorer. Der anvises tre Tier-metoder. Tier 1 fordeler Danmarks samlede emissioner efter kommunens andel af Danmarks skovareal. For Tier 2 antages kommunen at fremskaffe data for salget af brændstof (fortrinsvist diesel). Tier 3-metoden er meget detaljeret og skal bruge oplysninger om den specifikke drift af de forskellige skovbrugsmaskintyper indenfor kommunen. Tier 3-metoden gennemgås i det nedenstående, men vil ikke blive inkluderet i selve CO<sub>2</sub>-beregneren.

### 4.9.1 Tier 1

#### Tier 1 inputdata



Figur 4.9 Nationale emissioner for non-road skovbrug 2000-2006.

Tabel 4.12 Nationale emissioner for non-road skovbrug 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	8	7	6	5	4	4	4
CO <sub>2</sub>	ktons	22	21	20	19	17	17	17
N <sub>2</sub> O	tons	1	1	1	1	1	1	1

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{A_{k,y}}{A_{DK,y}}$$

Hvor E = emission, i = emissionstype, A = skovbrugsareal, k = kommune, y = år.

#### 4.9.2 Tier 2

##### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg i GJ, fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 4.12.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer (kg pr. GJ), se afsnit 4.12.

##### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,f,y} \cdot EF_{k,f,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, f = brændstoftype (diesel/benzin/LPG), k = kommune, y = år.

#### 4.9.3 Tier 3

##### Tier 3 inputdata

- Antal maskiner, årlige driftstimer, gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, emissionsfaktor (g pr. kWh).

##### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{Basis}(X)_{i,j,k} = N_{i,j,k} \cdot HRS_{i,j,k} \cdot P \cdot LF_i \cdot EF_{y,z}$$

E<sub>Basis</sub> = emission, N = antal maskiner, HRS = årlig driftstimer, P = gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, EF = emissionsfaktor (g pr. kWh), i = maskintype, j = motorstørrelse, k = motoralder, y = motorstørrelsesklasse, z = teknologittrin.

Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan opstilles af DMU, jf. kategoriseringen opgjort af Winther & Nielsen (2006).

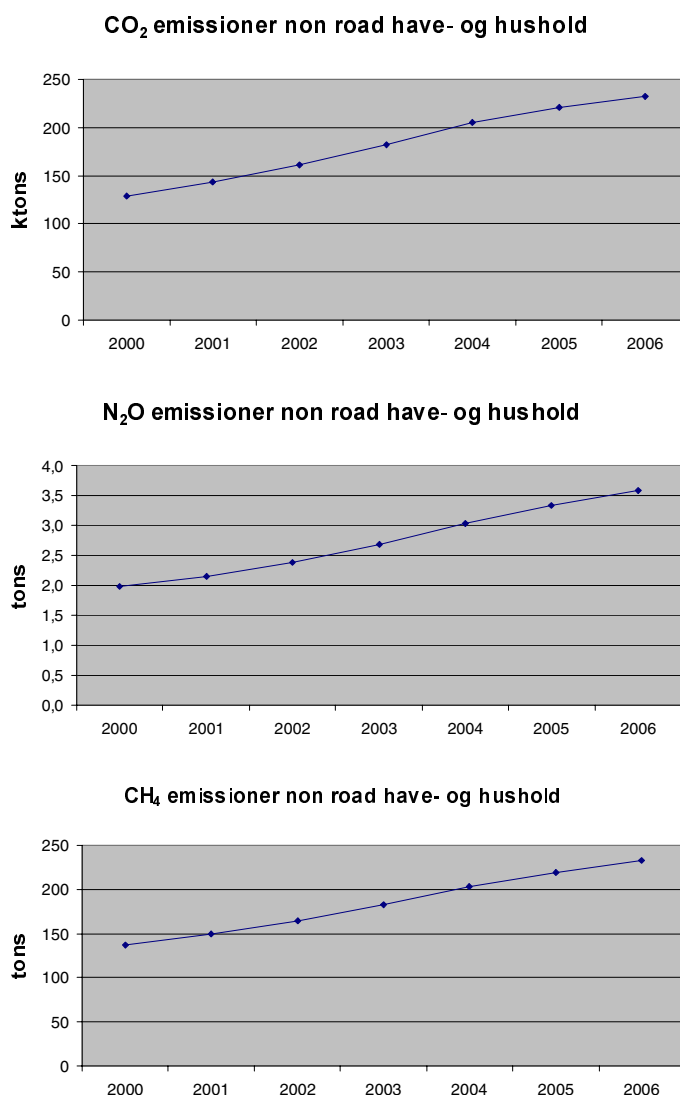
### 4.10 Non-road maskiner indenfor have- og hushold

De vigtigste maskintyper indenfor have- og hushold er benzindrevne minitraktorer, plæneklippere, kædesave, fræsere, buskryddere, trimmere og hækklippere. Der anvises tre Tier-metoder. Tier 1 fordeler Danmarks samlede emissioner efter kommunens indbyggerandel. For Tier 2 antages kommunen at fremskaffe data for salget af brændstof (fortrinsvist benzin), mens Tier 3-metoden skal bruge kommunens

areal af grønne områder (haver, parker mv.) samt brændstofforbruget pr. ha som input. En anderledes og mere detaljeret Tier 3-metode skal bruge oplysninger om den specifikke drift af de forskellige maskintyper indenfor kommunen. Den sidstnævnte metode gennemgås i det nedenstående, men vil ikke blive inkluderet i den nuværende version af CO<sub>2</sub>-beregneren.

#### 4.10.1 Tier 1

##### Tier 1 inputdata



Figur 4.10 Nationale emissioner for non-road have/hushold 2000-2006.

Tabel 4.13 Nationale emissioner for non-road have- og hushold 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CH <sub>4</sub>	tons	137	149	164	183	204	219	233
CO <sub>2</sub>	ktons	129	143	161	182	205	220	233
N <sub>2</sub> O	tons	2	2	2	3	3	3	4

##### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$



Hvor E = emission, i = emissionstype, N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

#### 4.10.2 Tier 2

##### Tier 2 inputdata

- Brændstofsalg i GJ, fremskaffes af kommunen. Omregning fra liter pr. kg til GJ, se afsnit 4.12.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer (kg pr. GJ), se afsnit 4.12.

##### Tier 2-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{k,y} \cdot EF_{k,y}$$

Hvor E = emission, FC = brændstofsalg (GJ), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), i = emissionstype, k = kommune, y = år.

#### 4.10.3 Tier 3

##### Tier 3 inputdata

- Areal af grønne områder, såsom haver, parker mv. Fremskaffes af kommunen.
- Brændstofforbrug pr. ha, fremskaffes af kommunen.
- Brændstofrelaterede emissionsfaktorer, se afsnit 4.12.

##### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = FC_{gronareal} A_{gronareal,k,y} \cdot EF_{k,y}$$

Hvor E = emission, FC = Brændstofforbrug pr. hektar (GJ pr. ha), EF = emissionsfaktor (kg pr. GJ), A = grønareal (ha), i = emissionstype, k = kommune, y = år.

#### 4.10.4 Tier 3, alternativ metode

##### Tier 3 inputdata

- Antal maskiner, årlige driftstimer, gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, emissionsfaktor (g pr. kWh).

##### Tier 3-beregningsmetode

$$E_{Basis}(X)_{i,j,k} = N_{i,j,k} \cdot HRS_{i,j,k} \cdot P \cdot LF_i \cdot EF_{y,z}$$

$E_{Basis}$  = emission, N = antal maskiner, HRS = årlig driftstimer, P = gennemsnitlig motorstørrelse (kW), LF = lastfaktor, EF = emissionsfaktor (g pr. kWh), i = maskintype, j = motorstørrelse, k = motoralder, y = motorstørrelsesklasse, z = teknologittrin.

Emissionsfaktorer på Tier 3-niveau kan opstilles af DMU, jf. kategoriseringen opgjort af Winther & Nielsen (2006).

### 4.11 Allokering af emissioner for fly og skibe

For fly og skibstrafik er det højst usikkert, om Tier 3-metoden kan anvendes i dette projekt, idet der vil være stor diskussion om allokering

af emissionerne på den enkelte transports enkeltdele. Det gælder, at fly- og skibstrafik har start og slutpunkter i nationalt planlagte trafik-anlæg. Trafikken har betydning for hele landets udveksling af personer, varer og kommunikation. Det bliver derfor betænkeligt, hvis det kun er kommunerne, hvis havne/lufthavne bruges af den enkelte transport, der er ansvarlige for transportens emission. Det gælder både i den tænkte situation, hvor kun startkommunen regnes som ansvarlig for emissionen, og i en tænkt situation, hvor start og slutkommunen deler emissionen ligeligt. Set ud fra samfundets samlede nyttevirkning, er det heller ikke anbefalelsesværdigt at fordele transportens emission efter strækningsandelen i den enkelte kommune, som transporten kører igennem.

#### 4.12 Omregning fra liter eller kg til energienheden GJ

Følgende tabel viser de brændstofrelaterede emissionsfaktorer samt massefylde og brændværdier for de flydende brændstoftyper (benzin, diesel og LPG) der anvendes af fiskefartøjer (diesel), samt non-road maskinerne indenfor industri, landbrug, skovbrug og have/hushold (benzin).

Tabel 4.14 Brændstofrelaterede emissionsfaktorer for non-road industri 2000-2006.

		CO <sub>2</sub> emf kg pr. GJ	Massefylde, ρ kg pr. l	Brændværdi, LHV GJ pr. tons
Benzin	[kg pr. GJ]	73	0,75	43,8
Diesel	[kg pr. GJ]	74	0,84	42,7
LPG	[kg pr. GJ]	65	??	46

Følgende udtryk bruges til omregning fra X antal liter til GJ:

$$E(GJ) = X(\text{liter}) \cdot \rho(\text{kg pr liter}) \cdot 10^{-3} \cdot LHV(\text{GJ pr tons})$$

Følgende udtryk bruges til omregning fra X antal kg til GJ:

$$E(GJ) = X(\text{kg}) \cdot 10^{-3} \cdot LHV(\text{GJ pr tons})$$

## 5 Industrielle processer

Dette afsnit behandler industrielle emissioner, der kan knyttes til industrielle processer - i modsætning til emissioner, der kan relateres til industrielt forbrug af fossilt brændsel. Der er udelukkende præsenteret metoder for Tier 2- og Tier 3-opgørelse af CO<sub>2</sub>-emissioner, da det ikke giver mening at betragte enkeltvirksomheders emissioner spredt ud på alle landets kommuner. Beskrivelsen er baseret på Nielsen et al. (2008), hvor ikke andet er angivet. I forbindelse med den kommunale model er raffinaderier, flaring og emissioner i forbindelse med olie og gas placeret i dette kapitel, i stedet for under energi, hvor det rapporteres på nationalt plan.

Industrielle processer, der bidrager med emission af drivhusgasser, kan inddeles i følgende delsektorer:

- 2A Mineralske produkter
- 2B Kemisk industri
- 2C Jern- og metalindustri
- 2D Anden produktion
- 2E Produktion af halocarboner og SF<sub>6</sub>
- 2F Brug af halocarboner og SF<sub>6</sub>
- 2G Andre ikke-specificerede processer

Tabel 5.1 viser forekomsten af relevante processer i Danmark og her ses, at delsektorerne 2D, 2E og 2G ikke er relevante for Danmark, ligesom 2C ikke har bidraget de seneste år. 2F Brug af halocarboner og SF<sub>6</sub> er ikke medtaget i denne metodebeskrivelse.

Industrielle processer bidrager i 2006 med 2498 kton CO<sub>2</sub>-ækv. svarende til 3,54 % af den totale GHG-emission (70471 kton CO<sub>2</sub>-ækv. (ekskl. skov og arealanvendelse)). I 2000 bidrog industrielle processer med 3367 kton CO<sub>2</sub>-ækv. svarende til 4,97 % af den totale GHG-emission (67953 kton CO<sub>2</sub>-ækv. (ekskl. skov og arealanvendelse)).

Tabel 5.1 Oversigt over industrielle processer (2006) (Nielsen et al., 2008).

Proces	IPCC kode	Stof	Emission, kton CO <sub>2</sub> -ækv.	%
Cementproduktion	2A		1395	55,9
A/C, køle- og fryseanlæg	2F	HFCs+PFCs	703	28,2
Skumblæsning/ekspanderet skum	2F	HFCs	127	5,07
Brug af kalk og dolomit	2A		73,8	2,96
Fremstilling af brændt kalk	2A		69	2,77
Andet (gul tegl)	2A		36,8	1,47
Andet (laboratorier, termoruder)	2F	SF <sub>6</sub>	23,0	0,92
Andet (produkter af ekspanderet ler)	2A		18,5	0,74
Aerosoler/Inhalatorer	2F	HFCs	16,1	0,65
Andet (emballageglas, glasuld)	2A		13,5	0,54
Elektrisk udstyr	2F	SF <sub>6</sub>	12,9	0,52
Andet (optiske fibre)	2F	HFCs+PFCs	4,31	0,17
Katalysatorer/kunstgødning	2B		2,18	0,09
Vejbelægning med asfalt	2A		1,84	0,07
Tagbelægning med asfaltprodukter	2A		0,024	0,0009
Metalproduktion	2C		0	0
Salpetersyreproduktion	2B	N <sub>2</sub> O	0	0
Total			2498	100

Bidraget fra de forskellige industrielle processer er vist i tabel 5.2.

Tabel 5.2 CO<sub>2</sub> emission fra forskellige delsektorer i 2000 og 2006 (kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter) (Nielsen et al., 2008).

	2000	%	2006	%
2A Mineralske produkter	1.640,57	48,72	1.609,22	64,42
2B Kemisk industri	1.004,16	29,82	2,18	0,09
2C Jern- og metalindustri	62,02	1,84	NA,NO	-
2D Anden produktion	NE	-	NE	-
2E Produktion af halocarboner og SF <sub>6</sub>	NA,NO	-	NA,NO	-
2F Brug af halocarboner og SF <sub>6</sub>	660,46	19,61	886,57	35,49
2G Andre ikke-specificerede processer	NO	-	NO	-
2 Industrielle processer	3.367,21		2.497,97	

Bidraget til emission af drivhusgasser fra den kemiske industri er faldet markant pga. indstillingen af salpetersyreproduktionen i 2004. Bidraget fra jern- og metalindustri har været svingende de senere år pga. indstilling og genåbning af et elektrostålværk; pt. er driften af elektrostålværket indstillet.

Fordelingen af de forskellige processer på landsplan varierer, idet der kun forekommer ét cementproducerende anlæg, 3-4 kalkværker, 9 kraftværker, ét glasværk, én glasuldsproducent, én mineraluldsproducent, ca. 20 teglværker, én producent af katalysatorer/gødning og derudover er ca. 70 % af affaldsforbrændingskapaciteten med våd røggasrensning.

Datatilgængeligheden for de forskellige processer varierer ligeledes, da nogle virksomheder har åbenhed om deres forbrug af råvarer og produktion, mens andre holder disse informationer fortrolige. Nogle virksomheder er underlagt pligt til at udarbejde grønne regnskaber,

hvor de præsenterer mere eller mindre detaljerede informationer om råvareforbrug/produktion.

Endelig er en række virksomheder omfattet af EU-ETS (EU Emission Trading Scheme). Disse virksomheder rapporterer derfor årligt emission af CO<sub>2</sub> fra henholdsvis brug af fossile brændsler og processer til Energistyrelsen. Disse informationer er i princippet fortrolige, men de kan formodentlig anvendes af kommunerne til opgørelse af virksomhedens bidrag til lokale CO<sub>2</sub>-emissioner.

Virksomhedernes miljøgodkendelser kan ligeledes være en kilde til information om den enkelte virksomhed. Danmarks Statistik vil derimod ikke være en relevant datakilde, idet potentielle oplysninger om enkeltvirksomheder vil være maskerede.

## 5.1 Mineralske produkter

*Mineralske produkter* bidrager med 64 % af *Industrielle processers* bidrag til emission af drivhusgasser i 2006 (49 % i 2000). De relevante kilder er fremstilling af cement, fremstilling af brændt kalk/hydratkalk, forbrug af kalk og andre karbonatholdige råvarer til fremstilling af glas, glasuld, mineraluld, røggasrensning (våd), fremstilling af gul tegl og ekspanderede lerprodukter.

### 5.1.1 Fremstilling af cement

Kalk, sand og vand samt en række mindre bestanddele blandes og brændes til klinker i en rotéovn. Under denne proces frigives CO<sub>2</sub> fra kalken, der omdannes til calciumoxid (CaO). Klinkerne knuses og blandes med bl.a. flyveaske, hvorved der fremkommer færdig cement.

#### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved fremstilling af cement kan beregnes ved følgende formel:

$$E_{CO_2} = \sum m_{pi} \cdot EF_{pi}$$

hvor:

$m_{TCE}$  = produceret mængde cement opgjort som cementækvivalenter [ton TCE]

$EF_{TCE}$  varierer over tid som følge af den specifikke produktsammensætning og EF for perioden 2000 - 2006 er præsenteret i tabel 5.3.

Tabel 5.3 Emissionsfaktor (EF) for frigivelse af CO<sub>2</sub> ved produktion af cement [ton CO<sub>2</sub> pr. ton TCE].

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
$EF_{TCE}$	0,530	0,517	0,529	0,532	0,510	0,504	0,491	0,478

Oplysninger om årlig produceret mængde cement udtrykt som Total Cement Ækvivalent (TCE) kan findes i virksomhedens grønne regnskab, eller fås ved henvendelse til virksomheden.  $EF_{TCE}$  beregnes og

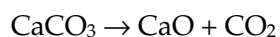
oplyses årligt i Danmarks NIR (Denmark's National Inventory Report) (Nielsen et al., 2008).

### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

### 5.1.2 Fremstilling af brændt kalk

Ved brænding af kalk i en kalkovn fremstilles brændt kalk, som, ved efterfølgende tilførsel af vand, kan omdannes til læsket kalk/hydratkalk. Processen kan beskrives ved følgende formel:



### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved fremstilling af brændt kalk og hydratkalk kan beregnes ved følgende formel:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum m_{\text{pi}} \cdot \text{EF}_{\text{pi}}$$

hvor:

$$m_{\text{CaO}} = \text{produceret mængde CaO [ton]}$$

$$m_{\text{Ca(OH)}_2} = \text{produceret mængde Ca(OH)}_2 \text{ [ton]}$$

$$\text{EF}_{\text{CaO}} = 0,785 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton CaO}$$

$$\text{EF}_{\text{Ca(OH)}_2} = 0,594 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton Ca(OH)}_2$$

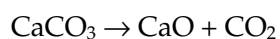
Oplysninger om årlig produceret mængde brændt kalk og hydratkalk kan i nogle tilfælde findes i virksomhedernes grønne regnskaber. I andre tilfælde kan det være nødvendigt at kontakte de enkelte virksomheder. EF er bestemt af processen, idet der er en støkiometrisk sammenhæng mellem råvaren og den frigivne mængde CO<sub>2</sub>.

### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

### 5.1.3 Brug af kalk

Ved fremstilling af glas, glasuld og mineraluld anvendes kalk, dolomit og kalcineret soda. Under fremstillingsprocessen med tilførsel af varme frigives CO<sub>2</sub> under dannelse af fx CaO.





### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved fremstilling af glas, glasuld og mineraluld kan beregnes ud fra forbrug af råvarer ved følgende formel:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum m_{ri} \cdot EF_{ri}$$

hvor:

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{mængde forbrugt CaCO}_3 \text{ [ton]}$$

$$m_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} = \text{mængde forbrugt CaMg}(\text{CO}_3)_2 \text{ [ton]}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \text{mængde forbrugt Na}_2\text{CO}_3 \text{ [ton]}$$

$$EF_{\text{CaCO}_3} = 0,440 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton CaCO}_3$$

$$EF_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} = 0,477 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton CaMg}(\text{CO}_3)_2$$

$$EF_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,415 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton Na}_2\text{CO}_3$$

Oplysninger om årlig forbrug af kalk, dolomit og kalcineret soda kan i nogle tilfælde findes i virksomhedernes grønne regnskaber. I andre tilfælde kan det være nødvendigt at kontakte de enkelte virksomheder. EF er bestemt af processen, idet der er en støkiometrisk sammenhæng mellem råvaren og den frigivne mængde CO<sub>2</sub>.

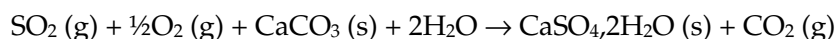
### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

#### 5.1.4 Brug af kalk til røggasrensning

Våd røggasrensning på kraftværker eller affaldsforbrændingsanlæg anvender kalk som råvare. TASP (tørt afsvovningsprodukt) kan ligeledes anvendes som følge af indhold af calciumkarbonat.

Rensningsprocessen giver anledning til følgende kemiske reaktion:



### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved våd røggasrensning kan beregnes ud fra forbrug af råvarer ved følgende formel:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum m_{ri} \cdot EF_{ri}$$

hvor:

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{mængde forbrugt CaCO}_3 \text{ [ton]}$$

$$m_{\text{TASP}} = \text{mængde forbrugt TASP [ton]}$$

$$EF_{\text{CaCO}_3} = 0,440 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton CaCO}_3$$

$$EF_{\text{TASP}} = 0,088 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton TASP}$$

Oplysninger om årlig forbrug af kalk og TASP til røggasrensning kan i nogle tilfælde findes i virksomhedernes grønne regnskaber. I andre tilfælde kan det være nødvendigt at kontakte de enkelte virksomheder. EF er bestemt af processen, idet der er en støkiometrisk sammenhæng mellem råvaren - herunder et gennemsnitligt indhold af kalk i TASP - og den frigivne mængde CO<sub>2</sub>.

### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

Affaldsforbrændingsanlæg er ikke underlagt EU-ETS, hvorfor Tier 3 ikke kan anvendes for affaldsforbrændingsanlæg.

### 5.1.5 Fremstilling af gul tegl

Råvaren (ler) til fremstilling af gul tegl indeholder 17-20 % kalk, som ved brænding giver anledning til den gule farve på det færdige produkt. Emissionsfaktoren (EF) er beregnet ud fra antagelse om et gennemsnitligt kalkindhold i leret på 18 %.

### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved fremstilling af gul tegl kan beregnes ud fra følgende formel:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum m_{\text{pi}} \cdot EF_{\text{pi}}$$

hvor:

$$m_{\text{gul tegl}} = \text{produceret mængde gul tegl [ton]}$$

$$EF_{\text{gul tegl}} = 0,079 \text{ ton CO}_2 \text{ pr. ton gul tegl}$$

Oplysninger om mængden af produceret gul tegl kan indhentes hos de enkelte virksomheder. EF er bestemt af processen, idet der er en støkiometrisk sammenhæng mellem råvaren - herunder et gennemsnitligt indhold af kalk i teglværker - og den frigivne mængde CO<sub>2</sub>.

### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.



### 5.1.6 Fremstilling af ekspanderede lerprodukter

Ved brænding af råvaren (ler) frigives CO<sub>2</sub> fra råvarens indhold af kalk.

#### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> ved fremstilling af produkter af ekspanderet ler kan beregnes ud fra følgende formel:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum m_{\text{pi}} \cdot EF_{\text{pi}}$$

hvor:

$m_{\text{ekspanderet ler}}$  = produceret mængde ekspanderet ler [ton]

$EF_{\text{ekspanderet ler}}$  = 0,045 ton CO<sub>2</sub> pr. ton ekspanderet ler

#### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

## 5.2 Kemisk industri

*Kemisk industri* bidrager med < 1 % af *Industrielle processers* bidrag til emission af drivhusgasser i 2006 (30 % i 2000). Den relevante kilder er: fremstilling af katalysatorer/handelsgødning.

### 5.2.1 Brug af karbonatholdige råvarer

#### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

Hvis virksomheden ikke er omfattet af EU-ETS, kan informationer om virksomhedens emissioner fra brug af karbonatholdige råvarer ligeledes indhentes fra virksomheden. Da der ofte vil være tale om fortrolighed omkring de specifikke råvarer og mængder, vil det ofte ikke være muligt at få disse oplysninger fra virksomhederne. Men virksomheden kan ud fra mængden af råvarer og kendskab til den specifikke kemiske sammensætning, beregne den samlede CO<sub>2</sub>-emissionen og oplyse denne. Den samlede emission kan indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

## 5.3 Jern- og metalindustri

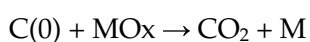
Jern - og metalindustri bidrager med ~0 % af Industrielle processers bidrag til emission af drivhusgasser i 2006 (2 % i 2000). Den relevante kilde er fremstilling af stål (elektrostålværk).

### 5.3.1 Brug af metallurgisk karbon

Metallurgisk karbon bruges som elektrodemateriale og ved raffinering af sekundære metaller, fx smeltet stålskrot. I processen oxideres karbon og danner CO<sub>2</sub>, mens urenheder reduceres og fjernes fra det smeltede metal.

#### Tier 2

Emissionen af CO<sub>2</sub> i jern- og metalindustri kan beregnes ud fra forbruget af metallurgisk karbon ved følgende formel:



$$E_{CO_2} = \sum m_r \cdot EF_r$$

hvor:

$m_C$  = mængde forbrugt metallurgisk karbon [ton]

$EF_C$  = 3,6 ton CO<sub>2</sub> pr. ton C

Oplysninger om årlig forbrug af metallurgisk karbon kan i nogle tilfælde findes i virksomhedernes grønne regnskaber. I andre tilfælde kan det være nødvendigt at kontakte de enkelte virksomheder. EF er bestemt af processen, idet der er en støkiometrisk sammenhæng mellem råvaren og den frigivne mængde CO<sub>2</sub>.

#### Tier 3

Virksomheder, der er underlagt EU-ETS (EU Emission Trading Scheme), rapporterer årligt virksomhedens emission af CO<sub>2</sub> fra brug af fossil brændsel henholdsvis processer (brug af karbon og karbonatholdige råvarer). Emissionen er opgjort i henhold til EU-fastsatte retningslinjer og godkendt af akkrediteret verifikator. Oplysninger om den indrapporterede procesemission kan indhentes hos den konkrete virksomhed og indtastes direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

## 5.4 Flaring

Flaring finder sted dels på olie/gas felterne i Nordsøen og dels på raffinaderierne og naturgasbehandlingsanlæg og naturgaslagre på land.

Flaring på Nordsøen er ikke relevant i forbindelse med emissionsopgørelser på kommuneniveau og er derfor ikke medtaget i modellen. De øvrige kilder i denne sektor er potentielt fem punktkilder, nemlig Shell og Statoil raffinaderierne i henholdsvis Fredericia og Kalundborg, Naturgaslagrene i Stenlille og Lille Torup samt Nybro gasbehandlingsanlæg.

Da kilderne indenfor denne sektor er få og kan betragtes som punktkilder, er det valgt kun at anbefale en Tier 3-løsning.

### Tier 3

De nævnte virksomheder i denne sektor udarbejder alle grønt regnskab, og kommunerne vil derfor have direkte adgang til anlægsspecifikke data. De flaredede mængder gas vil kunne indhentes hos virksomhederne og kombineres med emissionsfaktorer som vist i tabel 5.4.

Tabel 5.4 Emissionsfaktorer for flaring.

	CO <sub>2</sub> kg pr. GJ	CH <sub>4</sub> g pr. GJ	N <sub>2</sub> O g pr. GJ
Naturgas	56,78	160,5	1
Raffinaderigas	56,9	153	1

For raffinaderierne flares der raffinaderigas, mens der for de andre kilder er tale om naturgas.

#### Beregningsmetode:

$$E_{p,b,y} = A_{b,y} \cdot Emf_{p,b,y}$$

Hvor E = emission, p = forureningskomponent, Emf = emissionsfaktor, A = aktivitet, b = brændsel, y = år

## 5.5 Raffinaderier

Der er pt. to raffinaderier der er i drift i Danmark. Shell-raffinaderiet i Fredericia og Statoil-raffinaderiet i Kalundborg. Begge raffinaderier betragtes som punktkilder, og derfor er der kun anvist en Tier 3-beregningsmetode. Aktivitetsdata kan findes i grønne regnskaber eller tilsynsdata/miljøgodkendelser.

### Tier 3

Der indhentes anlægsspecifikke oplysninger om brændselsforbrug. Der er typisk tale om let og/eller tung olie samt raffinaderigas. Brændselsforbrug kombineres med emissionsfaktorer som vist i tabel 5.5. Emissionsfaktorer for andre brændsler end de tre nævnte kan findes i appendiks 2.

Tabel 5.5 Emissionsfaktorer for brændselsforbrug på raffinaderier.

	CO <sub>2</sub> kg pr. GJ	CH <sub>4</sub> g pr. GJ	N <sub>2</sub> O g pr. GJ
Tung olie (Residual oil)	78	3	2
Let olie (Gas oil)	74	1,5	2
Raffinaderigas	56,9	1,5	2

#### Beregningsmetode:

$$E_{p,b,y} = A_{b,y} \cdot Emf_{p,b,y}$$

Hvor E = emission, p = forureningskomponent, Emf = emissionsfaktor, A = aktivitet, b = brændsel, y = år

## 5.6 Olie/gas

Langt størstedelen af denne sektors emissioner stammer fra energiforbruget til udvinding af olie og gas på Nordsøen. Dette bidrag er ikke relevant for en emissionsopgørelse på kommuneniveau og er derfor ikke inkluderet i modellen. Der er dog enkelte landbaserede punktkilder, nemlig naturgaslagrene i Stenlille og Lille Torup, Nybro naturgasbehandlingsanlæg (både forbrændingsemissioner og flygtige emissioner) samt DONGs råolietanke i Fredericia.

### Tier 3

For alle de nævnte punktkilder er det muligt direkte fra virksomhedernes grønne regnskaber at finde CH<sub>4</sub>-emissionen, som vil kunne indgå direkte i CO<sub>2</sub>-beregneren.

Angående forbrændingsemissionen fra Nybro er mængden af naturgas oplyst i det grønne regnskab. Brændværdien for naturgas kan findes i Energistyrelsens grunddata tabel, der årligt opdateres på Energistyrelsens hjemmeside. Emissionsfaktorerne kan ses i nedenstående tabel.

Tabel 5.6 Emissionsfaktorer for naturgas i olie/gas sektoren.

	CO <sub>2</sub> kg pr. GJ	CH <sub>4</sub> g pr. GJ	N <sub>2</sub> O g pr. GJ
Naturgas	56,78	6	1

### Beregningsmetode:

$$E_{p,b,y} = A_{b,y} \cdot Emf_{p,b,y}$$

Hvor E = emission, p = forureningskomponent, Emf = emissionsfaktor, A = aktivitet, b = brændsel, y = år

## 6 Opløsningsmidler

Den danske emissionsopgørelse for anvendelse af opløsningsmidler i husholdninger og industrier er baseret på anvendelsen af enkeltkemikalier. De anvendte mængder fås fra Danmarks Statistik, industrier, brancher samt fra litteraturen. Ud fra informationer fra den nordiske database "Substances in Preparations in the Nordic Countries" (SPIN, 2007 og appendiks 3), industrier, brancher og litteraturen, fordeles kemikalierne anvendelser i de kategorier, der anvendes til den årlige rapportering til de forskellige konventioner (appendiks 4). For hvert kemikalie er der tilknyttet en emissionsfaktor. Emissionsfaktoren kan variere, alt efter om kemikallet anvendes som rent opløsningsmiddel eller indgår i et produkt. Anvendelsen fordeles også i en række industrier og brancher samt i husholdninger, jf. tabel 6.2. Denne inddeling er bestemt ud fra "VOC reduktionsplan" (Møller, 1995), hvor industrien og Miljøstyrelsen i 1989 dannede en arbejdsgruppe, der skulle etablere grundlaget for en aftale mellem miljømyndigheder og industri om en plan for nedbringelse af den menneskeskabte emission af NMVOC. De kategorier der var i den oprindelige reduktionsplan, er blevet udvidet efterfølgende.

I øjeblikket er der et nordisk projekt i gang omkring fastlæggelse af emissionsfaktorer for anvendelse af opløsningsmidler i husholdninger, samt kobling af de forskellige codesystemer, således at en entydig fordeling af opløsningsmiddelforbruget kan bestemmes.

### 6.1 Metode

Anvendelsen af opløsningsmidler er kompleks, da der er et stort antal kemikalier, der er defineret som VOCer (solvent directive (1999/13/EC) og et stort antal produkter som indeholder VOCer. Emissionerne afhænger af forbrugsmønstret både i husholdninger og industrier, og af den enkelte industris behandling af opløsningsmiddelrester, fx ved forbrænding eller ved genindvinding. Flygtigheden af kemikalierne, og hvordan de evt. indgår i produkter, har ligeledes betydning for hastigheden hvormed de frigives til atmosfæren. Der er derfor stor usikkerhed tilknyttet allokering af emissioner til industrier og husholdninger.

Udgangspunktet for en inddeling af CO<sub>2</sub>-emissioner på kommunalt niveau er de nationale emissioner fra anvendelse af opløsningsmidler, jf. tabel 6.1. De udgør omtrent en tredjedel af de samlede danske NMVOC-emissioner i 2006, dvs. 32.700 tons. Med en konverteringsfaktor på  $0,85 \cdot 3,667 \text{ g CO}_2 = 1 \text{ g NMVOC}$  svarer det til 103.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, eller 0,2 % af de samlede danske CO<sub>2</sub> emissioner.

Emissioner kan beregnes af den enkelte kommune på enten Tier 1- eller Tier 2-niveau. En beregning på Tier 1-niveau kræver kun kendskab til Danmarks samlede emission og indbyggertal, samt antallet af indbyggere i kommunen. Tier 2-beregningsmetoden kræver kend-

skab til de typer af industrier, der er på landsplan, i kommunen samt indbyggertallet.

Tabel 6.1 Emissioner fra anvendelse af opløsningsmidler i industrier og husholdninger i 2006.

Stof	Anvendelse af opløsningsmidler, Gg	DK total	% af total
NMVOG	32.7	110	30
N <sub>2</sub> O	0.12	21.0	0,6
CO <sub>2</sub> -ækvivalenter	103		0,2

### 6.1.1 Tier 1

Inddeling af DK total efter indbyggertal:

$$E_{indb,k,y} = E_{DK,y} \cdot \frac{N_{indb,k,y}}{N_{indb,DK,y}} \quad (\text{Ligning 6.1})$$

Hvor  $k$  er den pågældende kommune,  $y$  er året,  $E_{indb,k,y}$  er CO<sub>2</sub> emissionen i kommune  $k$  i år  $y$ ,  $E_{DK,y}$  er den samlede danske CO<sub>2</sub> emission fra anvendelse af opløsningsmidler i år  $y$ ,  $N_{indb,k,y}$  er antal indbyggere i kommunen og  $N_{indb,DK,y}$  er antal indbyggere i Danmark i år  $y$ .

### 6.1.2 Tier 2

Inddeling efter indbyggere, industrier, væsentlige aktiviteter, fx byggeprojekter og andet. Tier 2-metoden er ikke inkluderet i CO<sub>2</sub>-beregneren på nuværende tidspunkt.

En mere detaljeret inddeling af kommunernes emissioner kan fås ved at inddele i industrier, brancher, husholdninger med mere. Tabel 6.2 viser den relative fordeling af de samlede danske emissioner fra anvendelsen af opløsningsmidler.

Da værdierne er fundet for Danmark som helhed, gælder den relative fordeling ikke nødvendigvis for den enkelte kommune. For den enkelte aktivitet, fx autobranche, som omfatter autoreparationer og vedligehold af køretøjer i autoværksteder, bliver CO<sub>2</sub>-emissionen for en kommune:

$$E_{i,k,y} = E_{DK,y} \cdot P_{i,DK,y} \cdot \frac{N_{i,k,y}}{N_{i,DK,y}} \quad (\text{Ligning 6.2})$$

Hvor  $i$  er den pågældende aktivitet, fx autobranche og  $P_{i,DK,y}$  er det relative bidrag til den samlede danske emission fra anvendelse af opløsningsmidler (fra tabel 6.1).  $N_{i,k,y}$  er antal autoværksteder i kommunen og  $N_{i,DK,y}$  er antal autoværksteder i Danmark. Antallet kan bruges, da autoværksteder er tilnærmelsesvis lige store og udfører samme type reparationer.

Når der inddeles efter en aktivitet, skal alle kommuner indgå i fordelingen. Det er dog ikke nødvendigt at inddele efter alle aktiviteter. Hvis der fx kun inddeles efter autobranche, skal alle kommuner tilskrives en emission i henhold til ligning 6.2, hvor antallet af autoværksteder i den enkelte kommune skal findes. Herved fordeles 10,37

% af de samlede danske emissioner, jf. tabel 6.2. De resterende 89,63 % kan fordeles efter antal indbyggere, eller andet.

En simpel måde at fordele emissionerne fra de enkelte aktiviteter i tabel 6.2 på kommune niveau vil være, at anvende antallet af værksteder, antallet af sandblæse- og maleentreprenører, antallet af industrier der producerer polystyren, polyurethan og PVC produkter, osv. Fordelingen af byggeprojekter kan estimeres, således at effekten af store byggeprojekter kan beskrives. For husholdninger og øvrige aktiviteter kan der fordeles efter antal indbyggere i kommunerne.

Når industrien er meget forskelligartet fra virksomhed til virksomhed, vil antallet ikke være en god parameter at anvende. Fx for kemisk industri kan mængden af producerede kemikalier anvendes, og for plastbranchen kan mængden af produceret mængde plast anvendes.

Tabel 6.2 Relativ fordeling af de samlede danske emissioner fra anvendelse af opløsningsmidler i industrier og husholdninger i 2006.

	Bidrag til total, %
Autobranschen	10.37
Sandblæse- og maleentreprenører	0.44
Karosseri og landbrugsmaskiner	0.96
Industrielt massefremstillede produkter	11.15
Skibsværfter	2.45
Plastbranchen	11.83
Grafisk branche	4.60
Kemisk industri	2.20
Lak- og farveindustri	0.73
Nærings- og nydelsesmiddelindustri	0.94
Træ- og møbelindustri	1.59
Land- og skovbrug	0.24
Tekstil- og beklædningsindustri	0.72
Garveri og læderindustri	0.53
Papirindustri	0.33
Gummiproduktion og -produkter	1.95
Metalindustri	1.19
Bygge og anlæg	12.94
Produktion af byggematerialer	0.14
Renserier	0.00
Engros- og detailhandel	0.06
Servicebranchen	0.03
Transport	0.08
Social- og sundhedssektor	7.15
Husholdninger	13.49
Øvrige aktiviteter	13.93

## 7 Landbrug

Emissionerne fra landbrug er primært metan ( $\text{CH}_4$ ) fra fordøjelsesprocessen hos dyrene og fra gødningslagre samt lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) fra den kvælstof som håndteres.  $\text{N}_2\text{O}$  produceres i de biologiske processer som er knyttet til kvælstoffets omsætning af primært ammoniumholdige kvælstofforbindelser til nitrat ( $\text{NO}_3$ ) og en efterfølgende denitrificering (omdannelse af  $\text{NO}_3$  til frit kvælstof,  $\text{N}_2$ ). Herudover kan der frigøres  $\text{CO}_2$  som følge af nedbrydning af organisk materiale/humus i jorden, såfremt der ikke tilføres tilstrækkeligt nyt organisk materiale til jorden som erstatter tabet. Dette vedrører især de organiske landbrugsjorde.

$\text{CH}_4$  er en drivhusgas der er 23 gange stærkere end  $\text{CO}_2$ .  $\text{N}_2\text{O}$  er 296 gange stærkere. Hvor der er emissioner af både  $\text{CO}_2$  og  $\text{N}_2\text{O}$ , er disse i regnskaberne omregnet til  $\text{CO}_2$ -ækvivalenter.

Emissionerne af  $\text{CH}_4$  er tæt knyttet til husdyrenes foderindtag. Under nedbrydningsprocessen, i enten dyrenes maver eller i gødningslagrene, kan der ske energitab der tabes som  $\text{CH}_4$ . En estimering af  $\text{CH}_4$ -udslippet er derfor afhængig af dyrenes foderindtag, om de er enmavede eller drøvtyggere, hvordan omsætningen sker i dyrenes maver og hvor meget som fordøjes her samt hvor meget energi der er tilbage i husdyrgødningen.

Da  $\text{CH}_4$ -dannelsen er en biologisk proces, som kræver anaerobe/iltfrie forhold, er der forskel på om det er gyllebaserede gødningssystemer eller fastgødning. Herudover spiller det en stor rolle, hvor lang tid gødningen lagres og under hvilke temperaturer.

For  $\text{N}_2\text{O}$ -emissionen gælder, at i alle led, hvor der er kvælstof tilstede, sker der tab af  $\text{N}_2\text{O}$ . I modsætning til  $\text{CH}_4$ -dannelsen sker  $\text{N}_2\text{O}$ -dannelsen under aerobe/iltrige forhold. Det medfører bl.a. at gylletanke har en meget lille  $\text{N}_2\text{O}$ -dannelse i modsætning til fast husdyrgødning.

Processerne kan anskues ved at følge masseflowet for energi og kvælstof til bestemmelse af  $\text{CH}_4$ - og  $\text{N}_2\text{O}$ -dannelsen fra landbrugets dyrehold.

Ude i marken er  $\text{N}_2\text{O}$ -emissionen en funktion af den tilstedeværende kvælstofmængde. Her antager man generelt, at 1 % af den tilstedeværende mængde kvælstof omsættes til  $\text{N}_2\text{O}$ -N.

I denne version af metoder bestemmes kun  $\text{CO}_2$ -udslippet fra de organiske landbrugsjorde, samtidig med at det antages, at ler- og sandjorde er i en  $\text{CO}_2$ -mæssig ligevægt.

Til brug for opgørelserne, er det nødvendigt at kende antallet af husdyr indenfor det geografiske område samt arealanvendelsen. Disse oplysninger fremgår ikke af nogen af de offentlige statistikker, men kan bestemmes ud fra det centrale husdyrregister (CHR) og det gene-



relle landbrugsregister (GLR). I appendiks 5 og 6 er angivet fordelingen af husdyr og landbrugsarealets størrelse i de forskellige kommuner pr. 31. december 2007, som kan anvendes i opgørelsen.

## 7.1 Metan- og lattergas-emissioner fra husdyrenes fordøjelse og lagret husdyrgødning

Som følge af de danske vandmiljøplaner, har man igennem en del år indsamlet data og bearbejdet dem til standardtal for dansk landbrug. Normtallene for foderforbrug og normudskillelse for kvælstof kan findes på Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, [www.agrsci.dk](http://www.agrsci.dk). Disse normtal er via de internationale guidelines omsat til gennemsnitlige emissionsfaktorer for hhv. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O, på baggrund af en gennemsnitlig stalldtypefordeling for de forskellige dyrekategorier, og et gennemsnitligt antal afgræsningsdage.

Det er i denne version af metoden ikke muligt at anvende differentierede afgræsningsdage for forskellige husdyr, ligesom emissionsberegningen er baseret på en blanding af de for nuværende anvendte stalldtyper og dermed gødningstyper (gylle, fastgødning).

Til bestemmelse af udslippet af CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra husdyrenes fordøjelsesproces og lagret husdyrgødning samt forbruget af handelsgødning, er der udviklet en simpel metode på Tier 2-niveau, som kun kræver indtastning af antallet af husdyr.

Metoden beregner CH<sub>4</sub>-udslippet fra dyrenes fordøjelsesproces ud fra dyrenes bruttoenergiindtag (GE) og en artsbetinget tabsfaktor (Y<sub>m</sub>). GE afhænger af hvilke fodermidler der anvendes, og varierer derfor mellem husdyrarterne. I beregningerne anvendes de seneste normtal for foderforbrug, som i CO<sub>2</sub>-beregneren omregnes til GE og, sammen med den art specifikke Y<sub>m</sub>, til en standardemission CH<sub>4</sub> pr. dyr.

CH<sub>4</sub> fra gødningslagre er bestemt ud fra bruttoenergien i husdyrgødningen, som er beregnet ud fra foderforbruget og dyrenes energiudnyttelse, kombineret med en gødningstypeafhængig EF.

N<sub>2</sub>O fra husdyrgødningen bestemmes ud fra kvælstofindholdet i udskilt gødning ganget med en gødningstypeafhængig EF.

CO<sub>2</sub>-beregneren summerer disse enkelt kilder til et samlet udslip af drivhusgasser målt i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

Der er ikke udviklet en Tier 1-metode, idet det ikke er muligt via en simpel omfordelingsnøgle at omregne de nationale emissioner til kommuneniveau. Ligeledes er der ikke udviklet en Tier 3 i CO<sub>2</sub>-beregneren for landbrug.

### Tier 2

Metoden bygger på de nyeste danske emissionsopgørelser og de nyeste normtal for foderforbrug og kvælstofudskillelse (N<sub>ex</sub>) fra husdyrene, kombineret med de danske krav til maksimale N-tildelinger til afgrøder, og udnyttelseskravet til kvælstof i husdyrgødning i landbrugernes kvælstofregnskaber.

Til estimering af drivhusgasemission fra husdyr skal der indtastes antallet af forskellige husdyr i følgende kategorier:

- Heste
- Malkekøer
- Kvier
- Tyrekalve
- Ammekøer
- Moderfår
- Modergeder
- Søer
- Smågrise, 7,8-31 kg
- Slagtesvin, 31kg-slagtning
- Hjorte
- Mink
- Ræve
- Vaskebjørne/Raccon
- Æglæggere
- Slagtekyllinger
- Kalkuner
- Gæs
- Ænder

Herefter beregnes automatisk bruttoenergiindtag for de forskellige husdyr. Normtal og N-udskillelse for 2006 er implementeret i CO<sub>2</sub>-beregneren. Ved indtastning af antallet af dyr (appendiks 5) estimeres drivhusgasemission herefter på basis af disse normtal.

$$\sum_{i=1}^{n=19} GE_{i,k} \cdot Ym_i$$

hvor GE er bruttoenergiindtaget og Ym er den artsbetingede tabsfaktor.

Afgræsningsperiodens længde for de forskellige husdyrarter er sat til hhv. 55 dage for malkekøer, 194 for ammekvæg, 165 for kvier, 200 dage for får og geder, 183 dage for heste og 365 dage for hjorte.

Antallet af dyr på kommuneniveau opgives ikke af Danmarks Statistik. Her er det nødvendigt at anvende et udtræk af CHR-registret. For antallet af heste er CHR ikke en god kilde. Her bør kommunens eget estimat anvendes. I tabellen i appendiks 5 er angivet antallet af dyr på kommuneniveau.

Som inputdata skal angives det gennemsnitlige antal dyr indenfor hver dyrekategori i kommunen. Da normtallene for foderforbrug og N-udskillelse er baseret på pr. produceret enhed, er der sket en omregning i programmet til produceret mængde pr. dyreplads via standardantal producerede dyr pr. plads pr. år.

## 7.2 Lattergas fra husdyrgødning udbragt på marker

Udbragt husdyrgødning bidrager til N<sub>2</sub>O-emission. Denne mængde opgøres internt ud fra mængden af produceret husdyrgødning i

kommunen. Der tages ikke hensyn til, at der kan ske en import eller eksport af husdyrgødning fra kommunen.

### 7.3 Lattergas fra husdyrgødning afsat under afgræsning

N<sub>2</sub>O fra denne kilde beregnes internt af systemet ud fra antallet af husdyr i kommunen. Det er ikke muligt i den nuværende version af CO<sub>2</sub>-beregneren at ændre på antallet af afgræsningsdage.

### 7.4 Lattergasudslip fra landbrugets arealanvendelse

Til brug for estimering af N<sub>2</sub>O-emissionen fra handelsgødning, afgrøderester, biologisk fikseret kvælstof og indirekte N<sub>2</sub>O-dannelse fra udvasket kvælstof og ammoniakfordampning, er der behov for at angive landbrugsarealets størrelse, hvilke afgrøder der dyrkes og især hvor stor en andel af det dyrkede areal der er organisk (JB 7). For emissionen fra landbrugsarealerne er der to niveauer, Tier 1 og Tier 2. Tier 1 er generel og kan med fordel anvendes af kommuner med et begrænset landbrugsareal og af kommuner med lille viden om hvilke afgrøder der dyrkes. Tier 2 kræver en mere detaljeret viden om afgrøderne, men giver samtidig også mulighed for at indtaste kommunale tal for udvaskning osv.

#### Tier 1

På Tier 1-niveau skal der anvendes oplysninger om det samlede landbrugsareal med etårige afgrøder (inkl. græs i omdrift) og arealet med vedvarende græs, samt en gennemsnitlig kvælstofnorm for disse to afgrødetyper. Disse oplysninger bruges til at beregne et forventet handelsgødningsforbrug, emission fra afgrøderester, emission fra udvaskning, atmosfærisk nedfald af NH<sub>3</sub> og baggrundsemission. Organiske jorde (JB 7) behandles særskilt, da dyrkning af disse kan frigøre store mængder CO<sub>2</sub>. De oplysninger som anvendes i Tier 1, fremgår af tabel 7.1.

Tabel 7.1 Datainput til Tier 1 for landbrugsjorde.

Data	Standardværdi
Landbrugsareal i omdrift, ha	
Vedvarende græs, ha	
Organiske landbrugsjorde, ha på JB 7	Variere meget mellem kommuner hvorfor det ikke er muligt at angive en standardværdi
Gennemsnitlig kvælstoftildeling for landbrugsarealer i omdrift	130 kg N pr. ha
Gennemsnitlig kvælstoftildeling for vedvarende græs	50 kg N pr. ha
Andel af landbrugsarealet med korn	0,65
Andel af halmen som er bjærget	0,60

#### Tier 2

På Tier 2 er afgrøderne opdelt på 13 forskellige afgrødetyper, se tabel 7.2.

Tabel 7.2 Datainput til Tier 1.

Afgrøder, ha	Kvælstofnorm	Areal af organisk jord, JB 7, ha	Udbyttensniveau Kg pr. ha	Andel af halm bjærget: standardværdi
Vintersæd	Fås evt. fra Plantedirektoratets gødningsvejledning, <a href="http://www.pdir.dk">www.pdir.dk</a>	Varierer meget mellem kommuner hvorfor det ikke er muligt at angive en standardværdi	Fås evt. fra Plantedirektoratets gødningsvejledning, <a href="http://www.pdir.dk">www.pdir.dk</a>	0,6
Vårsæd				0,6
Raps				0
Majs				-
Kartofler og Roer				-
Frøgræs				0,5
Græs i omdrift				-
Vedvarende græs				-
Grøntsager				-
Brak				-
Elefantgræs				-
Pil				-
Øvrigt landbrugsareal				-

For hver afgrøde skal angives arealet, den gennemsnitlige kvælstofnorm til afgrøderne, arealet med den respektive afgrøde på organisk jord (JB 7) og hvor meget af afgrøderesterne der bortføres.

Der findes ikke separate opgørelser over arealet med organiske landbrugsjorde på kommuneniveau, men kommunen kan, på baggrund af en GIS-analyse af GLR-data og et jordbundskort, estimere dette. Andelen forventes at variere betydeligt mellem kommuner.

## 7.5 Forbrug af handelsgødning

Udbragt handelsgødning bidrager til N<sub>2</sub>O-emission og mængden af handelsgødning på kommuneniveau skal angives. Dette kan enten indtastes eller opgøres indirekte.

Mængden afhænger af årets kvælstofnorm som fastlægges af Plantedirektoret ([www.pdir.dk](http://www.pdir.dk)) til hver enkelt afgrøde. Mængden er derfor afhængig af, hvilke afgrøder der dyrkes i kommunen, og især antallet af husdyr, da en vis mængde af kvælstof i husdyrgødningen skal indgå i gødningsregnskabet.

Et sådant tal opgøres ikke centralt. Et tal for dette kan findes i gødningsregnskaberne. Gødningsregnskaberne angiver forbruget pr. virksomhed og den dertil knyttede juridiske adresse. Denne adresse er ikke nødvendigvis den samme som den kommune, hvori gødningen udbringes. Der er ikke foretaget en analyse af gødningsregnskaberne med henblik på en kvalitetsvurdering af disse til brug for emissionsopgørelsen.

Internt i CO<sub>2</sub>-beregneren er der indbygget en model som, på baggrund af angivelsen af landbrugsarealet i kommunen og ud fra angivelse af en gennemsnitlig kvælstof-norm for de afgrøder der dyrkes i kommunen, mængden af de i kommunen værende husdyr og ved anvendelse af kravene til kvælstofudnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen, estimerer et forventet forbrug af handelsgødning. Denne opgørelsesmetode anses for at være et rimeligt estimat, men den tager ikke hensyn til, at noget af husdyrgødningen kan eksporteres ud af

kommunen, eller at der sker import, hvorfor det er muligt at indtaste egne tal, hvis disse haves.

Der er mulighed for at indtaste mængden af kvælstof i udbragt slam, frugtsaft og industrispildevand i Tier 2.

## **7.6 Afgrøderester**

Afgrøderester bidrager til  $N_2O$  som følge af kvælstof-indholdet i afgrøderesterne. Den gennemsnitlige mængde, der fjernes på landsplan som en andel af den årlige producerede mængde biomasse, angives i  $CO_2$ -beregneren. Denne andel kan ændres til lokale forhold, hvis kommunen har sådanne data.

## **7.7 Udvaskning**

Indirekte  $N_2O$ -emission som følge af udvasket kvælstof beregnes med en fast standardemission pr. kg udbragt handels- hhv. husdyrgødning. Standardværdien for udvaskningen er sat til 30 %, men kan ændres til lokale forhold. Der er endvidere mulighed for at indtaste en beregnet mængde udvasket kvælstof, hvis denne haves.

## **7.8 Atmosfærisk nedfald af ammoniak**

Atmosfærisk nedfald af ammoniak ( $NH_3$ ) bidrager med en indirekte  $N_2O$ -emission. Ammoniakfordampningen beregnes automatisk ud fra den opgjorte mængde kvælstof i husdyrgødning kombineret med de nyeste  $NH_3$ -fordampningsmodeller for stald, lager og udbringning samt  $NH_3$ -emissionen fra udbragt handelsgødning.  $N_2O$ -emissionen fra  $NH_3$ -fordampningen indgår i den kommune der er kilden til emissionen, og ikke hvor  $NH_3$  deponeres.

## **7.9 Lattergas fra slam og frugtsaft udbragt på landbrugsarealer**

Kvælstof i udbragt spildevandsslam og fra industri indtastes separat. Dette sker kun på Tier 2-niveau, da fordelingen er meget ujævnt fordelt over landet.

## **7.10 Lattergas fra forhøjet baggrundsemission**

Som følge af den landbrugsmæssige aktivitet, sker der en forøget omsætning af rod- og planterester som medfører  $N_2O$ -dannelse. Dette er som standard sat til 0,5 kg  $N_2O-N$  pr. ha landbrugsareal pr. år. Denne kan kun reduceres ved at tage landbrugsareal ud af omdrift.

## 7.11 Kuldioxid fra kalkning

Landbruget kalker jævnlige jordene for at undgå forsuring. Kalkningen sker typisk med landbrugskalk eller dolomitkalk. Herved omdannes karbonat-ionen  $\text{CO}_3$  til  $\text{CO}_2$ . Igennem de senere år har det gennemsnitlige kalkforbrug været på ca. 200 kg  $\text{CaCO}_3$  pr. ha pr. år. Dette anvendes som standard for hele landbrugsarealet i Tier 1. I Tier 2 er der mulighed for at fraregne arealer som ikke kalkes. Dette er typisk jorde med  $\text{pH} > 6,5$ . Alkaliske eller kalkjorde findes i kommuner i Nordjylland og i det østlige Sjælland. Omfanget af arealerne kan beregnes ud fra jordbundskort, som mange kommuner er i besiddelse af. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet (<http://djfgeodata.dk/datasaml/index.html>) har udarbejdet et kortgrundlag der kan anvendes.

## 7.12 Biogasanlæg

### Tier 2

Ved etablering af biogasanlæg reduceres emissionen af  $\text{CH}_4$  og  $\text{N}_2\text{O}$  fra gødningslagrene. Tabel 7.3 viser de nødvendige inddata. Hvor det er muligt, er standardværdier oplyst. De manglende parametre skal fremskaffes af kommunerne.

Tabel 7.3 Nødvendige inddata ved etablering af biogasanlæg.

Inddata	Standardværdier
Kvæggylle, $\text{m}^3$	-
Svinegylle, $\text{m}^3$	-
Separeret kvæggylle og dybstrøelse, ton	-
Separeret svinegylle og fast gødning, ton	-
Anden husdyrgødning, ton	-
Kvæggylle, tørstof %	8
Svinegylle, tørstof %	5,5
Sep. og anden fast kvæggødning, tørstof %	30
Sep. og anden fast svinegødning, tørstof %	30
Sep. og anden fast anden gødning, tørstof %	30

For hver fraktion anvendes standardværdier (tabel 7.3) for tørstofprocenten. Mere præcise tal kan fås fra de respektive biogasanlæg. Ud fra tallene beregnes en reduktion i  $\text{CH}_4$  og  $\text{N}_2\text{O}$  fra kommunens husdyrgødningsproduktion. Hvis der behandles mere husdyrgødning i kommunen end der produceres, kan kommunens emission blive negativ, og kommunen får fordel af at have anlægget placeret, mens leverandørkommunerne ikke krediteres for at sende gødningen til anlægget. Ved fælleskommunale anlæg bør kommunerne derfor indbyrdes aftale, hvordan krediteringen skal finde sted i de respektive drivhusgasregnskaber. Hvis den producerede biogas substituerer energiforbruget, indgår dette ikke direkte i kommunens regnskab, idet det antages, at kommunens energiforbrug i opvarmnings- og el-sektoren er reduceret tilsvarende.

## 8 Arealanvendelse

Drivhusgasemissionen fra arealanvendelse omfatter primært ændringer i den stående biomasse, dvs. bundet kulstof (C) der ved fjernelse eller afbrænding forudsættes omsat til CO<sub>2</sub>. Driftsændringer der medfører, at den stående biomasse enten reduceres eller øges, vil således få indflydelse på CO<sub>2</sub>-regnskabet. Indenfor arealanvendelse anvendes der derfor både positive og negative emissioner, hvor en negativ emission svarer til en binding af CO<sub>2</sub>. I begrænset omfang har driftsændringer også indflydelse på emissionen af N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub>.

For de fleste af disse emissioner er der meget store forskelle mellem by- og landkommuner og mellem landsdele. I de fleste tilfælde kan der derfor ikke opstilles en Tier 1-metode baseret på en generel emissionsfaktor. Det er også vanskeligt at opstille generelle regler for betydningen af en bestemt aktivitet i den enkelte kommune.

Arealanvendelse er opdelt i det åbne land og bymæssig bebyggelse. Ændringer i bundet CO<sub>2</sub> i naturarealer indgår ikke i opgørelsen.

### 8.1 Arealanvendelse i det åbne land

Arealanvendelse i det åbne land omfatter skove, etablering/rydning af hegn og småbiotoper, vådområder og udtagning af landbrugsjord til randzoner. I denne version indgår ikke frugtplantager. Disse kan dog indgå ved at indføre dem under småbiotoper.

Modellerne til estimering af tilvæksten i stående biomasse i det åbne land, anvender lineære tilvækstmodeller kombineret med biomasse ekspansionsfaktorer (BEF), og mængden af biomasse i rødder, ved hjælp af funktioner for rod/top-forholdet. Det medfører, at kommunen/den geografiske enhed skal kende etableringsåret for skove og hegn som ønskes at indgå i opgørelserne. Modellerne antager, at en skov først er fuldvoksen efter 75 år. I de fleste tilfælde kender man ikke etableringsåret. I sådanne tilfælde bør man vælge et basisår, hvorfra man efterfølgende opgør ændringerne i arealet med skov, små biotoper og hegn. Som basisår kan evt. anvendes 1990, som er basisåret for Kyoto-aftalen.

Modellerne anvender en årlig gennemsnitlig tilvækst i volumen (m<sup>3</sup>) brugbart ved (produktionsklasse) pr. ha eller pr. km. For at tage hensyn til de store forskelle i tilvæksten mellem områder, skal man indtaste den lokale produktionsklasse. Oplysninger om skoves produktionsklasse kan normalt fås hos det lokale statskovdistrikt. For hegn er anvendt samme produktionsklasse over hele landet.

### 8.2 Etablering af hegn og småbiotoper

Etablering og rydning af hegn i det åbne land sker primært i Jylland på de lettere jorde. Etableringen medfører ændringer i den stående

kulstofmængde. Ved etablering af hegn kan der endvidere fjernes gamle hegn.

Nye hegn er ofte 3- eller 6-rækkede løvhegn. For tilvæksten i hegn er anvendt samme produktionsklasse over hele landet. Det er antaget, at hegnene og småbiotoperne opnår fuld størrelse (fuldvoksen) efter 25 år, hvorfor kun antal kilometer hegn og småbiotoper, der er etableret indenfor de sidste 25 år, skal angives, eller det af kommunen anvendte basisår. Tilvækstparameteren ( $\text{m}^3$  pr. år) er derfor  $1/25$  af den gennemsnitlige biomasse efter 25 år. Etableringer før dette skal ikke indgå i opgørelsen, hvorfor hegnstrejsningstallet skal opdateres årligt.

For fjernet hegn opgøres emissionen som den totale mængde der er fjernet det pågældende år samt hvor kraftige de er. Der er mulighed for at angive hhv. tynde, middel og kraftige hegn. Tynde hegn omfatter hegn med spredt bevoksning, middelhegn er hegn med en jævn og ikke så kraftig bevoksning, og kraftige hegn er fuldvoksne med en højde på 3-4 meter. Alternativt kan det angives, hvor meget flis der er fjernet. Hvis denne metode anvendes, skal antallet af kilometer ikke angives. Der skal kun angives mængden af ovenjordisk flis i  $\text{m}^3$ . Da etableringen af hegn og småbiotoper sker under meget forskellige vilkår, kan der ikke angives standardværdier

Tabel 8.1 Inddata til beregning af  $\text{CO}_2$  optag ved etablering af hegn og småbiotoper.

Inddata	Standardværdi
Etableret 3-rk hegn, km	-
Etableret 6-rk hegn, km	-
Biotoper anlagt, ha	-
Hegn fjernet, tynde, km	-
Hegn fjernet, middelkraftige, km	-
Hegn fjernet, kraftige, km	-
Hegn fjernet, flis $\text{m}^3$	-
Småbiotoper, fjernet, ha	-
Småbiotoper, fjernet, flis $\text{m}^3$	-

For etableringen af småbiotoper skal det angives, hvor mange ha småbiotoper der er etableret. For småbiotoperne er antaget en produktionsklasse på  $10,4 \text{ m}^3$  pr. ha pr. år.

### 8.3 Etablering af vådområder

Etablering af vådområder sker primært i ådale langs vandløb. En del af områderne er typisk på organisk jord, JB 7.

Det største bidrag til at reducere drivhusgasudslippet - ved at etablere vådområder - sker, når vådområderne etableres på dyrkede organiske jorde. Her standser etableringen nedbrydningen af det organiske stof samt den  $\text{N}_2\text{O}$ -dannelse der sker, når det organiske stof nedbrydes, kombineret med en opbygning af nyt organisk materiale i vådområdet. I vådområdet vil der blive dannet  $\text{CH}_4$  som modregnes drivhusgasregnskabet.



Ved etableringen vil en del af området enten være sø eller mose. I opgørelsen skal det angives, hvor meget af det etablerede område som er på landbrugsjord, idet det i opgørelsen kun inddrages effekten af ændringen i landbrugsjorden, og ikke en effekt af et område som tidligere har været udlagt som naturområde.

Ved etablering af sø antages det, at nedbrydningen af organisk stof standses, at der ikke sker nogen opbygning af organisk materiale og at der kun er et svagt udslip af CH<sub>4</sub>. For arealer som angives som deciderede vådområder ("gummistøvlevåde" moser) indregnes en årlig opbygning på 500 kg C pr. ha pr. år samt en emission på 20 kg CH<sub>4</sub> pr. ha pr. år.

Da vådområderne ofte er etableret for at mindske kvælstofudvaskningen, kan der ligeledes angives, hvor meget kvælstof der fjernes. Her skal angives den samlede mængde kg kvælstof for alle etablerede vådområder i kommunen.

I opgørelsen skal angives det samlede areal i de forskellige klasser, så længe vådområdet har den tiltænkte funktion. Der er ikke mulighed for at inddrage evt. tilgroning med krat, buske og træer i denne version.

Da etableringen af vådområder sker under meget forskellige vilkår, kan der ikke angives standardværdier.

Tabel 8.2 Inddata til beregning af emissioner/optag fra vådområder.

Inddata	Standardværdi
Total etableret hektar vådområder	-
Søareal før etablering, ha	-
Søareal efter etablering, ha	-
Landbrugsareal konverteret til vådområde, ha	-
Landbrugsareal konverteret til sø, ha	-
Landbrugsareal på organisk jord, JB7, ha	-
Fjernet kvælstof, i alt kg pr. år	-

## 8.4 Etablering af randzoner langs vandløb

Etablering af randzoner langs vandløb svarer næsten til etablering af vådområder. I beregningerne indgår ikke evt. søarealer og CH<sub>4</sub>-emissioner fra vådområder. Der er mulighed for at angive, at der sker en tilvoksning i randzonen med træer. Da der ikke kan sættes noget mål for bevoksningen i randzonen, skal bevoksningen angives som m<sup>3</sup> brugbart ved pr. ha og ikke som total biomasse. Ofte vil der dog ikke være nogen bevoksning i randzonen. Endvidere er det muligt at indsætte mængden af kvælstof fjernet af randzonen. I opgørelsen skal indgå det samlede areal med etableret randzone efter det valgte basisår. Da etableringen af randzoner sker under meget forskellige vilkår, kan der ikke angives standardværdier.

Tabel 8.3 Inddata til beregning af CO<sub>2</sub> optag fra etablering af randzoner.

Inddata	Standardværdi
Randzone, etableret, ha	-
Randzone, etableret på landbrugsjord, ha	-
Randzone, ha af landbrugsjord på JB7	-
Randzone, Gennemsnitlig træbevoksning, m <sup>3</sup> pr. ha	-
Randzone, fjernet kvælstof, totalt	-

## 8.5 Skovrejsning og afskovning

I opgørelsen inddrages kun effekten af skovrejsning og afskovning. Ændringer i den stående biomasse i etableret skov indgår ikke, idet det antages, at disse arealer er i ligevægt mellem tilvækst og hugst.

For skovrejsning anvendes fire kategorier: nåleskov, løvskov, blandet skov og lysåben skov. For alle fire kategorier skal angives det etablerede areal indenfor hhv. de sidste 50, 75, 60 og 60 år eller det valgte basisår, den gennemsnitlige produktionsklasse for kommunen for de pågældende træarter samt kronedækket. Produktionsklasser varierer mellem egne og jordtyper. Typiske produktionsklasser kan fås hos det lokale statsskovdistrikt. Produktionsklassen angiver den årlige tilvækst (m<sup>3</sup>) i salgbar ved pr. år. I modellen er der herudover inddraget biomasse i grene, kviste og rødder via transferfunktioner, de enkelte træarters gennemsnitlige densitet samt træets kulstofindhold.

Tilvæksten beregnes med en lineær model med en gennemsnitlig tilvækst indtil skoven betragtes som udvokset. Hvis man har oplysninger om den stående mængde salgbar ved for en given udvokset skovtype, fx nåletræ, kan man indirekte beregne produktionsklassen, ved at dividere mængden af salgbar biomasse med antallet af år, for at få en udvokset bestand. Sådanne oplysninger fås hos statsskovdistriktet. Herved kan man også ændre i antagelserne om, hvor mange år der er, til en bestand er fuldt udvokset. De angivne produktionsklasser er gennemsnitstal for Danmark, ligesom det angivne kronedække.

Ved afskovning angives den solgte mængde brugbare ved. Grene og rødder skal ikke angives, da de beregnes indirekte via transferfunktioner.

Tabel 8.4 Inddata til beregning af CO<sub>2</sub> optag fra skovrejsning.

Inddata	Standardværdier	
	Produktionsklasse	Kronedække
Nåleskov, ha	13	90
Løvskov, ha	9	90
Blandet skov, ha	7	90
Lysåben skov, ha	7	20

## 8.6 Arealanvendelse i bymæssige områder

Arealanvendelse i bymæssig bebyggelse omfatter parker, vejtræer, rydninger til etablering af nye bolig- og industriområder og infra-

strukturer, anvendelse af kvælstofholdige handelsgødninger i bymæssige bebyggelse, samt forbrug af spagnum og kalkning.

## 8.7 Parker

Ved parker forstås det samlede areal af arealer i kommunen omfattende egentlige parker, idrætsanlæg, små biotoper og lignende. Hvis man ikke er i stand til at angive det samlede areal, er det god praksis at definere, hvilke arealer der er inddraget i opgørelsen. Der er kun udarbejdet én Tier, hvor man angiver det samlede parkareal.

CO<sub>2</sub>-udslippet beregnes ved hjælp af op til fem arealklasser, arealet med græs, buske, træer < 8 meter, træer 8-16 meter og træer > 16 meter. For at simplificere beregningerne, beregnes ændringen i CO<sub>2</sub>-mængden ikke ved at anvende årlige tilvækstfaktorer for de forskellige arealklasser, som der anvendes for skov og hegn. I stedet beregnes ændringen i den stående biomasse, og dermed det bundne CO<sub>2</sub>, ved at ændre arealerne indenfor de forskellige klasser, som herefter ganges med en standardbiomassefaktor. Arealklasserne angives som arealet i hektar af den pågældende klasse opgjort ud fra kronedækket. For hver klasse angives arealet det foregående år og i indeværende år, hvor forskellen mellem de to år bestemmer ændringen. Er der ingen ændringer i det samlede areal, eller i kronedækket indenfor de enkelte klasser, er CO<sub>2</sub>-udledningen nul. Øges arealet, opnås en CO<sub>2</sub>-binding som vil blive krediteret - dog ikke for græs, som anses for CO<sub>2</sub>-neutral i denne sammenhæng. Da der ikke anvendes årlige tilvækstmodeller, udløses kreditten fx når man angiver, at nu er træerne i en given park vokset fra under 8 meter til klassen 8-16 meter.

Har man kun få oplysninger om parkarealets biomasse, bør man kun anvende simple arealopgørelser, som fx ved kun at angive hele arealet som buske og/eller træer < 8 m.

For arealer med græs er det antaget, at der ikke sker nogen ændring i den stående biomasse ved en ændring i arealet. For de øvrige klasser er angivet en standardstående biomasse i volumen pr. arealenhed (m<sup>3</sup> pr. ha) kronedække. Dette er som standard angivet til hhv. 40, 100, 150 og 400 m<sup>3</sup> pr. ha kronedække.

Den samlede CO<sub>2</sub>-mængde beregnes via biomasseekspansionsfaktorer og rod/top-forholdet.

## 8.8 Vejtræer

Nogle kommuner har registret antallet af solitære vejtræer. I denne opgørelse er det muligt at indregne ændringer i den stående CO<sub>2</sub>-mængde, ved at angive antallet af træer i indeværende år og forrige år i følgende klasser: antal formklippede, antal vejtræer < 8 meter høje, antal 8-16 meter høje og antal > 16 meter høje. I lighed med parker opnås kreditten for en øget stående biomasse, når man angiver, at træerne er blevet større og de derfor skifter klasse. For hvert træ er antaget en mængde stående salgbart ved, hhv. 0,3, 2, 4 og 8 m<sup>3</sup> pr.

træ. Den samlede CO<sub>2</sub>-mængde beregnes via biomasseekspansionsfaktorer og rod/top-forholdet.

## 8.9 Etablering af bymæssig bebyggelse og infrastruktur

Ved udstykninger og etablering af veje fjernes ofte biomasse og dermed frigøres der CO<sub>2</sub>. Det er her muligt at angive, hvor meget hegn der bliver fjernet – i samme klasser som ved hegnsfjerning – samt fjernelse af småbiotoper og skov (afsnit 8.2). Der kan angives både hektar og solgt ved, samt fjernet mængde stød og rødder i m<sup>3</sup>.

Hvis der etableres høj bebyggelse, skal dette ikke angives, da det antages, at der ikke vil være ny biomasse i dette område. For lav bebyggelse som medfører parcelhushaver, skal angives udstykningens samlede areal minus veje og parkanlæg. I parcelhuskvarterer forventes det, at der ved fuld etablering er en stående biomasse på 15 m<sup>3</sup> brugbart ved pr. ha. For parcelhuskvarterer anvendes ikke en tilvækstmodel, hvilket medfører, at der opnås fuld CO<sub>2</sub>-kredit for en stående biomasse i haverne. Dette medfører, at kun årets etableringer skal angives.

## 8.10 Spagnumforbrug

Brug af opgravet spagnum i kommunale anlæg, private haver og i drivhuse frigør CO<sub>2</sub>, fordi den anvendte spagnum normalt er lagret under våde forhold, hvor den ikke vil blive nedbrudt til CO<sub>2</sub>. Den samlede CO<sub>2</sub>-emission i Danmark, som følge af brugen af spagnum, udgør ca. 0,14 mio. tons CO<sub>2</sub> årligt.

Kompost fremstillet af organisk materiale anses i denne forbindelse som CO<sub>2</sub>-neutral, idet det antages at komposten er fremstillet af bl.a. haveaffald og træflis. Selve komposteringen kan dog frigøre små mængder af CH<sub>4</sub>, ligesom nedbrydningen i jorden vil frigøre N<sub>2</sub>O som følge af kompostens indhold af kvælstof. Dette indgår ikke i denne version af CO<sub>2</sub>-beregneren.

Spagnum opgraves i Danmark i Lille Vildmose eller importeres fra især Finland og Baltikum. Til beregningen skal angives forbruget i m<sup>3</sup> pr. år. Omregning til CO<sub>2</sub> sker via densiteten af spagnummet, dens vandindhold samt aske og kulstofindhold. Hertil kommer, at der dannes en smule N<sub>2</sub>O som følge af kvælstofindholdet i spagnummen.

Som standardværdi for forbruget i private haver kan, som tommelfingerregel, anvendes en værdi på 0,3 m<sup>3</sup> spagnum pr. 1000 m<sup>2</sup> parcelgrunde. Der findes ikke standardiserede oplysninger omkring arealet af parcelhushaver i Danmark.

Brugen af spagnum i kommercielle gartnerier er ikke tilgængelige. Spagnummet bruges primært i potteplanteproduktionen.

## 8.11 Handelsgødningsforbrug i kommunalt regi

Brug af handelsgødning giver N<sub>2</sub>O-emission. Der findes ikke opgørelser over det kommunale forbrug. Plantedirektoratet har i samarbejde med DMU skønnet det årlige forbrug i privat regi til 4,5 mio. kg N pr. år. Til brug for en opgørelse kan nedenstående standardværdier anvendes:

Tabel 8.5 Inddata til beregning af emission fra kommunalt forbrug af handelsgødning.

Inddata	Standardværdi	Bemærkning
Handelsgødning, pr. fodboldbane	120 kg N pr. ha pr. år	En standardfodboldbane er ca. 0,8 ha. Antallet af fodboldbaner pr. kommune kan evt. findes på <a href="http://www.loa-fonden.dk">www.loa-fonden.dk</a>
Handelsgødning, pr. golfbane	50 kg N pr. ha pr. år	En standardgolfbane omfatter ca. 30 ha gødet areal. Antallet af golfbaner pr. kommune kan evt. findes på <a href="http://www.loa-fonden.dk">www.loa-fonden.dk</a>
Handelsgødning, parker	100 kg N pr. ha pr. år gødet areal	
Handelsgødning, parcelhushaver	2 kg N pr. 1000 m <sup>2</sup> parcelhusgrund pr. år	Det er antaget at 20 % af parcelhusgrunden gødes.
Kalkforbrug, alle områder	100 kg CaCO <sub>3</sub> pr. ha pr. år	

Kommunens forbrug af handelsgødning indtastes som kg kvælstof pr. år og kalkforbrug som kg CaCO<sub>3</sub>.

## 9 Affaldsdeponi og spildevand

Affaldssektoren består af to overordnede underkategorier af betydning for drivhusgasemissioner; nemlig deponi af fast affald og spildevandsbehandling. Tier 1-metoderne i nærværende projekt tager udgangspunkt i de metoder som DMU anvender i forbindelse med DMU's årlige afrapportering af de nationale emissioner af drivhusgasser for Danmark. I de nationale opgørelser udgør affaldssektorens emissioner omregnet til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2006 1,9 % (se appendiks 5) og i 1990 2,2 % af national total.

For fast affald opgøres metan (CH<sub>4</sub>) fra deponier. For spildevandsbehandling opgøres CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra spildevandsbehandlingsprocesser samt fra udløbsspildevand. For de nationale opgørelser for 2006 udgør CH<sub>4</sub>-emissionen fra deponier, angivet i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, 77,5 % af affaldssektorens samlede emission i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter mod 86,2 % i 1990. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O-emissioner fra spildevand bidrager med 18,7 % og 3,8 % CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2006 mod 8,1 % og 5,7 % i 1990.

Aktivitetsdata for affaldssektoren til de nationale opgørelser er baseret på nationale statistiske data (Nielsen et al., 2008). For deponi anvendes data som indberettes til Miljøstyrelsens ISAG-database og som sammenfattes i den årlige Affaldsstatistik. Spildevandsbehandlingsdata trækkes fra Miljøstyrelsens opgørelser for kommunale og private anlæg. De nationale opgørelser fra spildevandsbehandling er eksklusiv et eventuelt betydeligt bidrag til CH<sub>4</sub>-emissionen fra industriens egen spildevandsbehandling. Udover emissioner fra selve spildevandsbehandlingen, er der et bidrag fra N<sub>2</sub>O-emission fra udledningsspildevand, som dækker udledninger fra særskilt industri, spredt bebyggelse, dambrug, og kommunale anlæg.

Til dette projekt benyttes for affaldssektoren til Tier 1-niveau de nationale opgørelser, hvor fordelingsnøglen til kommuneniveau er indbyggertallet for den pågældende kommune. Metoderne er beskrevet i afsnit 9.1.1 hhv. 9.2.1. Tier 1-metoderne bygger således helt konkret for deponier på estimerede affaldsmængder på landsplan, skaleret efter indbyggertallene for de enkelte kommuner og for spildevand samt landstotaler for emissioner skaleret efter indbyggertallene for de enkelte kommuner. De anvendte metoder på landsplan er beskrevet i Nielsen et al. (2008) samt i Thomsen & Lyck (2006).

Tier 2-niveau baseres på en opgørelse af den samlede mængde producerede affald hhv. spildevand indenfor den enkelte kommune. Tier 2-niveau er beskrevet i afsnit 9.1.2 hhv. 9.2.2. Tier 2-niveau vil for affaldsdeponering hhv. spildevandsbehandling trække på eksisterende afrapporteringsforpligtelser i affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2006) hhv. spildevandsbekendtgørelsen og Miljøbeskyttelsesloven (Miljøministeriet, 2007a og b).

Tier 3-niveau for affaldsdeponering såvel som for spildevandsbehandlingsprocesser kræver anlægsspecifikke input fra hver enkelt kommune. Beskrivelse heraf findes i afsnit 9.1.3 hhv. afsnit 9.2.3.

## 9.1 Deponering af affald

CH<sub>4</sub>-emission fra deponering af affald kommer fra anaerob nedbrydning af kulstof i det deponerede materiale. For nærmere beskrivelse heraf henvises til referencerne nederst i dette afsnit. Nedbrydningsprocessen foregår over tid og på en sådan måde, at der ved beregning af den aktuelle årlige emission indgår, ikke alene samme års deponerede affald, men også tidligere års deponerede affald. Metodemæssigt er der international tilslutning til, at denne proces, og de emissioner den afstedkommer, bedst håndteres med en 1.ordens eksponentiel henfaldsmodel, IPCC (2006). De danske nationale opgørelser baserer sig på en sådan model (Nielsen et al., 2008). Basis for udviklingen af denne model er blandt andet IPCC (1996).

Det har været væsentligt for udviklingen af den danske model, at den aktuelt og løbende baserer sig på nationale statistiske data som aktivitetsdata for affaldsmængder som afrapporteres til Miljøstyrelsen som følge af Affaldsbekendtgørelsen. Miljøstyrelsen udarbejder, på grundlag af denne indrapportering, hvert år en Affaldsstatistik for årlige affaldsmængder mv. (den seneste er Affaldsstatistik for 2006, Miljøstyrelsen, 2008). Denne statistik er referencen for aktivitetsdata for modellen. Modellen går tilbage med historiske og estimerede affaldsmængder til 1960. Estimerede mængder for affaldsmængder er nødvendige i år forud for det aktuelle år mellem 3 og 5 gange halveringstiden (IPCC, 2006). Halveringstiden er en central parameter i modellen. I den danske model anvendes halveringstiden 10 år.

Om modellen skal det yderligere nævnes, at den baserer sig på affaldsmængder inden for de affaldstyper som fremgår af Affaldsstatistikken, herunder de mængder heraf som går til deponering:

- Dagrenovation
- Storskrald
- Haveaffald
- Service
- Industri
- Bygge og anlæg
- Renseanlæg
- Kulfyrede værker

Modellen indeholder for hver af disse affaldstyper en sammensætning i affaldskategorier, for hvilke der foreligger undersøgelse af kulstofindholdet. På grundlag heraf er beregnet potentielle emissionsfaktorer for affaldstyperne. Den årlige potentielle emission udregnes med det pågældende års deponerede mængde. Det er de således udregnede potentielle emissioner der indgår i henfaldsmodellen. For nærmere beskrivelse af modellen henvises til den seneste danske nationale emissionsrapport (Nielsen et al., 2008). Da den potentielle emission er den emission, som over lang tid vil blive emitteret – på nær den udnyttede biogas og CH<sub>4</sub>-optaget i deponiets toplag (der regnes i modellen med 10 %) – kan der være situationer, hvor det er den potentielle emission der ønskes vurderet, fx i forhold til tiltag med reduktion af deponerede mængder affald.

### 9.1.1 Emissioner fra deponier, Tier 1

Tier 1-metoden er de nationale affaldsmængder for affaldstyper til deponering fordelt på indbyggertal. Tier 1-metoden tager således ikke hensyn til affaldets oprindelse. Endvidere vil der med Tier 1-metoden ikke blive taget hensyn til karakteristika for affaldsbehandling, affaldets sammensætning, anlægsspecifikke forhold, mv., hvor kommunen måtte være anderledes end landsplan. Endvidere fordeles i denne metode nationale tal fra Energistyrelsen for biogas fra deponier udnyttet til energiformål. I tabel 9.1 vises nationale CH<sub>4</sub>-emissioner for perioden 2000-2006. I tabel 9.2 vises de nationale tal for affaldsmængder og biogas som i Tier 1-metoden skal fordeles.

Tabel 9.1 Nationale CH<sub>4</sub>-emissioner fra deponier 2000-2006.

År	CH <sub>4</sub> Kt
2000	57,9
2001	57,6
2002	55,0
2003	56,1
2004	51,6
2005	49,7
2006	49,0

Tabel 9.2 Nationale affaldsmængder til deponier og udnyttelse af biogas 2000-2006.

År	Dag- renovation	Stor- skrald	Have- affald	Service Industri Bygge og Rense- Kulfyrede Biogas					Kt CH <sub>4</sub>	
				anlæg	anlæg	anlæg	anlæg	anlæg		udnyttet
Kt										
2000	85,0	264,0	7,0	152,0	611,0	269,0	94,0	0,0	11,0	
2001	50,0	180,0	3,0	150,0	583,0	260,0	64,0	10,0	10,0	
2002	37,0	161,0	4,0	137,0	520,0	229,0	48,0	38,0	11,2	
2003	24,0	143,0	4,0	131,0	379,0	170,0	55,0	60,0	7,9	
2004	11,0	132,0	5,0	140,0	452,0	172,0	42,0	46,0	11,0	
2005	12,0	165,0	5,0	152,0	352,0	208,0	35,0	28,0	11,5	
2006	13,0	156,0	6,0	152,0	375,0	204,0	39,0	31,0	10,8	

#### Tier 1-beregningsmetode

$$A_{t,k,y} = A_{t,DK,y} \cdot N_{ind,k,y} / N_{ind,DK,y}$$

Hvor A er parameteren til fordeling, t er den aktuelle parameter (affaldsmængder, biogas), N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

Modellens output - i form af nettoemissioner for 2000-2006 - vil ikke være særlig følsom for, hvilke data der anvendes for kommunens befolkning før fx 2000. Hvis ressourcer/prioriteringer tilsiger det, kan der derfor fx indsættes et fast forhold mellem national befolkning og kommunens befolkning for tiden før år x, hvor x er det første år i kommunens bestemmelse af tidsserie for befolkningstal og  $x < 2000$ . Hvis kommunesammenlægninger etc. yderligere giver vanskeligheder for estimering af befolkningstal, kan denne metode, med et fast forhold mellem kommunens befolkning og den nationale befolkning, eventuelt anvendes også for år efter år 2000.

### 9.1.2 Emissioner fra deponier, Tier 2

Tier 2-metoden er den danske model for nationale emissioner med kommunernes årligt deponerede mængde af affald fordelt på affalds-



typer som aktivitetsdata. Affaldsbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2006) indeholder bestemmelser om, at deponerede mængder affald bl.a. skal registres til indberetning i ISAG, med identifikation af hvilken kommune affaldet kommer fra. Biogasudnyttet opgøres som under Tier 1.

For denne metode gælder, som skrevet for Tier 1-metoden, at modellens output, i form af nettoemissioner for 2000-2006, ikke er særlig følsom for nøjagtigheden af data før år 2000. Hvis ressourcer/-prioriteringer tilsiger det - eller data ikke haves - kan der derfor fx indsættes et fast forhold mellem nationale affaldsmængder fordelt på affaldstyper og kommunens affaldsmængder, fordelt på affaldstyper for tiden før år  $y$ , hvor  $y$  er det første år i kommunens bestemmelse af tidsserie for affaldsmængder og  $y < 2000$ . Hvis kommunesammenlægninger m.v. yderligere giver vanskeligheder for estimering af affaldsmængder, kan denne metode, med et fast forhold mellem kommunens befolkning og den nationale befolkning, eventuelt anvendes også for år efter år 2000.

### **9.1.3 Emissioner fra deponier, Tier 3**

Tier 3-metoden adskiller sig fra Tier 2-metoden alene derved, at kommunen anvender data for biogasudnyttet på deponeringsanlæg beliggende i kommunen.

## **9.2 Spildevand**

CH<sub>4</sub>-emission fra spildevandsbehandling kommer fra anaerobe behandlingsprocesser på de kommunale renseanlæg, mens N<sub>2</sub>O kommer fra anaerobe såvel som aerobe behandlingsprocesser, hvorfor de i opgørelserne er inkluderet et mindre bidrag fra udløbsspildevandet (Thomsen & Lyck, 2005). Som resultat af vandmiljøplanerne er bidraget fra udløbsspildevand dog lavt sammenlignet med N<sub>2</sub>O-emissionen fra behandlingsprocesserne. De danske nationale opgørelser baserer sig på IPCC (1996) tilpasset forhåndenværende information om behandlingsprocesser på national skala (Thomsen & Lyck, 2005; Nielsen et al., 2008). Der er i nærværende metode ikke medtaget N<sub>2</sub>O-dannelse fra de 10 % af befolkningen som ikke er tilsluttet det kommunale kloaksystem. Ligeledes er et eventuelt bidrag til CH<sub>4</sub>-emission fra anaerob forbehandling af industrispildevand, forud for tilledning til det kommunale kloaksystem, ikke medtaget.

### **9.2.1 Emissioner fra spildevandsbehandling, Tier 1**

Tier 1-metoden er den nationale emission fra spildevandsbehandling fordelt på indbyggertal. Tier 1-metoden tager ikke hensyn til spildevandets oprindelse, karakteristika, anlægsspecifikke behandlingsprocesser samt ulige fordeling i industriens type hhv. bidrag til de kommunale renseanlæg. De nationale emissioner indeholder desuden bidrag fra ferskvands- og saltvandsdambrug, spredt bebyggelse, regnvandsbetingede udløb og særskilt industri. På Tier 1-niveau tages der ikke hensyn til en geografisk ujævn fordeling af kilder i opgørelse af CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-emissioner på kommuneniveau. Den nationale emission

fordeles således udelukkende efter antal indbyggere i kommunen. I tabel 9.3 vises CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-emissionerne for perioden 2000-2006.

Tabel 9.3 Nationale emissioner fra spildevandsbehandling 2000-2006.

År	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
	Gg	Gg
2000	0,21	10,34
2001	0,18	11,02
2002	0,19	14,78
2003	0,16	14,30
2004	0,17	13,08
2005	0,16	12,45
2006	0,16	11,82

#### Tier 1-beregningsmetode

$$E_{i,k,y} = E_{DK,i,y} \cdot \frac{N_{indb.k,y}}{N_{indb.DK,y}}$$

Hvor i= emissionskomponenten (N<sub>2</sub>O hhv. CH<sub>4</sub>), N = antal indbyggere, k = kommune, y = år.

#### 9.2.2 Emissioner fra spildevandsbehandling, Tier 2

Fra 2007 overtog kommunerne myndighedsrollen for kommunale renseanlæg og dermed dataansvaret for en række spildevandsdata, fastlagt i dataansvarsaftalen mellem KL, regionerne og Miljøministeriet (Miljøministeriet, Danske Regioner og KL, 2006). Data afrapporteres af kommunerne selv ([www.miljøportalen.dk](http://www.miljøportalen.dk)). På Tier 2-niveau anvendes kommunespecifikke data, mens emissionsfaktorerne vil være de nationale estimerede gennemsnit (Nielsen et al., 2008).

#### 9.2.3 Metanemissioner fra spildevandsbehandlingsprocesser

Emissionsfaktoren (EMF) for CH<sub>4</sub>-emissionen fra spildevandsbehandling er givet ved

$$EMF = B_o \cdot MCF$$

hvor EMF er emissionsfaktoren, B<sub>o</sub> er den maksimale CH<sub>4</sub>-produktion og MCF er den fraktion af spildevandsslammet som behandles anaerobt. På Tier 2-niveau antages det, at for den fraktion af slammet som behandles anaerobt, foregår processen 100 % anaerobt, hvilket betyder, at der ikke beregnes vægtede CH<sub>4</sub>-omdannelsesfaktorer for de enkelte trin i spildevandsbehandlingsprocesserne.

Den maksimale CH<sub>4</sub>-produktion, B<sub>o</sub>, sættes lig 0,6 kg CH<sub>4</sub> pr. kg BI, hvor BI er det biologiske iltforbrug; en generisk værdi for europæiske lande taget fra gældende IPCC guidelines (IPCC, 1996). Den fraktion af spildevandsslammet (målt i vådvægt) som behandles anaerobt er estimeret til at være 43 % på landsplan (Thomsen & Lyck, 2005). Den nationale emissionsfaktor er herudfra estimeret til at være 0,26 kg CH<sub>4</sub> pr. kg BI ifølge ovenstående ligning.

Brutto-CH<sub>4</sub>-emissionen fra spildevandsbehandling beregnes herefter ud fra kendskab til den totale mængde af organisk nedbrydeligt materiale (*TOM*) i indløbsspildevandet målt som *BI*:

$$E_{Brutto,k} = EMF_{Brutto} \cdot TOM_{Indlob,k}$$

hvor  $EMF_{Brutto}$  er en landsgennemsnitlig emissionsfaktor som har værdien 0,26 kg CH<sub>4</sub> pr. kg *BI* og  $TOM_{Indlob,k}$  er summen af organisk nedbrydeligt materiale i indløbsspildevandet til kommunens private, industrielle og kommunale renseanlæg.

Efter endt spildevandsbehandling indeholder restproduktet spildevandsslam stadig et CH<sub>4</sub>-produktionspotentiale, som derfor skal fratrækkes den beregnede bruttoemission. Slutdisponering af slam opdeles i forskellige kategorier som forbrænding, biogasproduktion og genanvendelse.

Det CH<sub>4</sub>-potentiale som opsamles og anvendes til bioenergi, er medtaget i emissionsopgørelserne for energisektoren, hvorfor dette bidrag også skal fratrækkes brutto-CH<sub>4</sub>-emissionen for spildevandsbehandling. Det samme gælder den mængde spildevandsslam som sendes til forbrænding, idet denne fraktions bidrag til den samlede CO<sub>2</sub>-emission ligeledes er medtaget under energisektoren under affaldsforbrænding med energiproduktion.

Der er p.t. intet kendskab til CH<sub>4</sub>-potentialet i sludslammet, hvorfor et videnskabeligt undersøgt CH<sub>4</sub>-potentiale (Thomsen & Lyck, 2005) for biogasproduktions anvendes til beregning af det samlede ikke-emitterede CH<sub>4</sub>-potentiale i sludslammet. For en bestemmelse af det CH<sub>4</sub>-potentiale som i realiteten ikke emitteres, anvendes en CH<sub>4</sub>-produktionskapacitet (*MMPK*) svarende til den beregnede CH<sub>4</sub>-gas, som det er muligt at udvinde ved biogasemission:

$$MPEG_{n,y} = \sum_{n=1}^{n=i} EG_{n,k,y} \cdot MMPK$$

hvor *MPEG* er det samlede CH<sub>4</sub>-potentiale som ikke emitteres, *EG* er mængden af sludslam som anvendes til energiproduktion og anden genanvendelse, *MMPK* (den maksimale CH<sub>4</sub>-produktionskapacitet) er CH<sub>4</sub>-potentialet i slutdisponeringskategorier, n=1 til *i* og *y* = år. På Tier 2-niveau anvendes samme *MMPK*-faktor for alle slutdisponeringskategorier svarende til *MMPK*-værdien for produktion af biogas som er estimeret til at være 214,5 kg CH<sub>4</sub> pr. ton sludslam i tørvægt (Thomsen & Lyck, 2005). *EG* er på Tier 2-niveau en sum over slutdisponeringskategorierne.

Nettoemissionen af CH<sub>4</sub> fra spildevandsbehandling beregnes ved at fratrække det ikke emitterede CH<sub>4</sub>-potentiale fra den beregnede bruttoemission:

$$E_{Netto,k,y} = (E_{brutto,k,y} - MPEG_{k,y})$$

hvor *MPEG* er det samlede CH<sub>4</sub>-potentiale som ikke emitteres, *k* = kommune, *y* = år

#### 9.2.4 Lattergasemissioner fra spildevandsbehandlingsprocesser

Emissionen af N<sub>2</sub>O fra spildevandsbehandling har lidt flere niveauer sammenlignet med CH<sub>4</sub>. Dette skyldes, at CH<sub>4</sub> kun dannes under anaerobe forhold, mens N<sub>2</sub>O emitteres både fra de direkte behandlingsprocesser på anlægget, men også fra udløbsspildevandet hvor der sker en N<sub>2</sub>O-frigivelse til luften.

Emissionsfaktoren for N<sub>2</sub>O-emission fra behandlingsprocesserne på rensesanlæggene har indtil videre været angivet i enheden g N<sub>2</sub>O pr. indbygger i den nationale opgørelse. Emissionsfaktoren er en gennemsnitlig national emissionsfaktor, som antages at gælde for lande med en høj teknologisk udviklet renseteknik som fx er gældende i Danmark. Grundet den stigende tilslutning af industrielt spildevand til det kommunale kloaksystem, er der anvendt en korrektionsfaktor for det øgede kvælstof i indløbsspildevandet (Thomsen & Lyck, 2005; Nielsen et al., 2008). N<sub>2</sub>O-emissionen fra spildevandsbehandlingsprocesserne har været stigende fra 1990 til 2004, hvorefter det industrielle bidrag er vurderet konstant (Thomsen & Lyck, 2005). Den nationale emissionsfaktor er sat lig 10,8 g N<sub>2</sub>O pr. indbygger ved et konstant bidrag til indløbsspildevandets organiske materiale på 41 %. Emissionen af N<sub>2</sub>O fra spildevandsbehandlingsprocesserne beregnes ud fra følgende simple ligning:

$$E_{N_2O, \text{spildevandsbehandling}, k, y} = N_{k, y} \cdot F_k \cdot EMF_{\text{spildevandsbehandling}, k, y}$$

hvor  $k$ =kommune,  $y$ =år,  $F=0.9$  som et landsgennemsnit for fraktionen af befolkningen som er tilsluttet det kommunale kloaksystem,  $EMF=10,8$  g N<sub>2</sub>O pr. indbygger.

Metoden er p.t. er under revision, idet emissionsfaktoren søges estimeret ud fra forbedret datatilgængelighed som tillader en massebalance for kvælstof på rensesanlæggene – dermed en national emissionsfaktor, som er baseret på indberettede måledata, og som er antaget værende repræsentative for hele landet. Den mere dybdegående analysedel indeholder informationer om anlægskarakteristika med henblik på at belyse disses indvirkning på den beregnede emissionsfaktor (se Tier 3).

#### 9.2.5 Lattergasemissioner fra udløbsspildevandet

Til estimering af emissionen af N<sub>2</sub>O fra udløbsspildevandet anvendes en generel emissionsfaktor angivet i IPCC guidelines (IPCC, 1996). Den samlede N-udledning opdeles i særskilt industri, regnvandsbetingede udløb, spredt bebyggelse, salt- og ferskvandsdambrug samt kommunale spildevandsanlæg. Den samlede emission fra udløbsspildevand estimeres ud fra følgende ligning:

$$E_{N_2O, \text{udløbsspildevand}, k} = \sum_{n=1}^{n=i} D_{N, k} \cdot EMF_{N, \text{udløbsspildevand}, DK} \cdot \frac{M_{N_2 O}}{2M_N}$$

hvor  $D_N$  er mængde udledt N for forskellige udledere  $n=1$  til  $n=i$ . Emissionsfaktoren,  $EMF_{N, \text{udløbsspildevand}} = 0,01$  kg N<sub>2</sub>O-N pr. kg spildevand

vands-N. Masseforholdet  $\frac{M_{N_2O}}{2M_N} = 44/28$  ganges på for at ændre enheden for den samlede emission til masse  $N_2O$ .

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram for vandmiljøet og naturen, eksisterer der oplysninger for de ca. 100 industrivirksomheder, der har egne direkte udledninger. Opgørelser af disse særskilte udledninger følges af fagdatacentret for punktkilder, og de offentliggøres hvert andet år fra By- og Landskabsstyrelsen (tidligere årligt fra Miljøstyrelsen). Ligeledes kan man finde data om udledninger af organisk materiale og kvælstof fra sådanne punktkilder hos Danmarks Statistik.

Industriens samlede spildevandsudledninger er dog ikke kendt, ligesom oplysninger om et emissionsbidrag fra industriens spildevandsbehandlingsprocesser på egne anlæg er ukendte.

Kommunernes fremtidige afrapporteringsdatabase er via miljøportalen. Databasen for spildevand er p.t. under ombygning, og adgang til den ny database vil øge tilgængelighed af et mere komplet og detaljeret datagrundlag. Der arbejdes p.t. i DMU-regi på anvendelsen af denne datatilgang i en forbedring af bl.a. emissionsfaktorer for  $N_2O$ , en mere komplet opgørelse af spildevandsudledninger fra særskilt industri, samt en mere kvantitativ og komplet opgørelse over industrielle tilledninger til det kommunale kloaksystem.

### 9.2.6 Emissioner fra spildevandsbehandling, Tier 3

$CO_2$ -beregneren indeholder ikke en Tier 3-metode, men der er i dette afsnit anført en række overvejelser med henblik på, hvorledes anlægsspecifikke data kunne indarbejdes i en Tier 3-metode.

Tier 3-niveau for renseanlæg kræver anlægsspecifikke målinger af emissionsfaktorer ligesom detaljerede oplysninger om kommunens industrielle hhv. husholdnings- og institutionsbidrag til spildevandsproduktion kræves inkluderet.

Tier 3-niveau kræver endvidere information om anlægsspecifikke behandlingsprocesser; bl.a. det tilbageværende  $CH_4$ -potentiale efter hvert trin i behandlingsprocessen.

For  $N_2O$  kræves en fuld massebalance for kvælstof i indløbs-, udløbsspildevand og slutslammet fra behandlingsprocesserne for det enkelte renseanlæg.

I relation til emissioner fra spildevandsbehandling vil der blive lagt vægt på en mere fuldkommen belysning og kvantificering af andelen af industrispildevand til de enkelte kommunale renseanlæg. Ligeledes vil data for spildevandsbehandlingsprocesser for særskilte industrielle rensningsanlæg skulle kvantificeres.

### 9.2.7 Kommentarer til metoden

Tier 1-niveauet kan alene forventes at give et groft overslag over en kommunes emissioner fra spildevand. Metoden med fordeling af emissioner svarende til en national emission vægtet med befolkningstallene for de enkelte kommuner vil ikke kunne gengive den centralisering og opgradering af de eksisterende spildevandsanlæg foretaget i den enkelte kommune og iværksat på baggrund af vandmiljøplanen.

Tier 2-niveauet vil afspejle forskelle som kan forklares ved varierende antal industrier, typer af industrier og dermed en tilsvarende variation i det totale bidrag fra spildevandsbehandling. Hvorvidt der bør anvendes en fordelingsnøgle der vægter industriens bidrag ensartet over hele landet, afhænger lidt af formålet med opgørelsen. I virkemiddeløjemed kan det være en stor fordel at opgøre bidraget fra industri- hhv. husholdningsspildevand til de kommunale renseanlæg særskilt. Således at eventuelle teknologiske og procesrelaterede ændringer med positiv indflydelse på emissionerne synliggøres i højere grad.

En sådan særskilt opgørelse kan realiseres på Tier 2 og ikke mindst på Tier 3. Tier 3 indeholder muligheden for forbedring af virksomhedsspecifikke emissionsopgørelser via dokumentation af monitorerede aktivitetsdata såvel som emissionsfaktorer. Sådanne dokumenterede størrelser er påkrævet på Tier 3-niveau, og således kan Tier 3 tænkes at være et potentielt virkemiddel til optimering af genanvendelse og minimering af processpildevand indenfor den industrielle sektor.

Såfremt formålet med Tier 3 er at måle den enkelte kommunes tiltag til forbedringer, det vil sige relative ændringer i den samlede emission fra år til år, vil en sådan fokus blive mest synlig ved brug af en geografisk opgørelse af kilder og tilhørende emissioner. En særskilt opgørelse af husholdningsspildevand som er baseret på den samlede mængde for organisk materiale i indløbsspildevandet, fratrukket det industrielle bidrag, vil endvidere muliggøre en sammenligning af et gennemsnitligt emissionsbidrag pr. indbygger. For kommuner, som i sådanne tilfælde afviger signifikant fra den gennemsnitlige værdi, kan mulige årsager være fx indsivning, overløbshændelser og utætheder i kloaksystemet.

Tier 3 tænkes at indeholde måledata og informationer som skitseret nedenfor. Eksempler kunne være en kvantitativ kortlægning af:

- Kvælstof-udledninger fra alle punktkilder i kommunen samt spredt bebyggelse.
- Industrielle spildevandsbehandlingsanlæg og tilhørende CH<sub>4</sub>-emissioner.
- Tilbageværende CH<sub>4</sub>-potentialer som funktion af behandlingstrin og processer på anlæggene samt i slutslammet fra de enkelte anlæg.
- Spildevandsbelastninger fordelt på industrielle tilledninger og spildevandstyper, samt beregning af en vægtet emissionsfaktor for den samlede spildevandssammensætning for centraliserede anlæg.

## 10 Fremtidige opdateringer og forbedringer

Som redegjort for i indledningen af denne rapport, medfører rapporteringsfristerne for de danske nationale drivhusgasudledninger, at år 2006 er lagt til grund for arbejdet i dette projekt, da 2006 er det seneste år, som der foreligger danske nationale data for. Dette gælder for såvel data for nationale udledninger af drivhusgasserne som for emissionsfaktorer. Dette giver i sig selv anledning til, at der er behov for opdateringsprojekter, idet nationale metoder samt data for udledninger og emissionsfaktorer er integreret i CO<sub>2</sub>-beregneren. Mange emissionsfaktorer i de nationale opgørelser opdateres i de årlige opgørelser. Endvidere revurderes metoder i lyset af ny viden med henblik på introduktion i de nationale opgørelser.

Det er første gang i Danmark, at metoder og data - hørende til beregninger af drivhusgasudledninger på landsplan - er udnyttet til beregninger på kommuneniveau. Det er derfor naturligt, at der allerede på tidspunktet for dette projekts afslutning, kan peges på forbedringsprojekter og -muligheder. Hertil kommer at metodeudviklingen - under den givne tidsplan og de givne ressourcer - løbende har skullet tilpasses udviklingen af CO<sub>2</sub>-beregneren, kommunernes adgang til data og diskussioner med kommunerne. I rækkefølge af rapportens metodekapitler kan peges på følgende udvidelser og forbedringer:

Kollektiv el- og varmforsyning. Der vil på et tidspunkt kunne gennemføres en forbedring ved at ændre fordelingsmetoden mellem el og varme, således at der opnås konsistens mellem Tier 1 og Tier 2.

Individuel opvarmning. Det vil være en forbedring at implementere en Tier 3-model, der vil muliggøre estimering af CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

Mobile kilder. For mobile kilder vil der være muligheder for en række forbedringer. Således vil fx en Tier 3-metode for flytrafik kunne endelig implementeres og vedrørende togtrafik vil kunne tages i anvendelse en opdateret liste for de togtyper der bruges i dagens trafik.

Industri. Emissioner som følge af forbrug af F-gasser, som indgår i de nationale opgørelser, er ikke medtaget i CO<sub>2</sub>-beregneren. F-gasser anvendes til private og erhvervsmæssige formål. Kortlægningen på landsplan foregår ud fra oplysninger fra Danmarks Statistik om import/eksport af F-gasser samt import/eksport af produkter indeholdende F-gasser, importører/eksportører, brugere af gasserne (til fx køleanlæg) samt anvendelse af modeller for tab under påfyldning og årlig afdampning fra den akkumulerede mængde F-gasser. Disse metoder kan ikke umiddelbart overføres til kommunalt niveau, men det vil kunne overvejes, om der kan udvikles metoder der er anvendelig på kommunalt plan.

Opløsningsmidler. Tier 2-metoden baseret på antallet af virksomheder inden for de pågældende sektorer i kommunen, som beskrevet i

denne rapport, kan implementeres i fremtidige udgaver af CO<sub>2</sub>-beregneren.

Landbrug. For landbrug vil der være muligheder for en række forbedringer. Specifikation og prioritering heraf vil kunne ske efter en nærmere diskussion med kommunerne.

Arealanvendelse. I rapporten er medtaget en Tier 1-metode som ikke er med i CO<sub>2</sub>-beregneren.

Deponi. Tier 2 og 3. Der er ny viden om de halveringstider hvormed deponeret affald henfalder. Den udviklede metoder anvender 10 år som halveringstid for alle affaldstyper. Den nye viden kunne udnyttes til videreudvikling af metoderne, således at forskellig halveringstid anvendes for forskellige affaldstyper. Endvidere anvender metoden en middelværdi for affaldsmængder for et årti. For 2000'erne bevirker dette, at viden om affaldsmængder for et enkelt år skal indgå i estimering af middelværdien for 2000'erne. Det vil være en forbedring om det enkelte (aktuelle) år kunne anvendes.

Spildevand. Den udviklede CO<sub>2</sub>-beregner indeholder ikke en Tier 3-metode for spildevand. I afsnit 9.2.3 er der gjort en række overvejelser til forbedrede estimater for spildevand, ved i en forbedret metode (her kaldet en Tier 3-metode) at inddrage anlægsspecifikke data fra renseanlæg mv. Der henvises til dette afsnit.

Virkemidler. Der kan forudses behov for, at der ved udarbejdelse af (nye) virkemidler sikres, at disse indvirker på emissioner i overensstemmelse med opdaterede metoder for emissionsberegninger eller at metoder til det pågældende virkemiddel nyudvikles.

Andre tiltag med afledte effekter for emissioner. Der er en række tiltag og projekter, hvor det primære for iværksættelse ikke er emissionsreduktioner, men hvor der er konsekvenser for emissioner. Her kan fx nævnes naturgenopretningsprojekter, hvor projekter med øgede vådområder har indflydelse på drivhusgasudledningen. Også dette vil der kunne udarbejdes metoder for i CO<sub>2</sub>-beregneren.

Bygge- og anlæg. Ethvert bygge- og anlægsprojekt vil i forbindelse med udførelsen have en konsekvens med emissioner som følge af aktiviteten. Dette er ikke umiddelbart muligt at indarbejde i CO<sub>2</sub>-beregneren, men beregninger af emissioner i den forbindelse vil kunne opbygges på baggrund af de nationale opgørelser.



## 11 Referencer

Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations, Brüssel, 1999.

EMEP/CORINAIR, 2007: Emission Inventory Guidebook 3<sup>rd</sup> edition, prepared by the UNECE/EMEP Task Force on Emissions Inventories and Projections, 2007 update. Tilgængelig via [http://reports.eea.europa.eu/EMEP\\_CORINAIR5/en/page002.html](http://reports.eea.europa.eu/EMEP_CORINAIR5/en/page002.html) (29-02-2008).

Energinet.dk, 2008: Miljørapport 2008, Baggrundsrapport. Samt tidligere versioner. Alle tilgængelige fra Energinet.dk's hjemmeside.

IPCC, 2006, 2006: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Tilgængelig via [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_0\\_Cover.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_0_Cover.pdf)

IPCC, 1996: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Prepared by JT Houghton, LG Meira Filho, B Lim, K Treanton, I Mamaty, Y Bonduki, DJ Griggs and BA Callender (Eds).

Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008a: Dataindsamling, CO<sub>2</sub>-beregning. Vejledning. Rapport udarbejdet af COWI A/S.

Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008b: It-programmet, CO<sub>2</sub>-beregning. Vejledning. Rapport udarbejdet af COWI A/S.

Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008c: Kom godt i gang med CO<sub>2</sub>-beregning. Vejledning. Rapport udarbejdet af COWI A/S.

Klima og Energiministeriet og Kommunernes Landsforening, 2008d: Virkemiddelkatalog, CO<sub>2</sub>-beregning. Vejledning. Rapport udarbejdet af COWI A/S.

Miljøministeriet, Danske Regioner & KL, 2006: Miljøforvaltning 2007. Dataansvarsaftale. Projekt kommunalreformens forvaltningsgrundlag og digital forvaltning på miljøområdet. Tilgængelig via [http://www.miljoportal.dk/NR/rdonlyres/0CB998A6-A949-4C15-BC17-793B33FF9AD4/0/Dataansvarsaftale\\_vers60.pdf](http://www.miljoportal.dk/NR/rdonlyres/0CB998A6-A949-4C15-BC17-793B33FF9AD4/0/Dataansvarsaftale_vers60.pdf)

Miljøministeriet, 2006: Affaldsbekendtgørelsen. Tilgængelig via <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13022>

Miljøministeriet, 2007: Miljøbeskyttelsesloven. Tilgængelig via

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13072>

Miljøministeriet, 2007: Spildevandsbekendtgørelsen. Tilgængelig via <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=113752>

Miljøstyrelsen, 2008: Affaldsstatistik 2006. Tilgængelig via <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2008/978-87-7052-753-8/pdf/978-87-7052-754-5.pdf>

Møller, S. 1995: VOC reduktionsplan - Udarbejdelse af Plan for Nedbringelse af Emissionen af Flygtige Organiske Stoffer (VOC) i Danmark frem til år 2000. Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik. Arbejdsrapport nr. 50 fra Miljøstyrelsen, 1995.

Nielsen, O.-K., Lyck, E., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkærne, S., Winther, M., Nielsen, M., Fauser, P., Thomsen, M., Plejdrup, M.S., Illerup, J.B., Sørensen, P.B. & Vesterdal, L. 2008: Denmark's National Inventory Report 2008 - Emission Inventories 1990-2006 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 701 pp. – NERI Technical Report no. 667. Tilgængelig via <http://www.dmu.dk/Pub/FR667.pdf>

SPIN, 2007: Substances in Preparations in Nordic Countries. Tilgængelig via <http://www.spin2000.net/spin.html> (01-06-2007).

Thomsen, M. & Lyck, E. 2005: Emission of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from wastewater treatment plants (6B). NERI Research Note No. 208. Tilgængelig via [http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_arbrapporter/rapporter/AR208.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/rapporter/AR208.pdf) (01-03-2008).

Transportministeriet, 2004: TEMA2000 - et værktøj til at beregne transporters energiforbrug og emissioner i Danmark. Teknisk rapport. Tilgængelig via <http://www.trm.dk/sw664.asp>

Winther, M. 2001a: 1998 Fuel Use and Emissions for Danish IFR Flights. Environmental Project no. 628, 2001. 112 p. Danish EPA. Prepared by the National Environmental Research Institute, Denmark. Tilgængelig via <http://www.mst.dk/udgiv/Publications/2001/87-7944-661-2/html/>

Winther, M. 2001b: Improving fuel statistics for Danish aviation. National Environmental Research Institute, Denmark. 56 p. – NERI Technical Report No. 387.

Winther, M. & Nielsen O. 2006: Fuel use and emissions from non-road machinery in Denmark from 1985-2004 - and projections from 2005-2030. Environmental Project 1092. The Danish Environmental Protection Agency. 238 pp. Tilgængelig via <http://www.mst.dk/udgiv/Publications/2006/87-7052-085-2/pdf/87-7052-086-0.pdf>

Winther, M. 2008a: Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990-2005 - and projections from 2006-2030. Technical Report from NERI no. 650. 109 pp. Tilgængelig via <http://www2.dmu.dk/Pub/FR650.pdf>

Winther, M. 2008: Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 219 pp. – NERI Technical Report No. 686. Tilgængelig via <http://www2.dmu.dk/Pub/FR686.pdf>

## Appendiks 1

De danske nationale opgørelser for drivhusgasser for år 2006 er i denne tabel sat i relation til den danske nationalemission (ekskl. skov og arealanvendelse). Til denne illustration af de danske drivhusgas-emissioner er anvendt et af standardafleveringsformaterne til klimakonventionen, hvor aggregerede emissioner vises på oversigtsform (Summary 2-tabellen). De såkaldte notation keys der forekommer i tabellen betyder i dansk oversættelse: NA: ikke relevant, NO: forekommer ikke, NE: ikke estimeret; IE: inkluderet andetsteds (i opgørelserne).

**SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS**

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2006

Submission 2008 v1.1

DENMARK

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs <sup>(2)</sup>	PFCs <sup>(2)</sup>	SF <sub>6</sub> <sup>(2)</sup>	Total
	CO <sub>2</sub> equivalent relative to National Total (National total=1000)						
<b>Total (Net Emissions)<sup>(1)</sup></b>	<b>812</b>	<b>80</b>	<b>95</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1000</b>
<b>1. Energy</b>	<b>813</b>	<b>9</b>	<b>7</b>				<b>829</b>
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	807	7	7				821
1. Energy Industries	429	3	2				435
2. Manufacturing Industries and Construction	82	0	1				83
3. Transport	195	0	2				198
4. Other Sectors	99	3	2				103
5. Other	2	0	0				2
B. Fugitive Emissions from Fuels	6	1	0				7
1. Solid Fuels	NA,NO	NA,NO	NA,NO				NA,NO
2. Oil and Natural Gas	6	1	0				7
<b>2. Industrial Processes</b>	<b>23</b>	<b>IE,NA,NO</b>	<b>IE,NA,NO</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
A. Mineral Products	23	IE,NA	IE,NA				23
B. Chemical Industry	0	NA,NO	NA,NO	NA	NA	NA	0
C. Metal Production	NA,NO	NA,NO	NO	NA,NO	NO	NA,NO	NA,NO
D. Other Production	NE						NE
E. Production of Halocarbons and SF <sub>6</sub>				NA,NO	NO	NO	NA,NO
F. Consumption of Halocarbons and SF <sub>6</sub> <sup>(2)</sup>				12	0	1	13
G. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3. Solvent and Other Product Use</b>	<b>1</b>		<b>1</b>				<b>2</b>
<b>4. Agriculture</b>		<b>53</b>	<b>87</b>				<b>140</b>
A. Enteric Fermentation		38					38
B. Manure Management		15	8				23
C. Rice Cultivation		NO					NO
D. Agricultural Soils <sup>(3)</sup>		NE,NO	79				79
E. Prescribed Burning of Savannas		NA	NA				NA
F. Field Burning of Agricultural Residues		NA,NO	NA,NO				NA,NO
G. Other		NA	NA				NA
<b>5. Land Use, Land-Use Change and Forestry<sup>(1)</sup></b>	<b>-26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>-26</b>
A. Forest Land	-40	NO	NO				-40
B. Cropland	13	NA	NA				13
C. Grassland	1	NA	NA				1
D. Wetlands	0	0	0				0
E. Settlements	NA,NE	NA,NE	NA,NE				NA,NE
F. Other Land	NA,NE	NA,NE	NA,NE				NA,NE
G. Other	NO	NO	NO				NO
<b>6. Waste</b>	<b>IE,NA,NE,NO</b>	<b>19</b>	<b>1</b>				<b>19</b>
A. Solid Waste Disposal on Land	NA,NE,NO	15					15
B. Waste-water Handling		4	1				4
C. Waste Incineration	IE	IE	IE				IE
D. Other	NO	NO	NO				NO
<b>7. Other (as specified in Summary 1.A)</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
<b>Memo Items:<sup>(4)</sup></b>							
<b>International Bunkers</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>89</b>
Aviation	38	0	0				38
Marine	50	0	1				51
<b>Multilateral Operations</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>				<b>NO</b>
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>	<b>163</b>						<b>163</b>
Total CO <sub>2</sub> Equivalent Emissions without Land Use, Land-Use Change and Forestry							1026
Total CO <sub>2</sub> Equivalent Emissions with Land Use, Land-Use Change and Forestry							1000

<sup>(1)</sup> For CO<sub>2</sub> from Land Use, Land-use Change and Forestry the net emissions/removals are to be reported. For the purposes of reporting, the signs for removals are always negative (-) and for emissions positive (+).

<sup>(2)</sup> Actual emissions should be included in the national totals. If no actual emissions were reported, potential emissions should be included.

<sup>(3)</sup> Parties which previously reported CO<sub>2</sub> from soils in the Agriculture sector should note this in the NIR.

<sup>(4)</sup> See footnote 8 to table Summary 1.A.

## Appendiks 2

Tabel A2.1 CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer 2006, kg pr. GJ

Brændsel	Emissionsfaktor		Reference	IPCC fuel Category
	Biomasse	Fossil		
Kul		95	Country specific	Solid
Brun kul briketter		94,6	IPCC reference manual	Solid
Koks		108	IPCC reference manual	Solid
Petroleums-koks		92	Country specific	Liquid
Træ	102		Corinair	Biomass
Affald	94,5	17,6	Country specific	Biomass / Other fuels
Halm	102		Country specific	Biomass
Fuelolie		78	Corinair	Liquid
Gas/dieselolie		74	Corinair	Liquid
Petroleum		72	Corinair	Liquid
Fiskeolie/rapsoolie	74		Country specific	Biomass
Orimulsion		80	Country specific	Liquid
Naturgas		56,78	Country specific	Gas
LPG		65	Corinair	Liquid
Raffinaderigas		56,9	Country specific	Liquid
Biogas	83,6		Country specific	Biomass

Tabel A2.2 Tidsserie for CO<sub>2</sub> emissionsfaktor for naturgas, kg pr. GJ

År	CO <sub>2</sub> emissionsfaktor
1990-1999	56,9
2000	57,1
2001	57,25
2002	57,28
2003	57,19
2004	57,12
2005	56,96
2006	56,78

## Appendiks 3

NACE koder til inddeling af anvendte mængder af enkeltkemikalier i industrier, brancher og husholdninger. I SPIN-databasen er mængden af hvert kemikalie inddelt i NACE koder.

---

Industrial Use (NACE)  
Agriculture and horticulture  
Forestry  
All kinds of activities  
Manufacture of food products and beverages  
Manufacture of textiles  
Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur  
Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery, harness and footwear  
Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials  
Manufacture of pulp, paper and paper products  
Publishing, printing and reproduction of recorded media  
Manufacture of chemicals and chemical products  
Manufacture of rubber and plastic products  
Manufacture of other non-metallic mineral products  
Manufacture of basic metals  
Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment  
Manufacture of machinery and equipment  
Manufacture of electrical and optical equipment  
Manufacture of electrical machinery and apparatus  
Manufacture of radio, television and communication equipment  
Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks  
Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers  
Manufacture of other transport equipment n,e,c,  
Manufacture of furniture; manufacturing n,e,c,  
Construction  
Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of automotive fuel  
Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles  
Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods  
Hotels and restaurants  
Land transport; transport via pipelines  
Water transport  
Air transport  
Research and development  
Other business activities  
Public administration and defence  
Education  
Health and social work  
Sewage and refuse disposal, sanitation and similar activities  
Recreational, cultural and sporting activities  
Other service activities  
Private households with employed persons

---

## Appendiks 4

SNAP koder der dækker anvendelse af opløsningsmidler. SNAP er det almindelige kodesystem, der anvendes til rapportering til de forskellige konventioner.

---

Paint application	60101	Manufacture of Automobiles
	60102	Car Repairing
	60103	Construction and Buildings
	60104	Domestic Use
	60105	Coil Coating
	60106	Boat Building
	60107	Wood
	60108	Other Industrial Paint Application
	60109	Other Non-Industrial Paint Application
Degreasing and dry cleaning	60201	Metal Degreasing
	60202	Dry Cleaning
	60203	Electronic Components Manufacturing
	60204	Other Industrial Dry Cleaning
Chemical products, manufacturing and processing	60301	Polyester Processing
	60302	Polyvinylchloride Processing
	60303	Polyurethane Foam Processing
	60304	Polystyrene Foam Processing
	60305	Rubber Processing
	60306	Pharmaceutical Products Manufacturing
	60307	Paints Manufacturing
	60308	Inks Manufacturing
	60309	Glues Manufacturing
	60310	Asphalt Blowing
	60311	Adhesive, Magnetic Tapes, Film and Photographs Manufacturing
	60312	Textile Finishing
	60313	Leather Tanning
	60314	Other
Other	60401	Glass Wool Enduction
	60402	Mineral Wool Enduction
	60403	Printing Industry
	60404	Fat, Edible and Non-Edible Oil Extraction
	60405	Application of Glues and Adhesives
	60406	Preservation of Wood
	60407	Underseal Treatment and Conservation of Vehicles
	60408	Domestic Solvent Use (Other Than Paint Application)
	60409	Vehicles Dewaxing
	60411	Domestic Use of Pharmaceutical Products
	60412	Other(Preservation of Seeds, ...)

---



## Appendiks 5 Fordelingen af husdyr pr. 31/12-2007, antal dyr

Kommune- nr.	Kommunenavn	Regioner nr	Heste*	Malke- køer	Amme- køer	Kvier	Tyre- kalve	Søer	Små- grise	Slagte- svin	Dådyr	Ræve	Mink	Raccon	Æg- læggere	Slagtekyl- linger	Kal- kuner	Gæs	Ænder
101	Københavns	1084	718	0	1	0	0	2	5	30	0	0	0	0	31	0	0	0	0
147	Frederiksberg	1084	133	0	4	4	12	1	0	30	0	0	0	0	7	0	0	0	0
151	Ballerup	1084	234	0	24	24	30	0	0	7	0	0	0	0	15	0	0	0	0
153	Brøndby	1084	76	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0
155	Dragør	1084	206	0	38	37	23	5	0	7	0	0	0	0	89	0	0	0	0
157	Gentofte	1084	376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
159	Gladsaxe	1084	139	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
161	Glostrup	1084	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	Herlev	1084	47	0	3	3	6	0	0	0	9	0	0	0	19	0	0	0	0
165	Albertslund	1084	175	0	18	18	13	2	7	7	0	0	0	0	19	0	0	0	0
167	Hvidovre	1084	66	0	0	0	4	4	0	2	0	0	0	0	75	0	0	0	0
169	Høje-Taastrup	1084	305	65	110	165	108	448	1575	395	0	0	400	0	135	0	0	0	0
173	Lyngby-Taarbæk	1084	239	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	40	0	0	0	0
175	Rødovre	1084	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
183	Ishøj	1084	118	0	25	25	17	1	0	3	0	0	0	0	150	0	0	0	0
185	Tårnby	1084	242	0	206	203	5	2	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0
187	Vallensbæk	1084	59	0	9	9	12	4	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
190	Furesø	1084	394	0	44	42	19	3	2	0	0	0	0	0	2835	0	0	0	0
201	Allerød	1084	565	46	112	156	83	638	2810	2913	70	0	0	0	5	0	0	0	0
210	Fredensborg	1084	1362	18	172	190	143	20	8	107	7	0	0	0	57	0	10	0	0
217	Helsingør	1084	847	120	242	352	172	32	440	1395	20	0	1100	0	69	0	0	0	0
219	Hillerød	1084	1678	433	377	808	664	1108	3030	1276	44	0	0	0	8996	0	0	0	150
223	Hørsholm	1084	234	0	15	15	13	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
230	Rudersdal	1084	576	0	7	7	13	0	0	0	12	0	0	0	25	0	0	0	0
240	Egedal	1084	817	215	431	643	483	16	53	519	0	0	300	0	9450	0	0	0	0
250	Frederikssund	1084	1425	1028	805	1744	891	1581	6366	11582	42	0	2025	0	832	0	0	0	0
253	Greve	1085	532	0	39	39	112	458	1740	2133	0	0	500	0	21	0	0	0	2
259	Køge Frederiksværk-	1085	1245	302	192	492	348	2062	9601	11926	24	0	2080	0	69114	0	0	0	570
260	Hundested	1084	955	337	458	793	390	209	1078	3157	0	0	0	0	1145	0	0	0	0
265	Roskilde	1085	1236	64	406	462	323	4681	6472	4387	13	0	13560	0	112	0	0	0	0
269	Solrød	1085	280	0	52	51	74	6	27	2538	0	0	0	0	3273	0	0	0	0
270	Gribskov	1084	2634	1153	775	1903	1256	1092	4989	3845	77	0	0	0	347	0	0	0	313

306	Odsherred	1085	1496	1597	1406	2969	1711	2447	9779	23300	33	0	21380	0	842	0	0	0	1900
316	Holbæk	1085	3533	2802	1396	3877	2650	17964	76124	70027	120	0	10360	0	51092	200	0	0	0
320	Faxe	1085	1369	517	452	919	1791	3436	21727	31876	58	0	2000	0	16196	0	0	0	0
326	Kalundborg	1085	2109	2450	1420	3693	2777	14649	72075	132833	30	0	5942	0	47456	0	0	0	0
329	Ringsted	1085	1007	982	960	1782	1068	7192	23265	44452	35	0	2040	0	35331	0	0	0	26
330	Slagelse	1085	1734	1208	993	2183	1713	8026	35048	59305	107	0	5749	0	5065	0	118601	0	0
336	Stevns	1085	850	151	480	608	885	5906	24546	32656	67	0	4990	0	62554	0	0	0	0
340	Sorø	1085	1596	995	751	1562	1210	5976	19812	44118	136	0	10060	0	15426	0	50000	0	0
350	Lejre	1085	1298	726	472	1187	490	6208	32105	18873	147	0	2390	0	16265	0	0	0	0
360	Lolland	1085	905	757	707	1355	1364	15766	85427	90276	6	0	0	0	145140	0	18000	0	10
370	Næstved	1085	2026	2210	1479	3376	2581	7963	44580	70522	220	0	12141	0	372825	0	14000	0	3
376	Guldborgsund	1085	1471	2864	869	3293	2979	22852	95798	127550	69	0	2499	0	282259	0	16300	0	65
390	Vordingborg	1085	1358	2974	1261	3659	2219	8171	29686	48974	58	0	0	0	38063	0	0	0	10
400	Bornholm	1084	1444	5254	641	5393	2198	21099	89676	128643	9	731	12345	0	116155	467500	0	1919	0
410	Middelfart	1083	984	5222	381	5229	1367	6796	30831	64967	21	0	11088	0	53289	120000	0	0	61
420	Assens	1083	1553	4558	724	4648	4996	25482	109924	156361	62	0	8081	0	102730	141000	0	0	4793
430	Faaborg-Midtfyn	1083	2367	8091	1105	8225	4268	20077	89059	138455	109	0	8703	0	22832	366000	0	0	100
440	Kerteminde	1083	906	670	285	820	321	5942	26194	51795	7	0	6738	0	191	0	0	0	0
450	Nyborg	1083	779	2826	321	3118	871	9071	44046	63390	25	0	18260	0	24643	228000	0	0	40
461	Odense	1083	1924	1076	632	1570	1104	6462	43726	29050	116	0	8800	0	27769	39000	0	0	6
479	Svendborg	1083	2060	3467	572	3309	3506	8327	36401	61521	30	0	0	0	20445	461000	0	0	3001
480	Bogense	1083	1298	4416	921	4434	2426	17356	80371	111319	68	0	19975	0	246	121200	0	0	0
482	Langeland	1083	354	1872	343	1957	2435	9748	34987	44926	10	0	4100	0	640	0	0	0	3000
492	Ærø	1083	271	1698	264	1801	535	1929	9510	11236	4	0	1200	0	45	0	0	0	0
510	Haderslev	1083	1946	13543	1927	13340	7590	35826	165254	192129	161	0	8734	0	122443	954721	10000	0	1
530	Billund	1083	1015	6974	1882	7128	4159	4048	34187	34202	166	0	56292	0	605	200000	0	0	0
540	Sønderborg	1083	1890	2850	907	3280	2897	38929	167527	250383	270	0	15470	0	142062	642000	17200	0	50
550	Tønder	1083	2624	36826	3763	35435	18577	23309	121505	177144	383	0	2998	0	32775	2831600	2700	0	200
561	Esbjerg	1083	2779	23305	2791	22935	13365	14871	82728	100474	91	0	154350	0	141393	359125	60	0	425
563	Fanø	1083	57	37	385	419	178	5	89	85	5	0	0	0	0	0	0	0	0
573	Varde	1083	2195	38710	4077	37157	17672	30639	186281	147898	373	83	138427	0	305549	768000	10	315	60
575	Vejen	1083	2333	22680	2893	22606	11307	20089	95280	150723	99	0	48358	0	32110	522721	0	0	0
580	Aabenraa	1083	3076	23623	3550	24623	14135	25399	113075	164332	236	0	8772	0	37259	1226212	0	0	0
607	Fredericia	1083	810	447	366	722	309	2814	14842	13288	9	0	850	0	61054	0	0	0	0
615	Horsens	1082	2126	5615	1498	6486	3299	18045	81139	138765	61	0	6650	0	120132	94000	0	0	0
621	Kolding	1083	2237	5135	1509	5885	5297	20656	85463	108345	129	0	32580	0	55060	877000	28000	0	10
630	Vejle	1083	4180	11999	3102	13768	8482	28879	121003	199006	138	210	60385	0	129738	1609548	2	10	173610

657	Herning	1082	3025	20805	3211	22097	11699	44662	178996	269147	453	50	99519	0	97998	13000	400	50	48812
661	Holstebro	1082	2060	14220	2737	14905	8730	18373	80188	129281	73	1	229881	0	420	522000	1000	0	206000
665	Lemvig	1082	999	10503	2039	11164	7658	24418	156348	109415	30	0	56510	0	27884	229999	0	0	0
671	Struer	1082	1090	3107	866	3376	2908	10569	48419	88638	6	0	61400	0	197	2277530	0	0	0
706	Syddjurs	1082	2092	3862	1887	5486	3501	13790	59452	103999	25	0	16851	0	23971	112000	0	0	0
707	Norrdjurs	1082	2082	5741	1531	6908	3764	19508	77538	137994	120	25	17550	0	4406	180000	0	5	5
710	Favrskov	1082	2359	2557	1616	4082	3217	27591	107244	145177	19	0	5950	0	57537	308700	0	0	70000
727	Odder	1082	773	863	491	1335	695	16901	65233	81790	15	0	0	0	3016	0	0	0	32000
730	Randers	1082	3288	5089	2395	7112	4530	20619	93010	139538	116	0	12400	0	9085	111000	0	0	2700
740	Silkeborg	1082	3559	9432	2632	11045	7215	18855	72096	90683	167	0	18560	0	45307	0	0	60	2512
741	Samsø	1082	142	830	262	1064	537	5652	12388	10921	0	0	0	0	193	150	0	0	0
746	Skanderborg	1082	2451	2928	1228	3897	3585	14054	53231	74115	8	4	1420	0	66475	38500	0	0	40
751	Århus	1082	2382	1431	898	2175	3455	11755	48536	79565	32	0	9000	0	259	0	0	0	0
756	Ikast-Brande	1082	1691	8140	1608	8001	6343	18533	105667	81124	47	0	40335	0	130361	610000	12	0	25
760	Ringkøbing-Skjern	1082	3096	25617	3769	26109	18557	55265	272176	308998	183	115	178264	0	69848	283600	5900	185	6000
766	Hedensted	1082	2505	3519	1770	4834	4792	24286	103922	165620	147	420	68587	0	28438	699100	0	1640	0
773	Morsø	1081	1636	5515	1119	6276	2528	32709	163190	176212	49	12	45800	0	3010	99000	0	18	0
779	Skive	1082	2611	11957	2827	13687	6900	34602	193108	175475	74	0	31140	0	94230	627621	0	0	0
787	Thisted	1081	3915	13420	4180	16232	12043	33483	127963	278451	90	280	42511	0	32870	589000	0	450	0
791	Viborg	1082	5892	26508	6003	29150	17483	38748	164340	242966	485	475	38780	0	228382	393700	73750	405	9000
810	Brønderslev- Dronninglund	1081	2762	6738	2242	7886	5802	43226	169168	201219	365	0	31646	0	23055	497100	62	30	226
813	Frederikshavn	1081	2235	4037	2225	5705	2666	23227	99050	119003	174	1463	142652	0	4195	161000	0	3372	0
820	Vesthimmerland	1081	3873	22036	3509	21228	12864	19022	110420	133259	389	150	59995	0	167331	1002500	98200	380	8
825	Læsø	1081	76	284	355	633	418	38	95	115	8	0	15731	0	0	0	0	0	0
840	Rebild	1081	3958	14257	2426	14756	10727	20153	98123	110653	224	38	24349	0	133981	135473	0	2	0
846	Mariagerfjord	1081	3867	13358	2458	14489	8716	22363	106576	103501	296	516	25534	0	278888	1389000	0	359	0
849	Jammerbugt	1081	2505	11791	2783	12542	7563	13193	91080	95099	445	10	134120	0	6467	1198000	0	0	0
851	Aalborg	1081	5344	12613	3198	14507	9087	22622	110058	209344	164	20	46579	0	150336	639000	2	0	0
860	Hjørring	1081	3738	20103	3286	20194	9304	33643	171039	220436	222	235	111521	0	102259	778968	250	895	2500

\*Antallet af heste er angivet ud fra et ældre udtræk af stambogsregisteret korrigeret til ca. antallet af heste i Danmark. Da stambogsregistret angiver ejerens bopælskommune vil dette sandsynligvis ikke være retvisende for deciderede bykommuner.

## Appendiks 6 Landbrugsarealets størrelse pr. 31/12-2007, ha

Navn	Arealer i om drift	Vedvarende græs	Landbrugsarealer i alt
Albertslund	20	227	247
Allerød	1461	495	1956
Ærø	5668	1143	6811
Assens	28766	4561	33328
Ballerup	217	182	399
Billund	23835	5677	29512
Bogense	28572	3288	31860
Børnholm	30803	3865	34668
Brøndby	23	42	65
Brønderslev- Dronninglund	36350	6251	42601
Dragør	271	206	477
Egedal	4120	1389	5509
Esbjerg	40984	8783	49767
Fakse	20775	2806	23581
Fanø	279	813	1092
Faurskov	27972	3988	31960
Fredensborg	2930	1177	4107
Fredericia	4958	1128	6086
Frederikshavn	24131	7459	31590
Frederikssund	11423	2060	13483
Frederiksværk- Hundested	3031	754	3785
Furesø	454	503	957
Faaborg-Midtfyn	33501	5477	38978
Gentofte		7	7
Glostrup		18	18
Greve	1772	251	2023
Gribskov	9277	2278	11555
Guldborgsund	56381	5901	62283
Høje Taastrup	2181	558	2739
Hørsholm	207	269	476
Haderslev	52533	6750	59282
Hedensted	30102	4595	34697
Helsingør	2588	778	3366
Herlev	57		57
Herning	66091	10618	76709
Hillerød	6283	1919	8202
Hjørring	48553	10740	59293
Holbæk	31021	5495	36515
Holstebro	38904	6498	45403
Horsens	24392	3681	28073
Hvidovre	47	59	106
Ikast-Brande	32489	5820	38309
Ishøj	686	181	866
Jammerbugt	41628	8423	50051
København		19	19
Køge	11266	1735	13001

Kalundborg	30539	5933	36472
Kerteminde	13842	1415	15257
Kolding	31830	5547	37376
Læsø	1644	1199	2843
Langeland	17756	2666	20423
Lejre	11317	2461	13778
Lemvig	28390	3127	31516
Lolland	61773	6365	68139
Lyngby-Taarbæk	121	67	188
Mariagerfjord	34770	6044	40813
Middelfart	16111	2148	18259
Morsø	25939	2483	28422
Næstved	36910	5538	42448
Norddjurs	37652	5680	43332
Nyborg	14301	1906	16208
Odder	13200	1452	14651
Odense	10379	2383	12763
Odsherred	15967	4091	20057
Rødovre			0
Randers	44025	6841	50866
Rebild	34139	5098	39237
Ringkøbing-Skjern	77060	13139	90198
Ringsted	14885	2270	17155
Roskilde	8765	1717	10483
Rudersdal	440	415	855
Sønderborg	30598	3068	33666
Samsø	6380	1497	7878
Silkeborg	32154	6772	38926
Skanderborg	18620	3545	22165
Skive	41318	7096	48414
Slagelse	32567	4264	36831
Solrød	1612	148	1760
Sorø	12988	2956	15944
Stevns	16094	1326	17420
Struer	14976	1630	16607
Svendborg	21949	2872	24821
Syddjurs	29626	7935	37561
Tønder	66967	13483	80450
Thisted	47552	8898	56450
Tårnby	207	117	324
Vallensbæk	9	41	50
Varde	60874	13549	74423
Vejen	48396	6987	55383
Vejle	52977	10138	63115
Vesthimmerland	44697	8497	53195
Viborg	66260	17554	83815
Vordingborg	35253	5413	40666
Aabenraa	53945	8683	62628
Aalborg	55165	10948	66113
Aarhus	19698	2815	22513

## Appendiks 7

Anneks A7.1 Emissionsfaktorer (g/km) for vejtrafikens køretøjer

Sector	Subsector	Level	FYear	LYear	CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		N <sub>2</sub> O	
					By	Land	Motorvej	Samlet	By	Land	Motorvej	Samlet	By	Land	Motorvej	Samlet
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	PRE ECE	0	1969	273	176	201	214	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	1970	1978	235	142	155	177	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	1979	1980	215	144	164	173	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	1981	1985	215	144	164	173	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	1986	1990	208	139	153	166	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	Euro I	1991	1996	192	134	147	157	0,039	0,016	0,014	0,024	0,020	0,009	0,005	0,012
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	Euro II	1997	2000	189	126	141	151	0,046	0,013	0,011	0,024	0,012	0,005	0,003	0,007
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	Euro III	2001	2005	196	135	145	158	0,020	0,002	0,004	0,009	0,003	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Gasoline <1,4 l	Euro IV	2006	2010	200	141	154	164	0,009	0,002	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0	1969	320	214	244	257	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	1970	1978	274	163	193	208	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	1979	1980	249	162	191	198	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	1981	1985	249	162	191	198	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	1986	1990	249	157	166	191	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	Euro I	1991	1996	232	155	165	184	0,039	0,016	0,014	0,024	0,020	0,009	0,005	0,012
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	Euro II	1997	2000	229	152	156	180	0,046	0,013	0,011	0,024	0,012	0,005	0,003	0,007
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	Euro III	2001	2005	235	160	170	188	0,020	0,002	0,004	0,009	0,003	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	Euro IV	2006	2010	242	169	177	196	0,009	0,002	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0	1969	390	256	282	308	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	1970	1978	298	183	212	229	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	1979	1980	304	202	226	242	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	1981	1985	304	202	226	242	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	1986	1990	287	186	223	228	0,164	0,029	0,026	0,076	0,010	0,007	0,007	0,008
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	Euro I	1991	1996	301	198	208	236	0,039	0,016	0,014	0,024	0,020	0,009	0,005	0,012
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	Euro II	1997	2000	309	209	213	244	0,046	0,013	0,011	0,024	0,012	0,005	0,003	0,007
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	Euro III	2001	2005	289	184	182	220	0,020	0,002	0,004	0,009	0,003	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	Euro IV	2006	2010	338	217	211	258	0,009	0,002	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000	0,001
Passenger Cars	Diesel <2,0 l	Euro I	1991	1996	179	135	153	154	0,016	0,009	0,003	0,010	0,002	0,004	0,004	0,003

Passenger Cars	Diesel <2,0 l	Euro II	1997	2000	189	139	154	159	0,006	0,003	0,002	0,004	0,003	0,006	0,006	0,005
Passenger Cars	Diesel <2,0 l	Euro III	2001	2005	183	137	144	154	0,003	0,000	0,000	0,001	0,013	0,004	0,004	0,007
Passenger Cars	Diesel <2,0 l	Euro IV	2006	2010	183	137	144	154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,004	0,004	0,007
Passenger Cars	Diesel <2,0 l	Conventional	0	1990	215	130	158	165	0,024	0,012	0,008	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Euro I	1991	1996	244	184	203	209	0,016	0,009	0,003	0,010	0,002	0,004	0,004	0,003
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Euro II	1997	2000	244	184	203	209	0,006	0,003	0,002	0,004	0,003	0,006	0,006	0,005
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Euro III	2001	2005	244	184	203	209	0,003	0,000	0,000	0,001	0,013	0,004	0,004	0,007
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Euro IV	2006	2010	244	184	203	209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,004	0,004	0,007
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Conventional	0	1990	215	130	158	165	0,024	0,012	0,008	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
Light Duty Veh.	Gasoline <3,5t	Conventional	0	1994	332	191	181	239	0,184	0,040	0,025	0,088	0,010	0,007	0,007	0,008
Light Duty Veh.	Gasoline <3,5t	Euro I	1995	1998	390	225	212	281	0,039	0,016	0,014	0,024	0,041	0,020	0,010	0,026
Light Duty Veh.	Gasoline <3,5t	Euro II	1999	2001	390	225	212	281	0,046	0,013	0,011	0,024	0,047	0,013	0,008	0,024
Light Duty Veh.	Gasoline <3,5t	Euro III	2002	2006	390	225	212	281	0,020	0,002	0,004	0,009	0,009	0,001	0,001	0,004
Light Duty Veh.	Gasoline <3,5t	Euro IV	2007	2011	390	225	212	281	0,009	0,002	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000	0,001
Light Duty Veh.	Diesel <3,5 t	Conventional	0	1994	287	208	228	239	0,024	0,012	0,008	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
Light Duty Veh.	Diesel <3,5 t	Euro I	1995	1998	257	184	201	212	0,016	0,009	0,003	0,010	0,002	0,004	0,004	0,003
Light Duty Veh.	Diesel <3,5 t	Euro II	1999	2001	257	184	201	212	0,006	0,003	0,002	0,004	0,003	0,006	0,006	0,005
Light Duty Veh.	Diesel <3,5 t	Euro III	2002	2006	257	184	201	212	0,003	0,000	0,000	0,001	0,013	0,004	0,004	0,007
Light Duty Veh.	Diesel <3,5 t	Euro IV	2007	2011	257	184	201	212	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,004	0,004	0,007
Heavy Duty Veh.	Gasoline >3,5 t	Conventional	0	9999	719	480	528	566	0,140	0,110	0,070	0,111	0,006	0,006	0,006	0,006
Heavy Duty Veh.	Diesel 3,5 - 7,5 t	Conventional	0	1993	303	275	345	299	0,085	0,023	0,020	0,042	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro I	1994	1996	244	237	305	253	0,085	0,023	0,020	0,042	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro II	1997	2001	230	228	296	243	0,054	0,020	0,019	0,031	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro III	2002	2006	246	240	307	256	0,048	0,021	0,018	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro IV	2007	2009	230	226	288	240	0,003	0,002	0,001	0,002	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 7,5 - 16 t	Conventional	0	1993	590	465	534	519	0,085	0,023	0,020	0,042	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 7,5 - 16 t	Euro I	1994	1996	497	400	472	446	0,085	0,023	0,020	0,042	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 7,5 - 16 t	Euro II	1997	2001	478	387	460	431	0,054	0,020	0,019	0,031	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 7,5 - 16 t	Euro III	2002	2006	502	403	475	450	0,048	0,021	0,018	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 7,5 - 16 t	Euro IV	2007	2009	471	377	442	421	0,003	0,002	0,001	0,002	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 16 - 32 t	Conventional	0	1993	933	717	729	763	0,175	0,080	0,070	0,094	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 16 - 32 t	Euro I	1994	1996	807	628	643	668	0,175	0,080	0,070	0,094	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 16 - 32 t	Euro II	1997	2001	777	609	625	647	0,112	0,070	0,065	0,076	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 16 - 32 t	Euro III	2002	2006	808	628	640	666	0,098	0,074	0,064	0,075	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel 16 - 32 t	Euro IV	2007	2009	755	586	595	621	0,005	0,006	0,004	0,005	0,030	0,030	0,030	0,030

Heavy Duty Veh.	Diesel >32t	Conventional	0	1993	1241	984	940	1017	0,175	0,080	0,070	0,094	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel >32t	Euro I	1994	1996	1094	874	835	902	0,175	0,080	0,070	0,094	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel >32t	Euro II	1997	2001	1062	856	814	880	0,112	0,070	0,065	0,076	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel >32t	Euro III	2002	2006	1094	873	828	899	0,098	0,074	0,064	0,075	0,030	0,030	0,030	0,030
Heavy Duty Veh.	Diesel >32t	Euro IV	2007	2009	1018	811	769	835	0,005	0,006	0,004	0,005	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Urban Buses	Conventional	0	1993	998	800	692	892	0,175	0,080	0,070	0,128	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Urban Buses	Euro I	1994	1996	850	693	603	766	0,175	0,080	0,070	0,128	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Urban Buses	Euro II	1997	2001	821	683	602	747	0,114	0,052	0,046	0,083	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Urban Buses	Euro III	2002	2006	863	711	619	781	0,103	0,047	0,041	0,075	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Urban Buses	Euro IV	2007	2009	814	668	582	735	0,005	0,002	0,002	0,004	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Coaches	Conventional	0	1993	890	678	627	735	0,175	0,080	0,070	0,108	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Coaches	Euro I	1994	1996	819	626	577	678	0,175	0,080	0,070	0,108	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Coaches	Euro II	1997	2001	817	628	577	678	0,114	0,052	0,046	0,070	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Coaches	Euro III	2002	2006	875	674	625	728	0,103	0,047	0,041	0,064	0,030	0,030	0,030	0,030
Buses	Coaches	Euro IV	2007	2009	829	636	590	688	0,005	0,002	0,002	0,003	0,030	0,030	0,030	0,030
Mopeds	<50 cm <sup>3</sup>	Conventional	0	1999	80	80	0	80	0,219	0,219		0,219	0,001	0,001		0,001
Mopeds	<50 cm <sup>3</sup>	Euro I	2000	2003	48	48	0	48	0,044	0,044		0,044	0,001	0,001		0,001
Mopeds	<50 cm <sup>3</sup>	Euro II	2004	9999	39	39	0	39	0,024	0,024		0,024	0,001	0,001		0,001
Motorcycles	2-stroke >50 cm <sup>3</sup>	Conventional	0	1999	97	104	118	103	0,150	0,150	0,150	0,150	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	2-stroke >50 cm <sup>3</sup>	Euro I	2000	2003	77	85	92	82	0,099	0,107	0,098	0,102	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	2-stroke >50 cm <sup>3</sup>	Euro II	2004	2006	70	78	84	75	0,030	0,032	0,030	0,031	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	2-stroke >50 cm <sup>3</sup>	Euro III	2007	9999	54	60	65	58	0,012	0,014	0,012	0,013	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke <250 cm <sup>3</sup>	Conventional	0	1999	75	85	114	84	0,200	0,200	0,200	0,200	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke <250 cm <sup>3</sup>	Euro I	2000	2003	71	94	166	93	0,142	0,144	0,132	0,141	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke <250 cm <sup>3</sup>	Euro II	2004	2006	71	94	166	93	0,136	0,092	0,092	0,113	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke <250 cm <sup>3</sup>	Euro III	2007	9999	71	94	166	93	0,082	0,032	0,028	0,055	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm <sup>3</sup>	Conventional	0	1999	91	92	111	94	0,200	0,200	0,200	0,200	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm <sup>3</sup>	Euro I	2000	2003	93	94	132	99	0,148	0,174	0,156	0,159	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm <sup>3</sup>	Euro II	2004	2006	93	94	132	99	0,156	0,120	0,122	0,137	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm <sup>3</sup>	Euro III	2007	9999	93	94	132	99	0,094	0,042	0,036	0,066	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke >750 cm <sup>3</sup>	Conventional	0	1999	120	110	123	116	0,200	0,200	0,200	0,200	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke >750 cm <sup>3</sup>	Euro I	2000	2003	144	116	130	131	0,092	0,092	0,154	0,101	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke >750 cm <sup>3</sup>	Euro II	2004	2006	144	116	130	131	0,084	0,062	0,102	0,078	0,002	0,002	0,002	0,002
Motorcycles	4-stroke >750 cm <sup>3</sup>	Euro III	2007	9999	144	116	130	131	0,050	0,022	0,030	0,036	0,002	0,002	0,002	0,002



## DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Systemanalyse  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi  
Afdeling for Ferskvandsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønde  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, [www.dmu.dk/Udgivelser/](http://www.dmu.dk/Udgivelser/), finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

### Nr./No. 2009

- 699 Omsætning af formalin i danske dambrug.  
Af Sortkjær, O., Pedersen, L-F. & Ovesen, N.B. 126 s. (2008)

### 2008

- 697 OML-spredningsberegninger på basis af 10 års meteorologi i relation til Luftvejledningen.  
Af Løfstrøm, P. & Olesen, H.R. 35 s.
- 696 Beregning af skovtilstand – tilstandsvurdering af Habitatdirektivets skovtyper.  
Af Fredshavn, J.R., Johannsen, V.K., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E. & Rune, F. 48 s.
- 695 Værdisætning af natur- og kulturgoder. Et metodestudie af betydningen for ændringer i skala og betalingsformat. Af Hasler B., Jacobsen, J.B., Lundhede, T.H., Martinsen, L., Thorsen, B.J. 78 s.
- 694 Life in the marginal ice zone: oceanographic and biological surveys in Disko Bay and south-eastern Baffin Bay April-May 2006. By Frederiksen, M., Boertmann, D., Cuykens, A.B., Hansen, J., Jespersen, M., Johansen, K.L., Mosbech, A., Nielsen, T.G. & Söderkvist, J. 92 pp.
- 693 The NERO line. A vegetation transect in Kobbefjord, West Greenland.  
By Bay, C., Aastrup, P. & Nymand, J. 40 p.
- 692 Skovmårens biologi og levevis i Danmark.  
Af Elmeros, M., Birch, M.M., Madsen, A.B., Baagøe, H.J. & Pertoldi, C. 62 s.
- 691 Control of Pesticides 2007. Chemical Substances and Chemical Preparations.  
By Krongaard, T. 23 pp.
- 690 Hvor nedlægges kronedyrene – og hvorfor? Betydningen af landskab, urbanisering og tidligere udbredelse for det lokale jagtudbytte af kronedyr i Jylland i jagtsæsonen 2001/02.  
Af Sunde, P., Asferg, T., Andersen, P.N. & Olesen, C.R. 38 s.
- 689 Kvælstofbelastning af naturområder på Bornholm og Sjælland. Opgørelse for udvalgte Natura 2000 områder. Af Geels, C., Frohn, L.M., Madsen, P.V. & Hertel, O. 58 s.
- 688 Partikelprojekt 2005-2008. Af Wählin, P. 31 s.
- 687 Udsætning af gråænder i Danmark og påvirkning af søers fosforindhold.  
Af Noer, H., Søndergaard, M. & Jørgensen, T.B. 43 s.
- 686 Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until year 2006. By Winther, M. 217 pp.
- 685 Analyse af miljøtilstanden i Mariager Fjord fra 1986 til 2006.  
Af Markager, S., Bassompierre, M. & Petersen, D.L.J. 55 s.
- 684 Environmental monitoring at the lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2007.  
By Johansen, P., Asmund, G., Riget, F. & Johansen, K. 54 pp.
- 683 Macroalgae and phytoplankton as indicators of ecological status of Danish coastal waters.  
By Carstensen, J., Krause-Jensen, D., Dahl, K. & Henriksen, P. 90 pp.
- 682 Arealanvendelse i Danmark siden slutningen af 1800-tallet. Af Levin, G. & Normander, B. 44 s.
- 681 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2007.  
By Kemp, K. et al. 47 pp.
- 680 Skarver og fisk i Ringkøbing og Nissum Fjorde.  
En undersøgelse af skarvers prædation og effekter af skarvregulering 2002-2007.  
Af Bregnballe, T. & Groos, J.I. (red.) 123 s.
- 679 Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2007.  
Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager.  
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M. & Simonsen, V. 31 s.
- 677 Modellering af dioxindeposition i Danmark. Af Hansen, K.M. & Christensen, J.H. 27 s.
- 676 Fodring af kortnæbbede gæs om foråret i Vestjylland. Biologiske fakta til understøttelse af fremtidig forvaltningsstrategi. Af Madsen, J. 20 s.
- 675 Annual Danish Emission Inventory Report to UNECE. Inventories from the base year of the protocols to year 2006. By Nielsen, O.-K. et al. 504 pp.
- 674 Environmental monitoring at the cryolite mine in Ivittuut, Spouth Greenland, in 2007.  
By Johansen, P. et al. 31 pp.

Denne rapport beskriver med udgangspunkt i sektorniveau, svarende til de danske nationale drivhusgasopgørelser, beregningsmetoder for opgørelser af drivhusgasser på kommuneniveau. Sektorerne i rapporten er kollektiv el- og varmforsyning, individuel opvarmning, mobile kilder og transport og maskiner, industrielle processer, opløsningsmidler, landbrug, arealanvendelse samt affaldsdeponi og spildevand. Metoderne omfatter beregninger af de drivhusgasser der er mest vigtige for den pågældende sektor. Samlet set er omfattet drivhusgasserne CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. De enkelte metoder er bygget op i flere niveauer (Tiers) med stigende krav til kommunerne vedrørende datagrundlag.