

Københavns Kommune
CO₂ regnskab 2005

November 2008



COWI A/S

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk

Københavns Kommune

CO₂ regnskab 2005

November 2008

Dokumentnr. P- 69018
Version 05
Udgivelsesdato 19. november 2008

Udarbejdet CWN/MKJN/JETH
Kontrolleret ANB
Godkendt CWN

Indholdsfortegnelse

1	Introduktion	3
2	Sammenfatning af resultater	5
3	Elforsyning	8
4	Fjernvarmeforbrug	13
5	Individuel opvarmning og procesvarme	14
5.1	Husholdninger og Handel og service	14
5.2	Individuel opvarmning og procesvarme i industrien	16
5.3	Individuel opvarmning landbrug og gartnerier	17
6	Bygas	18
7	Trafik	19
7.1	Vejtrafik	19
7.2	Togtrafik	19
7.3	Flytrafik	20
7.4	Skibstrafik (rutetrafik)	21
7.5	Fiskeri	21
7.6	Non-road industri	21
7.7	Non-road landbrug og skovbrug	22
7.8	Non-road have/hushold	22
8	Procesemissioner	23
8.1	Industrielle processer	23
8.2	Raffinaderier og flaring	23
8.3	Opløsningsmidler	23

9	Landbrug	25
10	Arealanvendelse	26
10.1	Etablering af vådområder	26
10.2	Parker og vejtræer	26
10.3	Forbrug af handelsgødning, kalk og spagnum	26
10.4	Skove	26
11	Affald	27
12	Spildevand	30
13	CO₂ emission fra Københavns Kommune som virksomhed	31
13.1	El- og varmekonsum	31
13.2	Transport	31

1 Introduktion

Københavns Kommune har udarbejdet denne basiskortlægning for 2005 af den samlede CO₂ emission fra kommunen, med henblik på at have et grundlag for udarbejdelse af klimaplanen frem mod 2015. Klimaplanen forventes færdig inden udgangen af 2008. Københavns Kommune og COWI har indsamlet tal både for kommunen som geografisk enhed og som virksomhed i det omfang tallene var tilgængelige.

For elforbrug, varmeforbrug, trafik og procesemissioner er der kun foretaget en opgørelse af emissionen af drivhusgassen CO₂. Opgørelse af andre drivhusgasser som metan (CH₄) og lattergas (N₂O) er vanskelige at foretage for disse sektorer, og betyder ganske lidt i den samlede opgørelse.

Bidraget fra affaldsdeponering er opgjort som ren CH₄ emission fra lossepladsgas, der er omregnet direkte til den CO₂ emission der opstår ved forbrænding af lossepladsgassen og bidraget fra spildevand, der omfatter emission af CH₄ og N₂O er opgjort og omregnet til CO₂ ækvivalenter. CH₄ har en drivhusgasvirkning der svarer til 23 x CO₂, og N₂O har en virkning der svarer til 296 x CO₂.

Kortlægningen er gennemført på grundlag af den CO₂-beregner COWI og DMU har udviklet for Klimaministeriet og KL i 2008. Der er dog i nogle tilfælde anvendt mere specifikke tal end dem der produceres af beregneren. Det drejer sig om følgende:

- For elforbrug er der anvendt en korrigeret emissionsfaktor i forhold til CO₂ beregneren, idet der er fremkommet nye oplysninger om emissionsfaktoren ved affaldsforbrænding, som er indarbejdet i kortlægningen.
- For Fjernvarme er der direkte anvendt en CO₂ emissionsfaktor og et fjernvarmeforbrug oplyst af Københavns Energi (KE). Det skyldes at CO₂ beregneren skal bruge den samlede virkningsgrad af fjernvarmesystemet som iflg. KE er en fortrolig oplysning. Der er også for fjernvarme korrigeret for de nye emissionsfaktorer for affald.
- For individuel opvarmning er der anvendt flere beregningsmetoder, idet CO₂ emissionen dels er beregnet efter CO₂ beregnerens metode og dels efter skønnet energiforbrug oplyst af KE. Begge metoder er angivet, da de giver ret forskellige tal. Det er valgt at bruge KEs skøn i den samlede

opgørelse, da de også anvendes i varmeplanlægningen for Københavns Kommune.

- For CO₂ emissionen fra Non-road trafik i industrien (gravemaskine, trucks mv.) er beregningen udført ved at korrigere landsemissionen for Non-road trafik, industri med et forholdstal mellem byggeomkostninger i København og byggeomkostninger på landsplan (i CO₂ beregneren anvendes et forholdstal mellem antal indbyggere, men det giver et urealistisk højt tal i Københavns kommune).
- For CO₂ emissionen fra Non-road have/hushold er landsemissionen fordelt efter antal parcel-, række-, kæde-, dobbelthuse og døgninstitutioner i stedet for efter antal indbyggere.
- For affald er CO₂ emissionen beregnet på basis af konkrete vurderinger af hvor store mængder gasdannende affald der deponeres (i CO₂ beregneren opgøres kun mængder af dagrenovation, erhvervsaffald mv. der er deponeret, men det er kun dele af dette der er gasdannende). Disse vurderinger er udført af COWI for AV-miljø.

Samlet set er kortlægningen for en række områder baseret på pålidelige og detaljerede data for CO₂ emissionen, men der er stadig en række områder hvor kortlægningen med tiden bør forbedres. For at give en indikation af datakvaliteten er der i den følgende tabel 1 angivet et såkaldt Tier niveau for kortlægningen, hvor Tier 1 angiver en opgørelse på det mest basale niveau og Tier 3 på det mest detaljerede niveau, som følger:

Tier 1: Typisk landsemission (fra DMU) x antal indbygger i kommunen/antal indbyggere i Danmark

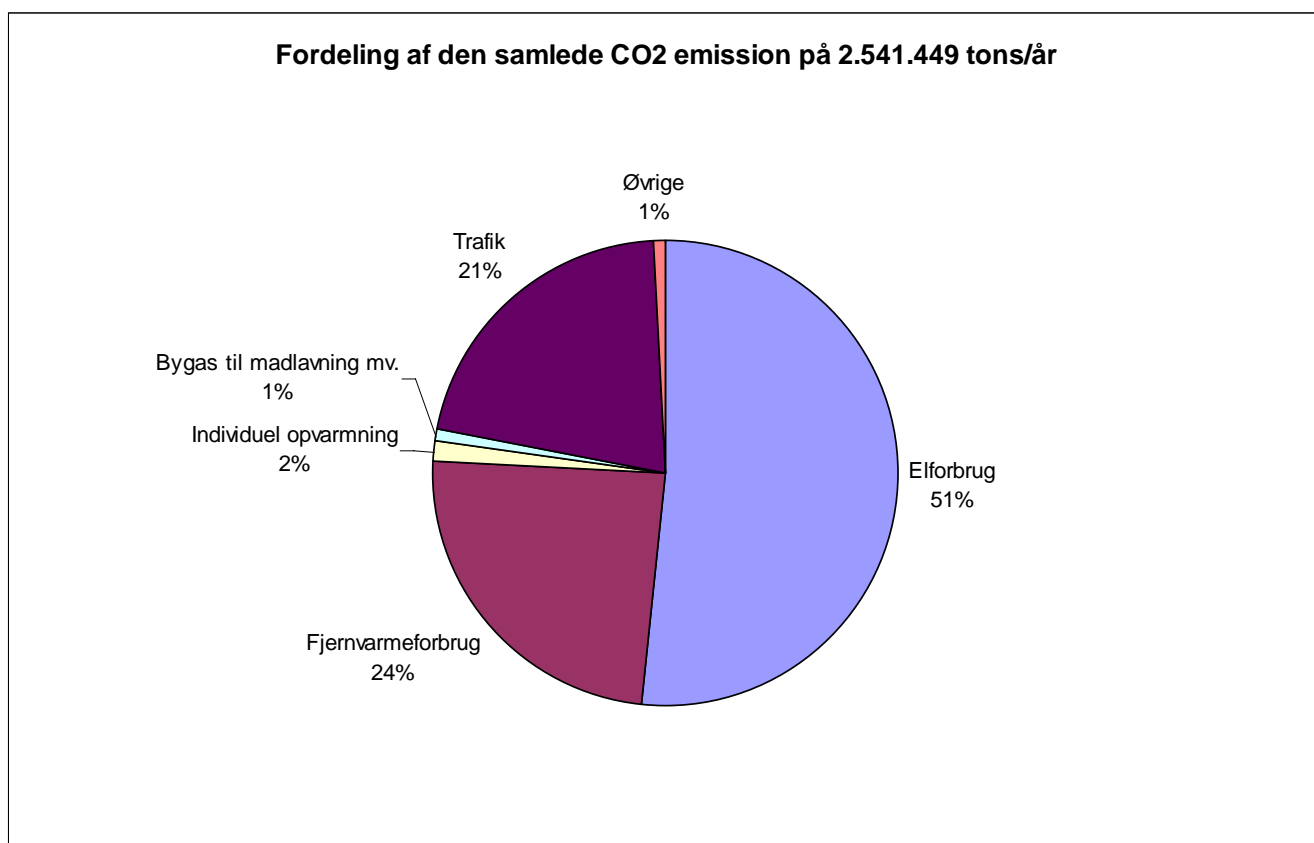
Tier 2: Forbrug (fra kommunen) x emissionsfaktor

Tier 3: Som Tier 2, men baseret på konkrete oplysninger fra enkeltkilder

2 Sammenfatning af resultater

Den samlede CO₂ emission fra Københavns Kommune er i 2005 opgjort til **2.541.449 tons**, fordelt som vist i fig. 1. og tabel 1.

Figur 1. Samlet CO₂ emission fra Københavns Kommune som geografisk område i 2005.



De 21 % under "trafik" i fig. 1 omfatter: Vejtrafik, Togtrafik, Flytrafik, Skibstrafik, Non-road industri og Non-road have/hushold.

"Øvrige" i fig. 1 omfatter: Procesemissioner, industri, opløsningsmidler, arealanvendelse, affaldsdeponering og spildevand

Tabel 1. Fordeling af den samlede CO₂ emission fra Københavns kommune som geografisk område i 2005, på sektorer.

Aktivitet	Datakvalitet udtrykt ved Tier niveau	CO ₂ emission i tons/år i 2005
Elforbrug	1	1.314.013
Fjernvarmeforbrug	1	611.315
Individuel opvarmning, Handel og Service samt husholdninger	1	31.232
Individuel opvarmning og procesvarme, Industri	1	7.000
Individuel opvarmning, landbrug og gartnerier	-	0
Bygas til madlavning	2	19.188
Vejtrafik	3	396.529
Togtrafik (inkl. eldrevne tog)	3	48.783
Flytrafik	1	11.918
Skibstrafik	1	43.670
Fiskeri	-	0
Non-road industri	1	30.797
Non-road landbrug og skovbrug	-	0
Non-road have/hushold	1	4.153
Procesemissioner, industri	2	3.743
Opløsningsmidler	1	3.082
Landbrug og skovbrug	-	0
Arealanvendelse	2	387
Affaldsdeponering	3	1.377
Spildevand	2	14.262
I alt		2.541.449

Den samlede emission fra Københavns Kommune udgør derved **5,0 tons pr. indbygger**, ved et indbyggertal på 509.861 1. januar 2005¹.

CO₂ emissionen fra Københavns Kommune som virksomhed er kun opgjort på el- og varmeforbruget der i Købehavns Kommunes Grønne Regnskab 2005 er

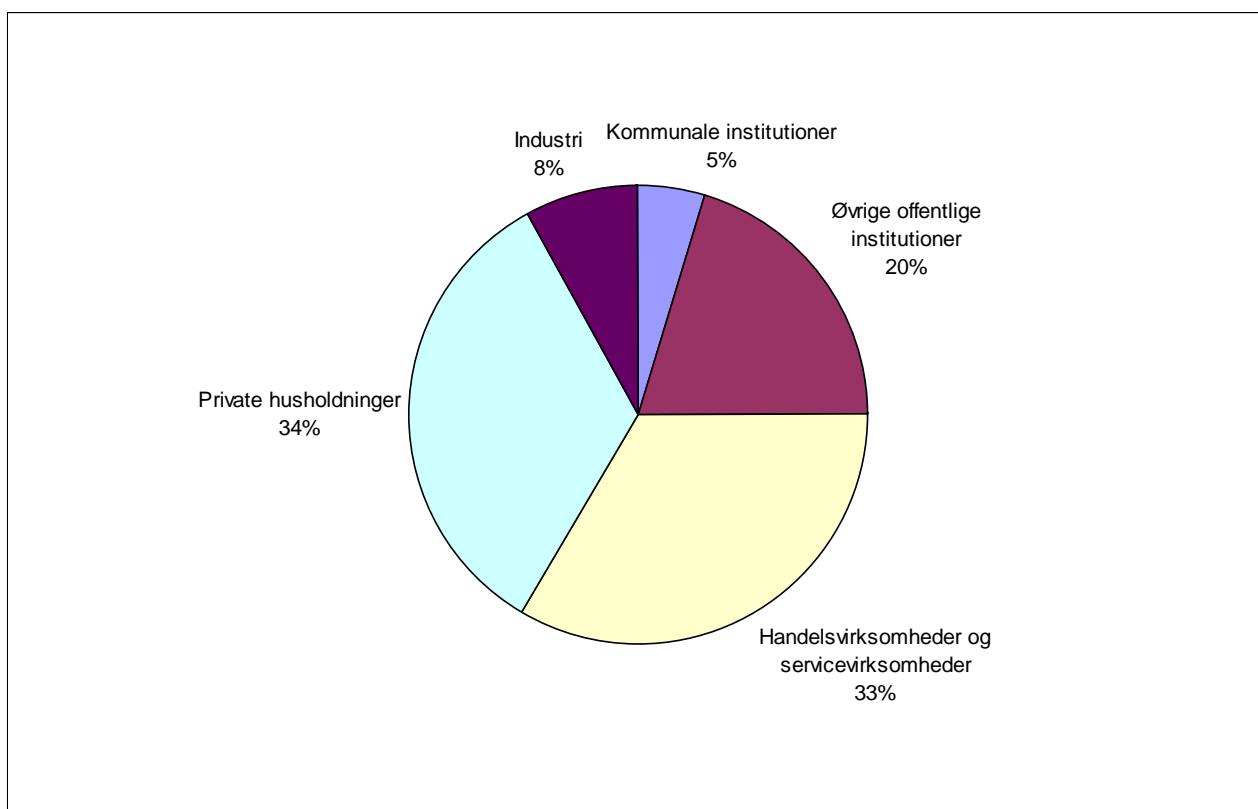
¹ Hvis man yderligere foretager en korrektion for VE el, som beskrevet i afsnit 3, bliver den samlede CO₂ emission fra Københavns Kommune reduceret til 2.363.897 tons/år, svarende til 4,6 tons CO₂ pr. indbygger.

opgjort til i alt 107.166 tons CO₂, svarende til **5,4 %** af den samlede emission fra el- og varmekonsum i kommunen. Det har ikke været muligt at skaffe data for kommunal transport. Tallene for kommunens egetforbrug af el- og varme er dog behæftet med en række usikkerheder, som nævnt i det grønne regnskab.

3 Elforsyning

Oplysninger for elforbruget i Københavns Kommune er indhentet hos DONGenergy, der oplyser et elforbrug som vist i tabel 2. Elforbrugets fordeling på sektorer er vist i fig. 2.

Figur 2. Fordeling af CO2 emissionen i 2005 fra elforbrug på sektorer



Tabel 2: Elforbrug og CO₂ emission fra elforbrug i Københavns Kommune, 2005 (uden korrektion for VE-elproduktion), fordelt på sektorer

Sektor	Elforbrug i MWh/år (eks. eldrevet togdrift og elovpvarming af private husholdninger)	CO ₂ emission beregnet efter 200 % metoden, tons/år
Kommunale institutioner	112.000	60.592
Øvrige offentlige institutioner	494.921	267.752
Handelsvirksomheder og ser- vicevirksomheder	807.257	436.726
Private husholdninger	816.689 ¹	441.829
Industri	197.992	107.114
Landbrug og gartnerier	0	0
Bygge- og anlæg	0	0
I alt	2.428.859	1.314.013

¹ eksklusiv elovpvarming på 18.100 MWh/år, som er medregnet under opvarmning

Der er ved beregning af CO₂ emissionen anvendt en Tier 1 i CO₂ beregneren, hvilket medfører at CO₂ emissionen er beregnet efter den såkaldte 200 % metode² der anvender en fast varmekoefficient på 200 % i kommunens kraftvarmeforsyning. Det medfører at kun en lille del af den samlede CO₂ emission tilskrives fjernvarme. Denne metode er den mest simple metode til at fordele emissionen på el og varme, og den anvendes på nuværende tidspunkt af Københavns Energi i deres opgørelser af emissionen fra fjernvarme og af Energinet dk i opgørelsen af CO₂ emissionen fra elforbrug. Et alternativ til denne metode er at bruge en Tier 3 metode, der anvender den såkaldte merbrændselsværdimetode, som er den mest præcise metode til fordeling af emissionen på varme og el, men som kræver flere informationer om de enkelte værker. Disse informationer har KE ikke haft mulighed for at levere på nuværende tidspunkt.

CO₂ emissionen er beregnet ved at bruge en emissionsfaktor for Østdanmark fra Energinet dk fra 2005 på 509 kg CO₂/MWh, beregnet efter 200 % metoden. Denne faktor er korrigeret med et nettab på 5 % jf. Energinet dk's vejledning, så emissionsfaktoren bliver 536 kg CO₂/MWh. Dette tal er dog yderligere korrigeret med hensyn til emissionsfaktoren for affald som følger.

² 200 % metoden betyder at CO₂ emission fra el og varme i et kraftvarmeanlæg fordeles som følger:

$$\text{CO}_2 \text{ udledt varme} = (\text{Varmeproduktion}/2) \times \text{CO}_2 \text{ udledningsfaktoren brændslet}$$

$$\text{CO}_2 \text{ udledt elproduktion} = \text{CO}_2 \text{ total udledt} - \text{CO}_2 \text{ udledt varme}$$

En del af den producerede energi til både el og fjernvarme er baseret på affald. Ved beregning af CO₂- emissionen fra affaldsforbrændingsanlæg er der i Energinet dk's emissionsfaktor anvendt en emissionsfaktor på 17,6 kg CO₂/GJ produceret ved hjælp af affald. I forbindelse med et LCA- studie udført for affald Danmark, som bl.a. tager udgangspunkt i konkrete målte affaldssammensætninger, kom det frem, at emissionsfaktoren formentligt mere korrekt ligger på 34 kg ækvivalent CO₂ pr. GJ. Hvis denne emissionsfaktor anvendes for affald medfører det, at Energinet dk's emissionsfaktor skal korrigeres med en faktor 1,01 i 2005.

Emissionsfaktoren der er anvendt til beregning af CO₂ emissionen fra elforbrug i Københavns Kommune bliver dermed $1,01 \times 536 = \underline{541 \text{ kg CO}_2/\text{MWh}}$.

Som udgangspunkt kan der ikke ved brug af Tier 1 i CO₂ beregneren godskrives for produktionen af VE elektricitet i Københavns Kommune. Efter aftale med kommunen er der dog manuelt foretaget en beregning af godskrivningen svarende til den metode der anvendes ved Tier 2 i CO₂ beregneren. Denne beregnede godskrivning er dog ikke indregnet i den samlede opgørelse af CO₂ emissionen fra Københavns kommune i fig.1 og tabel 1, men er medtaget for at have mulighed for at sammenligne med andre kommuner såfremt de foretager godskrivning.

Godskrivningen sker ved, at kommunens VE-elproduktion efter inkludering af nettab modregnes kommunens elforbrug. Ved samtidig at trække kommunens VE-elproduktion ud af den gennemsnitlige emissionsfaktor for det samlede elnet³ undgås det, at VE-elproduktionen i kommunen dobbeltkonteres. Dette er illustreret nedenfor, hvor der her er taget udgangspunkt i perioden 2005-2009, hvor Københavns Kommune vil være en del af det afgrænsede Østdanske elnet.

$$CO_{2el,VEkorrig} = [Elf_{KK} - VEprod_{KK} (1 - nettab)] \cdot \left[\frac{Elf_{\text{ØstDK}} \cdot EF_{\text{ØstDK,an forbr}}}{Elf_{\text{ØstDK}} - VEprod_{KK} (1 - nettab)} \right]$$

Hvor CO_{2el,VEkorrig} er CO₂-emissionen fra elforbruget i KK korrigeret for VE-elproduktion, Elf_{KK} er elforbruget i KK, VEprod_{KK} er den samlede VE-elproduktion på anlæg inden for KK's grænser, nettab er det samlede transmissions- og distributionstab i elnettet opgjort af Energinet.dk (0,07 svarende til 7 %), Elf_{ØstDK} er det samlede elforbrug i Østdanmark opgjort af Energinet dk (13.483.000 MWh/år i 2005) og EF_{ØstDK,an forbr} er den gennemsnitlige emissionsfaktor for Østdanmark ved forbruger korrigeret for den nye affaldsemissionsfaktor (541 kg CO₂/MWh i 2005).

Det kan bemærkes, at hvis VE-elproduktionen sættes til nul, bliver udtrykket reduceret til $CO_{2el,VEkorrig} = Elf_{KK} \cdot EF_{\text{ØstDK,an forbr}}$, hvilket svarer til en beregning uden korrektion for VE-el i kommunen.

³ For Københavns Kommune vil det omgivende elnet være det Østdanske fra 2005-2009 og fra 2010 det samlede danske elnet som følge af etableringen af Storebæltskablet.

VE-electricitet er opgjort til:

Tabel 3: VE-elproduktion i Københavns kommune, 2005

Forsyningsform	Del af det samlede elforbrug i MWh/år
Solceller	330
Vindmøller	95.929
Affald	147.895
Biomasse	173.883
I alt	418.037

I opgørelse af VE-elproduktionen er medtaget den produktion som Københavns Kommune har påvirket til at blive gennemført.

El-produktionen fra solceller er opgjort af DONGenergy. Elproduktionen fra vindmøller inkluderer Middelgrunden og øvrige vindmøller i Københavns kommune. VE-el fra affald er oplyst i Amagerforbrændingens årsrapport fra 2005. Biomasse elproduktionen er oplyst dels i Amagerværkets grønne regnskab, iden den grønne andel er omregnet pba. energiindhold og dels i elproduktionen fra renseanlæg oplyst i Lynettefællesskabets grønne regnskab i 2007.

Ved godskrivningen for affaldsbaseret VE medregnes dog kun den del af elproduktionen der kan regnes CO₂ neutral. Det betyder at der ikke kan korrigeres for den del af affaldet der er baseret på fossile brændsler som f.eks. plastic.

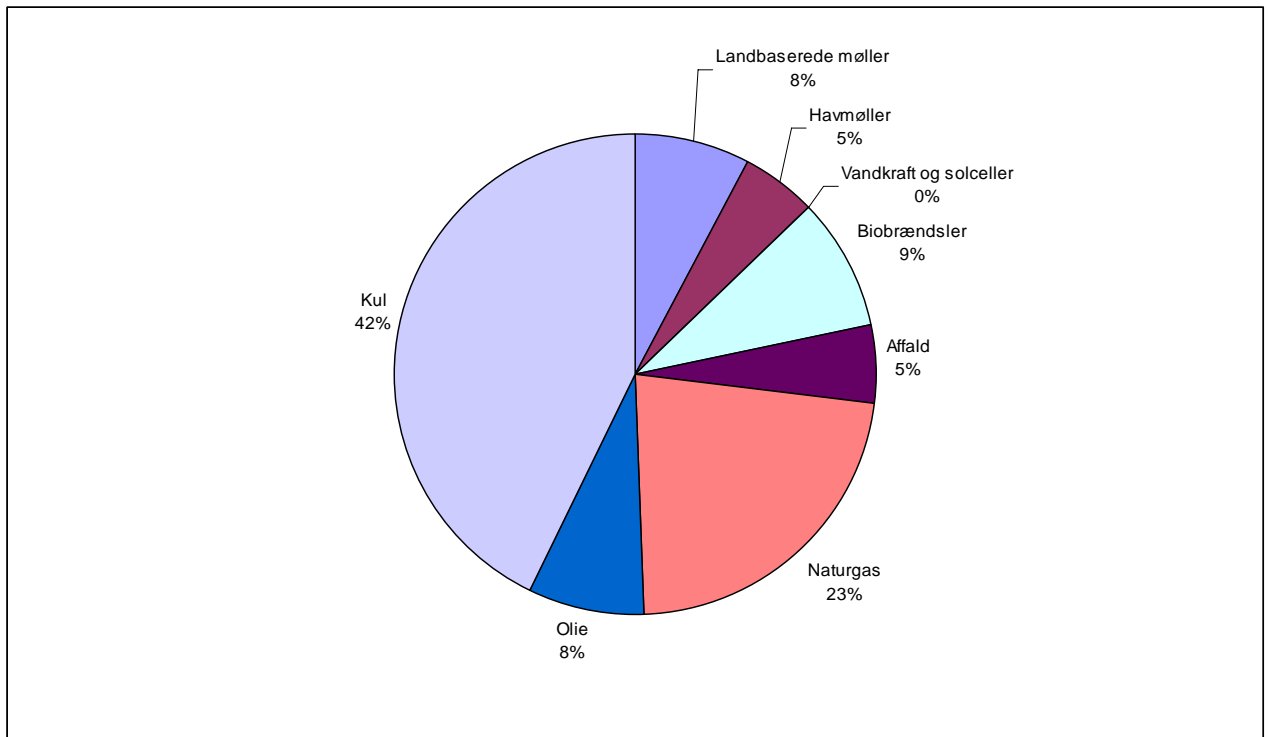
Den ikke-CO₂ neutrale andel af affaldet svarer til en emission i 2005 på 34 kg CO₂/GJ ud af en samlet CO₂ emission fra affaldsforbrænding på 112,1 kg CO₂/Gj (jfr. DMUs emissionsfaktorer, www.dmu.dk).

Det betyder at $1 \div (34/112,1) \times 100 = 70 \%$ af el produktionen fra affald kan regnes som VE-el. Da den samlede elproduktion fra affald var 211.279 MWh i 2005, udgør VE-el 70 % heraf, svarende til 147.895 MWh.

Den samlede CO₂ emission fra elforbrug i Københavns Kommune, godskrevet for VE-elproduktion bliver hermed **1.136.531 tons CO₂/år**.

Fordelingen af elforbruget på forsyningsform er vist i figur3. Fordelingen er opgjort ud fra Energinet dk's oplysninger om brændselsfordelingen for Øst-danmark i miljørapporten fra 2005.

Fig. 3. Fordeling af elforbruget på forsyningsform i Københavns Kommune, 2005



4 Fjernvarmeforbrug

Det samlede fjernvarmeforbrug og CO₂ emissionen fra fjernvarme er beregnet efter Tier 1. Emissionen er ved brug af 200% metoden i Københavns Kommune er for 2005 opgjort til:

Tabel 4: Fjernvarmeforbrug og CO₂ emission fra fjernvarme i Københavns Kommune, 2005 beregnet efter 200 % metoden

Fjernvarme medie	Forbrug i MWh/år	Emissionsfaktor ved brug af 200% metoden, i gCO ₂ /kWh	Emission tons CO ₂ /år
Vand	3.270.425	132 (jf. KE)	
Damp	916.667	136 (jf KE)	
I alt	4.187.092	146 (vægtet og korrigeret)	611.315

Oplysninger om fjernvarmeforbrug og emissionsfaktorer for henholdsvis vand og damp er leveret af KE. Emissionsfaktoren på 146 g CO₂/kWh er beregnet ud fra KEs tal som en gennemsnitlig, vægtet emissionsfaktor for vand og damp, og er yderligere korrigeret med en faktor 1,10 på grund af den højere emissionsfaktor for affald (se forklaring under elforsyning). Korrektionsfaktoren for varmeforbruget er væsentligt højere end for elforbrug, fordi den lokale fjernvarmeforsyning i København har en væsentlig højere brændselsandel af affald end den østdanske elproduktion.

5 Individuel opvarmning og procesvarme

5.1 Husholdninger og Handel og service

CO₂ emissionen fra individuel opvarmning i Handel og service er opgjort ved Tier 1 i CO₂ beregneren. Det betyder at landsemissionen fra Handel og Service som er opgjort af DMU for 2005 er fordelt efter indbyggertal, korrigeret for fjernvarmedækningsgraden som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\begin{aligned} & \text{Landsemissionen} * N_{\text{indbyg,kbh}} (1-0,98)/N_{\text{indbyg,dk}}(1-0,46) \\ & = 913.000 \text{ tons CO}_2/\text{år} * 509.861 (1-0,95)/5.475.791 (1-0,46) \\ & = \mathbf{3.149 \text{ tons CO}_2/\text{år}} \end{aligned}$$

hvor:

$$\begin{aligned} N_{\text{indbyg, kbh}} &= \text{antal indbyggere i Københavns Kommune i 2005} \\ N_{\text{indb,dk}} &= \text{antal indbyggere i Danmark i 2005} \\ \text{Fjernvarmedækningsgraden i Københavns kommune i 2005} &= 0,98 \\ \text{Fjernvarmedækningsgraden i Danmark i 2005} &= 0,46 \end{aligned}$$

CO₂ emissionen fra individuel opvarmning af husholdninger er opgjort ved hjælp af Tier 2 i CO₂ beregneren. Det betyder at emissionen er beregnet ud fra et gennemsnitligt varmebehov pr. bolig (beregnet ud fra fjernvarmeforsyningen/antal boliger der er fjernvarmeforsynede) som følger:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ emission} &= \text{gennemsnitligt varmebehov pr. bolig} * (\text{antal boliger med NG} \\ & * \text{emissionsfaktoren for NG/virkningsgraden for naturgasfyr} + \text{antal boliger} \\ & \text{med oliefyring} * \text{emissionsfaktor for olie/virkningsgraden for oliefyr} + \text{antal} \\ & \text{boliger med øvrig opvarmning} * \text{emissionsfaktor øvrig opvarmning} \\ & \text{virkningsgraden for øvrig opvarmning}) \end{aligned}$$

Tabel 5: Varmeforbrug og CO₂ emissioner ved individuel opvarmning af boliger

Opvarmningsform	Antal boliger	Virkningsgrad	Emissionsfaktor tons CO ₂ /MWh	Forbrug MWh/år	Beregnet CO ₂ emission tons/år
Fjernvarme	260.764			4.187.092	
Naturgas	2	0,9	0,205	32	7
Olie	6.764	0,7	0,281	108.609	43.599
Elovn/elvarme	2.649	1,0	0,536	42.535	22.799
Andre ovne (brændeovne mv.)	3.094	1,0	0,141	49.680	7.005
I alt individuel opvarmning af boliger	12.509			200.857	73.410

Alternativ opgørelse ud fra KE estimat af energiforbrug til individuel opvarmning

CO₂ emissionen kan alternativt opgøres ud fra et estimeret varmekonsum. Ifølge oplysninger fra KE er den samlede fjernvarmedækning i Københavns Kommune 98%. Dvs. ca. 2 % af varmebehovet dækkes af individuel opvarmning. Da det samlede fjernvarmekonsum er opgjort til 4.187.092 MWh i 2005, udgør individuel opvarmning ca. $(4.187.092/0,98) \times (1-0,98) = 85.450$ MWh/år. Hvis dette forbrug fordeles procentvis på opvarmningsform som angivet i tabel 5, fås en CO₂ emission som vist i tabel 6.

Tabel 6: CO₂ emission ved individuel opvarmning opgjort ud fra KE estimat af energiforbrug

Opvarmningsform	Antal boliger	Andel af individuel opvarmning	Estimeret varmekonsum MWh/år	Emissionsfaktor tons CO ₂ /MWh	Virkningsgrad	Beregnet CO ₂ emission tons/år
Naturgas	2	0%	14	0,205	0,9	3
Olie	6.764	54%	46.205	0,281	0,7	18.549
Elovn/elvarme	2.649	21%	18.096	0,536	1,0	9.700
Andre ovne (brændeovne mv.)	3.094	25%	21.135	0,141	1,0	2.980
I alt individuel opvarmning af boliger	12.509	100%	85.450			31.232

Det er CO₂ emissionen opgjort som i tabel 6, der er anvendt i fremskrivning af CO₂ emissionerne i Københavns Kommune, idet det vurderes at KE har pålidelige estimater over fjernvarmedækningen på 98% og dermed over det totale varmemeforbrug i Københavns Kommune. Summen af fjernvarmeforbrug og individuelt varmemeforbrug skal derfor stemme med KEs informationer om det samlede forbrug som også anvendes i varmeplanlægningen i Københavns Kommune.

5.2 Individuel opvarmning og procesvarme i industrien

CO₂ emissionen fra individuel opvarmning og procesvarme i industrien er opgjort ud fra Tier 1 i CO₂ beregningen. Det betyder at emissionen er opgjort ved fordeling af landsemissionen ud fra indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$(\text{Landsemissionen i DK} \div \text{emissionen fra de 8 største virksomheder i DK}) * N_{\text{indbyg,kbh}} / N_{\text{indbyg,dk}} = 2.779.000 * 509.861 / 5.475.791 = \mathbf{258.758 \text{ tons CO}_2/\text{år}}$$

hvor:

$N_{\text{indbyg,kbh}}$ = antal indbyggere i Københavns Kommune i 2005

$N_{\text{indb,dk}}$ = antal indbyggere i Danmark i 2005

Emissionen fra de 8 største virksomheder fratrækkes landsemissionen for at opnå en bedre tilnærmelse til en gennemsnitskommune. De virksomheder hvor emissionen er trukket ud af landstallet er:

Aalborg Portland
 Rockwool
 Holmegaard
 Haldor Topsøe
 Danisco
 Dansteel
 Dalum papir
 Marcicogen

Da ingen af de nævnte virksomheder har produktion i Københavns Kommunen er der ikke tilføjet emissionen fra en af de 8 virksomheder.

Alternativ opgørelse af CO₂ emissionen ud fra KE estimater

KE vurderer, at den emission, der er beregnet ud fra landsgennemsnittet ovenfor er alt for høj. KE anslår, at brændselsforbruget til industriel procesvarme i Københavns Kommune maksimalt udgør i størrelsesordenen 1/3 af bygasforbruget, som er opgjort til 82.000 MWh i 2005⁴. Det skønnes derfor, at brændsels-

⁴ Thomas Hartmann, KE, samtale d. 12/11-2008

forbruget til individuel opvarmning i industrien kun udgør ca. 30.000 MWh/år. Med en antaget emissionsfaktor på 228 kg CO₂/MWh svarende til den anvendte for naturgasfyr (korrigeret for virkningsgraden 0,9), bliver emissionen i størrelsesordenen **7.000 tons CO₂** i 2005. Det er denne emission, der er anvendt i fremskrivningen af CO₂ emissionerne i Københavns Kommune.

5.3 Individuel opvarmning landbrug og gartnerier

Emissionen fra landbrug og gartnerier er 0 i Københavns Kommune.

6 Bygas

Bygas primært til madlavning, bidrager med en lille del Københavns Kommunes CO₂ udledning fra individuelt brændselsforbrug. Emissionen fra bygas er opgjort efter Tier 2. Ifølge oplysninger fra KE var forbruget i 2005 ca. 82.000 MWh. Med en emissionsfaktor på 234 kg CO₂/MWh bliver emissionen 19.188 tons CO₂.

7 Trafik

7.1 Vejtrafik

CO₂ emissionen fra vejtrafik er opgjort ud fra Tier 3 i CO₂ beregneren, dvs. opgørelsen er baseret på et trafikarbejde mio. km/år fordelt på køretøjskategorier som er opgjort af Københavns Kommune. Trafikarbejdet er ganget med en emissionsfaktor for bytrafik for 2005 fra DMU.

Tablet 7: Trafikarbejde og CO₂ emission fra biltrafik og motorcykler i Københavns kommune, 2005

Køretøjskategori	Trafikarbejde i 2005, mio. km/år	Emissionsfaktor g CO ₂ /km	CO ₂ emission, tons/år
Personbiler	1263	221	279.123
Varebiler	181	274	49.594
Lastbiler	42	822	34.524
Busser	36	882	31.752
Knallerter	0	65	0
Motorcykler	16	96	1.536
I alt			396.529

7.2 Togtrafik

CO₂ emissionen fra togtrafik er opgjort ud fra Tier 3 i CO₂ beregneren, dvs. opgørelsen er baseret på aktuelt trafikarbejde med tog i Københavns Kommune. Emissionen er beregnet ved at gange emissionsfaktorer fra Trafikministeriets Model TEMA2000 på trafikarbejdet. For eldrevne tog er dog anvendt emissionsfaktoren 541 kg CO₂/MWh som er beregnet i afsnit 3.

Tabel 8: Trafikarbejde og CO₂ emission fra diesel tog i Københavns Kommune, 2005

Togkategori	Trafikarbejde i 2005, km/år	Emissionsfaktor g CO ₂ /km	CO ₂ emission, tons/år
IC3 intercity	297.475	4.095	1.218
IC3 lyn	148.738	2.444	364
IC3 reg	152.189	4.935	751
MEreg81	76.095	7.656	583
MEreg78	76.095	2.352	179
Godstog	4.019	22.500	90
I alt			3.185

Elforbruget til tog er opgjort i tabel 9, ud fra oplysninger fra DSB

Tabel 9 Elforbrug og CO₂ emissioner for eldrevne tog i 2005

Togtype	Elforbrug i 2005, MWh	Emissionsfaktor, kg CO ₂ /MWh	CO ₂ emission fra eldrevne tog i 2005, tons/år
S-tog	51.880	541	28.067
Metro	10.698	541	5.788
Passagertog	20.291	541	10.977
Godstog	1.415	541	766
I alt			45.598

Den samlede CO₂ emission fra togtrafik kan hermed opgøres til 3.185 + 45.598 = **48.783 tons CO₂/år** i 2005

7.3 Flytrafik

CO₂ emissionen fra flytrafik er opgjort ud fra Tier 1 i CO₂ beregneren, dvs. landsemissionen er fordelt efter indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\text{Landsemissionen i DK} * N_{\text{indbyg,kbh}} / N_{\text{indbyg,dk}} = 128.000 * 509.861 / 5.475.791 = \mathbf{11.918 \text{ tons CO}_2/\text{år}}$$

hvor:

$N_{\text{indbyg,kbh}}$ = antal indbyggere i Københavns Kommune 1. januar 2005

$N_{\text{indb,dk}}$ = antal indbyggere i Danmark 1. januar 2005

Landsemissionen i ovennævnte beregning omfatter kun indenrigstrafik i overensstemmelse med den opgørelses metode der anvendes af DMU ved beregning af de nationale emissioner.

7.4 Skibstrafik (rutetrafik)

CO₂ emissionen fra skibstrafik er opgjort ud fra Tier 1 i CO₂ beregneren, dvs. landsemissionen er fordelt efter indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\text{Landsemissionen i DK} * N_{\text{indbyg,kbh}} / N_{\text{indbyg,dk}} = 469.000 * 509.861 / 5.475.791 = \mathbf{43.670 \text{ tons CO}_2/\text{år}}$$

hvor:

$N_{\text{indbyg, kbh}}$ = antal indbyggere i Københavns Kommune 1. januar 2005

$N_{\text{indb,dk}}$ = antal indbyggere i Danmark 1. januar 2005

Landsemissionen i ovennævnte beregning omfatter kun indenrigstrafik i overensstemmelse med den opgørelses metode der anvendes af DMU ved beregning af de nationale emissioner.

7.5 Fiskeri

CO₂ emissionen fra fiskeri er 0 i Københavns Kommune

7.6 Non-road industri

Non-road industri omfatter emissioner fra brændstofforbrug i ikke-vejgående maskiner som gravemaskiner, trucks etc. der anvendes i f.eks. byggeprojekter, metro arbejde mv.

CO₂ emissionen fra non-road industri er opgjort ud fra en modificeret Tier 1 metode i forhold til CO₂-beregneren, idet landsemissionen er fordelt efter Københavns kommunes andel i byggeomkostningerne i Danmark i stedet for efter indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\text{Landsemissionen i DK} * N_{\text{byggeomk.,kbh}} / N_{\text{byggeomk.,dk}} = 912.000 * 7.119.000 / 210.817.000 = \mathbf{30.797 \text{ tons CO}_2/\text{år}}$$

hvor:

$N_{\text{byggeomk., kbh}}$ = Københavns Kommunes byggeomkostninger 2005 i kr.

$N_{\text{byggeomk.,dk}}$ = Danmarks byggeomkostninger i 2005 i kr.

Oplysninger om byggeomkostninger er fundet i Danmarks Statistik, tabel GF4.

7.7 Non-road landbrug og skovbrug

Non-road landbrug og skovbrug er 0 i Københavns Kommune.

7.8 Non-road have/hushold

Non-road have/hushold omfatter emissioner fra brændstofforbrug i ikke-vejgående maskiner som græsslåmaskiner, fræsere etc.

CO₂ emissionen fra non-road industri er opgjort ud fra en modificeret Tier 1 i CO₂ beregneren, idet landsemissionen er fordelt efter Københavns Kommunes andel af parcel-, række-, kæde-, dobbelthuse og døgninstitutioner, i stedet for efter indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\text{Landsemissionen i DK} * N_{\text{huse, kbh}} / N_{\text{huse, dk}} = 297.000 * 22.259 / 1.591.726 =$$

4.153 tons CO₂/år

hvor:

$N_{\text{huse, kbh}}$ = antal parcel-, række-, kæde-, dobbelthuse og døgninstitutioner i Københavns Kommune 1. januar 2005

$N_{\text{huse, dk}}$ = antal parcel-, række-, kæde-, dobbelthuse og døgninstitutioner i Danmark 1. januar 2005

8 Procesemissioner

8.1 Industrielle processer

Procesemissioner omfatter de CO₂ emissioner der fremkommer ved industrielle processer og som ikke skyldes et brændselsforbrug. CO₂ emissionen fra processer er opgjort efter Tier 2 i CO₂ beregneren.

I Københavns Kommune er der kun 1 virksomhed med procesemission, nemlig Amagerværket, som bruger kalk (CaCO₃) i røggasrensningen. Kalk afspalter CO₂ under processen. Emissionen beregnes som forbrugt mængde kalk * emissionsfaktor for CO₂ afgivelse fra kalk fra DMU.

Tabel 10. CO₂ emission fra brug af kalk i røggasrensning på Amagerværket

Kalkforbrug 2005, tons/år	Emissionsfaktor, tons CO ₂ /tons kalk	Emission, Tons CO ₂ /år
8.508	0,44	3.743

8.2 Raffinaderier og flaring

Emissionen fra raffinaderier og flaring er 0 i København.

8.3 Opløsningsmidler

Opløsningsmidler, VOC'er er også en klimagas og giver derfor et CO₂ ekvivalent bidrag.

CO₂ emissionen fra opløsningsmidler er opgjort ud fra Tier 1 i CO₂ beregneren, dvs. landsemissionen er fordelt efter indbyggertal som følger:

Emissionen i Københavns kommune =

$$\text{Landsemissionen i DK} * N_{\text{indbyg.kbh}} / N_{\text{indbyg.dk}} = 33.100 * 509.861 / 5.475.791 = \mathbf{3.082 \text{ tons CO}_2/\text{år}}$$

hvor:

$N_{\text{indbyg, kbh}}$ = antal indbyggere i Københavns Kommune 1. januar 2005
 $N_{\text{indb, dk}}$ = antal indbyggere i Danmark 1. januar 2005

9 Landbrug

Emissioner fra landbrug og skovbrug er 0 i Københavns Kommune

10 Arealanvendelse

10.1 Etablering af vådområder

Der er ikke etableret nye vådområder i Københavns Kommune.

10.2 Parker og vejtræer

Der er de sidste 3 år (2005-2007) oppløjet 139.245 m² græsarealer, svarende til ca. 5 ha/år i gennemsnit. Effekten af dette på CO₂ optag er forsvindende og kan ikke registreres i CO₂ beregneren.

10.3 Forbrug af handelsgødning, kalk og spagnum

Forbruget af handelsgødning, kalk og spagnum og den tilhørende CO₂ emission er opgjort på Tier 2 i CO₂ beregneren.

Tabel 11. CO₂ emission fra brug af handelsgødning, kalk og spagnum i kommunale anlæg

	Forbrug i kommunale anlæg i 2005	CO ₂ emission i tons/år
Handelsgødning	60.942 kg	347
Kalk (CaCO ₃)	200 kg	0
Spagnum	190 m ³	40
I alt		387

10.4 Skove

Der har ikke været skovrejsning af betydning i Københavns Kommune i 2005.

11 Affald

Der er for Københavns Kommune foretaget en detaljeret beregning af CO₂ emissionen fra affaldsdeponering ud fra detaljerede oplysninger om mængden af gasdannende affald, der er deponeret på AV Miljø. Opgørelsen er baseret på en Tier 3 opgørelse, idet methan emissionen fra lossepladser er omregnet til den CO₂ mængde der opstår ved opsamling og afbrænding af lossepladsgassen.

Vurderingen omfatter kun det CO₂ - udslip der er knyttet til opsivning og omsætning af metan genereret af den organiske del af det deponerede affald. CO₂ emission fra maskinanvendelsen er indeholdt i tallet for non-road industri i afsnit 7.6. Som beskrevet i AV-Miljø's årsrapporter er gasgenereringen fra det affald, der deponeres på AV Miljø i dag meget begrænset, og det vurderes ud fra de foretagne fluxkammermålinger, at den opsivende metan vil blive omsat til CO₂ i afdækningslagene. Det er forudsat, at dette i princippet også har været tilfældet fra de tidligere års deponeringer, da mængden af gasgenererende affald til losseplads lovgivningsmæssigt har været begrænset i mange år, og da mængden af dannet gas fra affald deponeret før dette på nuværende tidspunkt er meget lille.

Ved beregningen tages der heller ikke højde for, at affaldsmængden til deponering har ændret sig over tid. Ifølge AV Miljø's årsrapport har den samlede deponerede mængde været stort set konstant de seneste 5 år. Formentligt har mængden fra Københavns Kommune været lidt stigende gennem den periode, der giver anledning til gasdannelse i dag, hvilket medfører, at den foretagne estimation mængdemæssigt er overestimeret. Dette vil være med til at kompensere for, at restproduktion af gas fra tidligere deponerede mængder af gasdannende affald ikke indregnes. Fejlen ved ikke at tage hensyn til dette, må derfor alt i alt anses for meget lille.

Oplysninger om mængder og sammensætning af det deponerede affald fra Københavns Kommune er hentet i AV Miljø's årsrapport fra 2007, mens nødvendige oplysninger om udformning af cellerne er hentet fra baggrundsrapporten.

Der er i 2007 deponeret de i Tabel 12 angivne typer og mængder af affald på AV Miljø. Heri er ikke indregnet den midlertidige opbevaring af forbrændingsegnet affald, der løbende tilbageføres til forbrændingsanlæggene.

Af de i Tabel 12 nævnte affalds typer er der på basis af oplysninger fra IPCC lossepladsmodel samt informationer fra livscyklusanalyseværktøjet

EASEWASTE regnet med, at der er et potentielt om end lavt gasgenererende indhold i de affaldstyper, der i tabellen er markeret med fed skrift.

Idet det er antaget, at mængderne for 2007 er typiske, kan den heraf genererede gasmængde beregnes ved hjælp af IPPC's lossepladsmodel.

Den årligt genererede gasmængde regnes her som den samlede gasmængde genereret ud fra den i Tabel 12 givne affaldsmængde af hver af de relevante typer over modellens 80-årige periode. Det er selvfølgelig ikke korrekt, men ved at beregne det på denne måde tages der samtidigt højde for den gasmængde, der det pågældende år genereres som følge af affald deponeret i de foregående år (under forudsætning om uændrede affaldsmængder og sammensætninger fra år til år).

Det er regnet med, at der ikke sker en væsentlig indbygning af carbon i afdækningslagenes biomasse i forhold til den totale mængde, og der regnes med gasen består af ca. 55 % metan og ca. 45 % CO₂ inden oxidationen.

Ud fra ovennævnte forudsætninger kan det beregnes, at det deponerede affald per år vil genere ca. 515 tons metan, hvilket vil omsættes til ca. 1.415 tons CO₂. Herudover vil gassen i sig selv indeholde ca. 1.730 tons CO₂, i alt knap 3.150 tons CO₂.

Idet Københavns Kommunes affald udgør 43,7 % af den samlede mængde, svarer det til at der fra Københavns Kommunens affald genereres **1.377 tons CO₂**.

Tabel 12. AV Miljø. Affaldstyper og -mængder modtaget til deponering i 2007

Affaldstype	Deponeret mængde, ton
Storaffald	191
Sand fra sandblæsning	237
Sand, industri	235
Industri, andet	5.688
PVC specialdeponeret	10
Imprægneret træ specialdeponeret	131
PVC	418
Trykimprægneret træ	39
Asbestholdigt affald type 2	2.253
Asbestholdigt affald type 3	823
Bygningsaffald	1.456
Flyveaske fra forbrændingsanlæg	98
Slagger fra forbrændingsanlæg	548
Slagger i øvrigt	924
Oprens affaldsforbrænding - ristegods og brokker	30
Slamaske	0
Sand, spildevandsrensning	20
Slam spildevandsrensning	1.696
Slaggeholdig jord	657

Boreslam	1.887
Olieforurenet jord max 2%	18
Tungmetal forurenet jord	0
Mekanisk forurenet jord	58
Forurenet jord, i øvrigt	95
Gadefej	875
Asfalt	47
Sand, sandfang/vejbrønde	9.078
Fræst asfalt	0
Forurenede sten og brokker	327
Lossepladsfyld	815
Shredderaffald specialdepot	48.882

Referencer:

DTU, Vand & Miljøteknologi (2008): EASEWASTE 2008.

European Communities (2001): Waste Management Options and Climate Change. Final report to the European Commission, DG Environment, udarbejdet af AEA Technology.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): IPCC Spreadsheet for Estimating Emissions of Methane from solid waste Disposal Sites, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

12 Spildevand

CO₂ emissionen fra spildevand er opgjort ved Tier 2 i CO₂ beregneren ud fra følgende data:

Tabel 14. Spildevandsaktiviteter der giver anledning til emission af drivhusgasser (Methan og Lattergas).

Parameter	Værdi i 2005	Enhed
Totalt organisk nedbrydeligt materiale i indløbsspildevandet til kommunale, private og industrielle renseanlæg	32.855	tons BI ₅ /år
Slammængder til forbrænding	16.441	Tons tørstof/år
Slammængder til biogasproduktion	0	Tons tørstof/år
Slammængder til genanvendelse	0	Tons tørstof/år
Fraktion af indbyggere tilsluttet det kommunale spildevandssystem	100	%
Nitrogen i udløbsspildevandet fra renseanlæg	447.000	kg N/år
Nitrogen i udløbsspildevandet fra særskilt industri	0	kg N/år
Nitrogen i udløbsspildevandet fra spredt bebyggelse	0	kg N/år
Nitrogen i udløbsspildevandet fra regnvandsbetingede udløb	9.000	kg N/år
Nitrogen i udløbsspildevandet fra dambrug	0	kg N/år

På baggrund af disse oplysninger er CO₂ bidraget fra spildevand i 2005 beregnet til: **14.262 tons CO₂/år.**

13 CO₂ emission fra Københavns Kommune som virksomhed

13.1 El- og varmeforbrug

El- og Varmeforbruget i Københavns Kommunes virksomhed er opgjort i Kommunens grønne regnskab for 2005. Forbruget er her delt på sektorer og serviceområder inden for kommunen. På baggrund af det angivne el- og varmeforbrug er CO₂ udledningen fra disse aktiviteter beregnet ud fra en Tier 1 metode som følger:

Tablet 15. El- og varmeforbrug samt CO₂ emissioner fra Københavns Kommunes virksomhed

Københavns kommunes virksomhed	Forbrug, 2005, MWh/år	Emissionsfaktor ved 200 % metoden, kg CO ₂ /MWh	CO ₂ emission, tons/år
Elforbrug	112.000	541	60.592
Varmeforbrug	319.000	146	46.574
I alt			107.166

Der er ved beregningen anvendt en vægtet og korrigeret gennemsnits emissionsfaktor for fjernvarme på 146 kg CO₂/MWh jf. forklaringen i afsnit 4.

13.2 Transport

Det har ikke været muligt at skaffe oplysninger om transport og øvrigt energiforbrug i kommunens virksomhed.