

Revision af beregninger af danske VOC emissioner fra opløsningsmidler og husholdninger

Ole Schleicher, Karsten Fuglsang og Jørgen Boje

FORCE Technology

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

| | |
|---|-----------|
| FORORD | 5 |
| SAMMENFATNING | 7 |
| SUMMARY | 11 |
| 1 BAGGRUND | 15 |
| 2 METODE | 17 |
| 3 VOC EMISSION FRA BRUG AF OPLØSNINGSMIDLER | 19 |
| 3.1 DEFINITION AF VOC STOFFER | 21 |
| 4 VOC EMISSION FRA BRUG AF OPLØSNINGSMIDLER | 25 |
| 4.1 METHANOL | 25 |
| 4.2 PROPYLALKOHOL | 29 |
| 4.3 TERPENTIN | 31 |
| 4.4 AMINOOXYGENGRUPPER | 33 |
| 4.5 GLYCEROL | 33 |
| 4.6 PENTAN | 34 |
| 4.7 ETHANOL | 34 |
| 4.8 NAPHTHALEN | 37 |
| 4.9 ACETONE | 40 |
| 4.10 PROPAN OG BUTAN | 41 |
| 4.11 BUTANON | 41 |
| 4.12 GLYCOLETHER | 42 |
| 4.13 ETHYLENGLYCOL | 44 |
| 4.14 FORMALDEHYD | 45 |
| 4.15 TOLUENDIISOCYANAT | 47 |
| 4.16 DIOCTYLPHTHALAT | 47 |
| 4.17 DIETHYLENGLYCOL | 47 |
| 4.18 OVERSIGT OVER ANBEFALEDE ÆNDRINGER | 48 |
| 5 VOC EMISSION FRA BRÆNDEOVNE OG -KEDLER | 49 |
| 5.1 VOC EMISSION FRA TRÆFYRING I SMÅ OVNE OG KEDLER | 50 |
| 5.2 VURDERING OG ANBEFALING FOR EMISSIONSFAKTORER | 53 |
| 5.3 BRÆNDEFORBRUG | 54 |
| 5.4 OPSUMMERING FOR BRÆNDEOVNE OG -KEDLER | 56 |
| 6 KONKLUSION | 57 |
| 6.1 EMISSIONER FRA OPLØSNINGSMIDDELFORBRUG | 57 |
| 6.2 EMISSIONER FRA BRÆNDEOVNE | 58 |
| 7 REFERENCER | 61 |
| 8 BILAGSOVERSIGT | 63 |

Bilag A. DMUs beregnede emissioner for 2006 inddelt efter brancher.

Bilag B. Kilder til damptryk og temperatur i tabel 3.2.

Forord

Miljøstyrelsen iværksatte i august 2008 dette projekt med det formål at gennemgå de foreliggende fremskrivninger af den samlede danske emission af VOC med henblik på at vurdere behovet for justering af beregningerne. I den udstrækning der vil være brug for det, er det desuden formålet at angive, hvor der kan foretages en reduktion af emissionen, således at der sikres en overensstemmelse med emissionsloftet jf. NEC-direktivet.

Projektet er blevet gennemført af FORCE Technology af Ole Schleicher, Karsten Fuglsang og Jørgen Boje.

Projektet har været tilknyttet en styregruppe bestående af:

Ulrik Torp, Miljøstyrelsen, Miljøteknologi (formand)
Charlotte von Hessberg, Miljøstyrelsen, Miljøteknologi
Stine Justesen, Miljøstyrelsen Miljøteknologi
Patrik Fauser, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
Ole-Kenneth Nielsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
Ole Schleicher, FORCE Technology
Karsten Fuglsang, FORCE Technology

Sammenfatning

De seneste beregninger fra december 2006 af emissionen af non-metan flygtige organiske forbindelser (benævnes herefter VOC, selvom NMVOC er mere korrekt), viste, at emissionen fra Danmark i 2010 vil ligge på ca. 89.000 tons. Dette er 4.000 over det emissionsloft på 85.000 tons, der er indeholdt i EU's NEC-direktiv om nationale emissionslofter og Gøteborg-protokollen under Geneve-konventionen om langtrækkende grænse-overskridende luftforurening.

Den beregnede emission på ca. 89.000 tons VOC i 2010 er fordelt på grupperne:

1. 28.000 tons fra brug af opløsningsmidler
2. 20.600 tons fra husholdninger (brændeovne & redskaber i have/hushold)
3. 19.400 tons fra transportsektoren
4. 9.400 tons fra lagring og distribution af brændstoffer
5. 11.600 tons fordelt på: El- og varmeproduktion, fremstillingsindustri, stationære og mobile kilder i landbrug/skovbrug/fiskeri og industrielle processer.

I dette projekt er der udført en gennemgang af grupperne 1 og 2 i den foreliggende opgørelse af den danske emission af VOC, med henblik på at vurdere behovet for justering af beregningerne. For stoffer der opgives med interval, er det dansk praksis for indberetning at anvende den højeste værdi for intervallet, og derved sker der en overestimering af mængden.

Punkt 1 omfatter alle forbrug af VOC, både i industrien, indenfor det offentlige og i husholdninger.

Punkt 2 om VOC fra husholdninger, er primært VOC fra fyring med træ i brændeovne og brændekedler.

Brug af opløsningsmidler

Fremgangsmåden for vurdering af opgørelse af opløsningsmiddelforbruget er følgende:

- Fra DMUs 2006-opgørelse blev de 32 højeste emittenter udvalgt. Disse 32 stoffer/stofgrupper udgjorde mere end 98 % af den samlede opgørelse for VOC-emissioner fra opløsningsmiddelforbruget.
- Der blev foretaget en litteratursøgning efter damptryk og kogepunkt for hver af de 32 VOC'er. Dette blev gjort for at fastslå, om stofferne var omfattet af definitionen i retningslinjerne for rapportering af emissionsopgørelser /7/.
- Af de 32 stoffer blev de 15 VOC'er med de største emissioner udvalgt til en nærmere vurdering. De data, som ligger til grund for det opgjorte forbrug for disse stoffer blev i detaljer drøftet med DMU.
- Ud fra denne gennemgang blev baggrundsdata for ca. 10 stoffer kontrolleret ved gennemgang af kildemateriale (herunder SPIN2000 databasen, som benyttes som "fordelingsnøgle" til at opgøre det samlede forbrug ud på de enkelte brancher), kontakt til Danmarks Statistik, Skat, og en lang række danske virksomheder med et kendt og signifikant forbrug af de pågældende VOC'er.

Undersøgelsen viste, at fire VOC'er faldt udenfor VOC definitionens grænse for damptryk, hvor kun stoffer med damptryk større end 0,01 kPa skal medtages. De fire VOC'er er glycerol, toluendiisocyanat, dioctylphthalate og diethylenglycol, og de anbefales helt fjernet fra opgørelsen.

Aminooxygengruppen omfatter 81 stoffer, og der er ved stikprøver søgt kogepunkt og damptryk for 26 af disse stoffer. Heraf er der kun fundet damptryk og kogepunkter for 3 af stofferne. Damptrykket var i alle 3 tilfælde under 0,01 kPa. Da alle stofferne er relativt højmolekylære, og en del er salte, findes det ikke sandsynligt, at nogen af aminooxygen-stofferne skal klassificeres som VOC'er, og de anbefales derfor helt fjernet fra opgørelsen.

For flere andre stoffer, specielt methanol, naphthalen, propan, butan, ethylenglycol og formaldehyd er der fundet dokumentation for at anbefale at anvende lavere emissioner i opgørelsen. Baggrunden er dels uoverensstemmelser mellem det faktiske forbrug i industrien og opgørelserne fra Danmarks Statistik, samt forbrug og fordeling på brancher i SPIN 2000.

Ved undersøgelsen af forbruget af propylalkohol og ethanol til sprinklervæske, er der fundet, at sprinklervæske kan antages udelukkende at være produceret ud fra importeret ethanol, der er importeret under kategorien Anti frost præparater. Denne kategori har hidtil ikke været medtaget i VOC-opgørelsen, og den anbefales medtaget i kommende opgørelser. Mængden på 4.500 t/år er et anslået tal fra en importør, og bedre tal kan hentes fra DK Statistik.

Tabel 4-34 viser en samlet oversigt over VOC-opgørelsens emissioner, anbefalinger til ændringer og den derved reviderede emission.

| | VOC-opgørelse Emission t/år | Anbefalede ændringer t/år | Revideret Emission t/år |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Methanol | 4.777 | 3.170 | 1.607 |
| Propylalkohol | 4.167 | 0 | 4.167 |
| Terpentin | 3.940 | 0 | 3.940 |
| Aminooxygengruppen | 2.865 | 2.865 | 0 |
| Glycerol | 2.630 | 2.630 | 0 |
| Pentan | 2.331 | 0 | 2.331 |
| Ethanol | 2.166 | 0 | 2.166 |
| Ethanol - sprinklervæske | 0 | - 4.500 | 4.500 |
| Naphthalen | 1.768 | 1.756 | 12 |
| Acetone | 1.297 | 0 | 1.297 |
| Propan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butanon | 676 | 0 | 676 |
| Glycolether | 622 | 0 | 622 |
| Ethylenglycol | 610 | 451 | 159 |
| Formaldehyd | 503 | 360 | 163 |
| Toluendiisocyanat | 199 | 199 | 0 |
| Dioctylphthalat | 61 | 61 | 0 |
| Diethylenglycol | 10 | 10 | 0 |
| Øvrige stoffer | 2.105 | 0 | 2.105 |
| SUM: | 32.727 | 7.668 | 25.079 |

Tabel 0-1. Samlet oversigt over VOC emissioner og anbefalede ændringer for kategorien brug af opløsningsmidler

Samlet er der anbefalinger til reduktion i VOC emissionen på 12.168 t/år, men da der er fundet et uregistreret forbrug af ethanol til sprinklervæske på ca. 4.500 t/år, bliver den resulterende anbefalede reduktion på 7.668 t/år. Det svarer til ca. 23 % af den beregnede emission fra brug af opløsningsmidler.

VOC fra husholdninger

VOC emissionen fra husholdninger, som omfatter brændeovne mv. og redskaber i have/hushold, er opgjort til 20.600 tons for 2006. Heraf er de 17.109 tons fra opvarmning, mens de resterende 3.500 ton er fra redskaber i have/hushold, mv. som primært er brændstoffer til græsslåmaskiner og lignende.

Ud af VOC emissionen fra opvarmning på 17.109 t/år udgør mindre træ og halm fyrede ovne og kedler 98 % af emissionen, og heraf er brændefyrede ovne og kedler de mest betydende, med en VOC emission på 15.027 t/år.

Denne del af gennemgangen er derfor koncentreret til at omfatte brændefyrede ovne og kedler.

De anvendte emissionsfaktorer og brændeforbrug der er anvendt i VOC-opgørelsen vurderes, og det undersøges om specielt emissionsfaktorerne kan anses for at være repræsentative for danske forhold, og eventuelle bedre værdier foreslås.

VOC-opgørelsen for brænde er baseret på Energistyrelsens opgørelse over det årlige brændeforbrug, samt antal og fordeling af forbruget på forskellige typer ovne og kedler, som er tildelt emissionsfaktorer baseret på opgivelserne i CORINAIR, som det fremgår af nedenstående tabel.

| 2.006 | Energiforbrug | | VOC | | VOC |
|-------------------|------------------|-----------|-----------------|------|----------|
| | Træ og træpiller | | Emissionsfaktor | | Emission |
| | GJ | t/år | g/GJ | kg/t | t/år |
| Træforbrug | | | | | |
| Gammel ovn | 3.670.330 | 249.682 | 1.200 | 18 | 4.404 |
| Nyere ovn | 6.469.192 | 440.081 | 1.200 | 18 | 7.763 |
| Moderne ovn | 2.085.812 | 141.892 | 250 | 4 | 521 |
| Ny moderne ovn | 0 | 0 | 125 | 2 | 0 |
| Anden ovn | 297.097 | 20.211 | 1.200 | 18 | 357 |
| Gl. kedel m. akk. | 2.131.277 | 144.985 | 400 | 6 | 853 |
| Gl. kedel u. akk. | 1.408.343 | 95.806 | 400 | 6 | 563 |
| Ny kedel m. akk. | 2.221.251 | 151.106 | 20 | 0,3 | 44 |
| Ny kedel u. akk. | 1.427.059 | 97.079 | 250 | 4 | 357 |
| Pillekedel | 8.213.503 | 558.742 | 20 | 0,3 | 164 |
| Sum, uden piller | 19.710.361 | 1.340.841 | | | |
| Sum, inkl. piller | 27.923.864 | 1.899.583 | | | 15.027 |

Tabel 0-2. VOC emissionsopgørelse for træfyring i ovne og kedler

Der er meget store usikkerheder forbundet med denne opgørelse, fordi der ikke findes eksakt viden om de enkelte indgående størrelser. Der er derfor foretaget flere antagelser, som har meget stor betydning for emissionen, og disse antagelser kunne ligeså godt være foretaget anderledes.

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) anvender den samme høje emissionsfaktor for grupperne Gammel ovn og Nyere ovn, hvor Teknologisk

Institut tydeligt forudsætter, at emissionerne fra Nyere ovn er væsentligt lavere end fra Gammel ovn, samt at effektiviteten er væsentligt større. Det hænger i høj grad hænger sammen med at Nyere ovne er testet efter DS 887.

De relativt få målinger der er fundet som dækker Nyere ovne, viser langt lavere emissioner af NMVOC, end den anvendte emissionsfaktor på 1.200 g/GJ fra CORINAIR. Middelværdierne for NMVOC emission i de to undersøgelser er henholdsvis 240 g/GJ og 60 g/GJ, og på den baggrund burde de klassificeres som CORINAIRs Advanced stoves, med en emissionsfaktor på 250 g/GJ. Hvis den anvendes i opgørelsen, vil den samlede emission for brændefyring i opgørelsen for 2006 reduceres med ca. 6.146 t, fra 15.027 til 8.881 t, dvs. næsten en halvering.

De seneste tal for brændeforbruget i energistatistikken for 2007 viser en stigning i forbruget af brænde på knap 30 %, og det giver en næsten tilsvarende stigning i den beregnede VOC emission, så emissionen fra brændefyring kommer op på omkring 21.000 t/år. Det svarer til knapt 25 % af det danske emissionsloft på 85.000 t/år. Stigningen i brændeforbruget på knap 30 % virker dog urealistisk stor, og det anbefales at opgørelsesmetoden der er baseret på telefoninterviews søges revurderet, og at opgørelsen af antallet af ovne og kedler om muligt erstattes af oplysninger fra alle landets skorstensfejere.

VOC emissionen fra træfyring udfylder således en stor del af det danske emissionsloft, og der er meget stor usikkerhed på de anvendte emissionsfaktorer. Det anbefales at Miljøstyrelsen iværksætter et projekt, som dels samler op på eksisterende målinger af VOC fra danske ovne og kedler, og supplerer med målinger på et relevant udsnit af ovne og kedler, specielt indenfor kategorierne Gammel ovn og Nyere ovn, så der på den baggrund kan fastsættes og anvendes bedre og mere realistiske emissionsfaktorer for VOC emissionen fra fyring med træ. En sådan undersøgelse må forventes at kunne medføre en betragtelig reduktion af den beregnede VOC emission i forhold til det nuværende niveau.

Summary

The latest inventory on non-methane volatile organic compounds (named VOC even though NMVOC is more correct) from December 2006 showed that the emissions from Denmark in 2010 will be around 89,000 tons. This is 4,000 tons more than the emission limit of 85,000 tons, in the EU NEC Directive on national emission ceilings, and the Gothenburg Protocol to the Geneva Convention on Long-range cross-border air pollution.

The projected emission of approx. 89,000 tons of VOC's in 2010 is divided in the groups:

1. 28,000 tons from the use of solvents
2. 20,600 tons from households (stoves & garden tools / household)
3. 19,400 tons from the transport sector
4. 9,400 tons of storage and distribution of fuels
5. 11,600 tons by: Electricity and heat production, manufacturing, industrial processes stationary and mobile sources in the agriculture / forestry / fishing sector.

This project is a review of items 1 and 2 of the present inventory of the Danish VOC emission in order to assess the need for adjustments and recalculations.

Item 1 covers all use of VOC's, both in the industrial, public and domestic sector.

Item 2 are VOC's from households which primarily are VOC's from combustion of wood in stoves and boilers.

Use of solvents

The procedure for the evaluation of the inventory on the use of solvent is:

- From the DMU 2006 inventory the 32 largest selected. These 32 substances or substance groups represented more than 98% of the total VOC emissions from the use of solvents.
- Vapour pressure and boiling point of each of the 32 VOC's found by a literature search. This was done to determine whether the substances are covered by the definition in the guidelines for reporting of emission inventories /1/.
- Of the 32 VOC the 15 with the largest emissions selected for a detailed survey. The underlying data for the consumption of these substances were discussed in detail with the DMU.
- From this research the basis of data for some 10 substances was controlled by examining the sources (including SPIN2000 database that is used as a "key" to determine the total consumption in each sector and branch), contact to the Statistics Denmark, the Ministry for Taxation, and a number of Danish companies with a known and significant consumption of these VOC's.

The study showed that four VOC's fell outside the definition limit for vapour pressure, where only substances with vapour pressures greater than 0.01 kPa shall be included. The four VOC's are glycerol, toluene diisocyanate,

dioctylphthalate and diethylene glycol, and they are recommended to be completely removed from the survey.

Aminooxygengruppen covers 81 drugs, and there are randomly searched for boiling point and vapour pressure for 26 of these substances. Only data for 3 of the substances was found, and the vapour pressure was below 0.01 kPa for all of them. Since all the substances have relatively high molecular weight, and some are salts, it is unlikely that any of the substances in the aminooxygengroup should be classified as VOC's, and they are therefore recommended to be completely removed from the survey.

For several other substances, especially methanol, naphthalene, propane, butane, ethylene glycol and formaldehyde, evidence has been found to recommend the use of lower emissions in the survey. This is based on inconsistencies between the actual consumption in industry and statements from Statistics Denmark and the consumption and distribution of industries in SPIN 2000.

By investigation of the consumption of ethanol and propylalcohol for the production of wind screen washing fluid, it was found that apparently it is entirely produced from imported ethanol, which is imported under the category of Anti-freeze preparations. This category has so far not been included in the VOC survey, and it is recommended being included in the next version. The volume of 4,500 tonnes a year is an estimated figure informed by an importer, and better data can be gathered from DK Statistics.

Table 0-1 shows a summary of the VOC emissions survey and recommendations for change and thereby revised emission for the use of solvents.

| | VOC survey emission t/year | Recommended changes t/year | Revised emission t/year |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Methanole | 4.777 | 3.170 | 1.607 |
| Propylalcohol | 4.167 | 0 | 4.167 |
| Turpentine | 3.940 | 0 | 3.940 |
| Aminooxygen comp. | 2.865 | 2.865 | 0 |
| Glycerole | 2.630 | 2.630 | 0 |
| Pentane | 2.331 | 0 | 2.331 |
| Ethanol | 2.166 | 0 | 2.166 |
| Ethanol – windscreen wash | 0 | - 4.500 | 4.500 |
| Naphthalene | 1.768 | 1.756 | 12 |
| Acetone | 1.297 | 0 | 1.297 |
| Propane | 1.000 | 333 | 667 |
| Butane | 1.000 | 333 | 667 |
| Butanone | 676 | 0 | 676 |
| Glycolethere | 622 | 0 | 622 |
| Ethylenglycole | 610 | 451 | 159 |
| Formaldehyde | 503 | 360 | 163 |
| Toluendiisocyanate | 199 | 199 | 0 |
| Dioctylphthalate | 61 | 61 | 0 |
| Diethylenglycole | 10 | 10 | 0 |
| Other compounds | 2.105 | 0 | 2.105 |
| Total: | 32.727 | 7.668 | 25.079 |

Table 0-1. recommended changes in the VOC emission survey for the use of solvents

Overall, there are recommendations for reduction in the VOC emission survey of 12,168 tonnes a year, but since there has been found an unregistered consumption of ethanol under the category of Anti-freeze preparations washer fluid of around 4,500 t/y, the resulting recommended reduction is 7,668 tonnes a year. This corresponds to app. 23 % of the total emission from the use of solvents.

VOC's from households

VOC emissions from households, which include stoves etc. and fuels for garden and other household tools is estimated to be 20,600 tonnes for the year 2006. The 17,109 tonnes is from heating and the remaining 3,500 tonnes are mainly fuels for lawnmowers and the like.

Out of the VOC emission from heating at 17,109 tonnes a year, wood and straw-fired furnaces and boilers accounts for 98 %, and wood-fired furnaces and boilers are predominant, with a VOC emission of 15,027 tonnes a year.

This part of the review is therefore concentrated to wood stoves and wood boilers.

The emission factors and firewood consumption used in the VOC survey is evaluated and especially examined if the used emission factors can be considered representative of Danish conditions, and potential better values are proposed.

The VOC survey for firewood are based on the annual wood consumption from the Energy Agency and the number and distribution on different types of stoves and boilers, for which emission factors are based on the EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook /6/, as shown in the table below.

| 2006 | Energy consumption Firewood and pellets | | NMVOC Emissions factor | | NMVOC Emission |
|---------------------|--|-----------|---------------------------|------|-------------------|
| | GJ | t/year | g/GJ | kg/t | t/year |
| Old stove | 3.670.330 | 249.682 | 1.200 | 18 | 4.404 |
| Newer Stove | 6.469.192 | 440.081 | 1.200 | 18 | 7.763 |
| Modern Stove | 2.085.812 | 141.892 | 250 | 4 | 521 |
| New Modern Stove | 0 | 0 | 125 | 2 | 0 |
| Other Stoves | 297.097 | 20.211 | 1.200 | 18 | 357 |
| Old Boiler w.Bf | 2.131.277 | 144.985 | 400 | 6 | 853 |
| Old Boiler | 1.408.343 | 95.806 | 400 | 6 | 563 |
| Newer Boiler w.Bf | 2.221.251 | 151.106 | 20 | 0,3 | 44 |
| Newer Boiler | 1.427.059 | 97.079 | 250 | 4 | 357 |
| Pellet boiler | 8.213.503 | 558.742 | 20 | 0,3 | 164 |
| Total incl. pellets | 27.923.864 | 1.899.583 | | | 15.027 |

Table 0-2. VOC emission calculations for wood stoves and wood boilers
*w.Bf means a buffer vessel is installed.

There are substantial uncertainties associated with this survey, because no exact knowledge of any of the input data exists. Several assumptions that have a large impact on the calculated emissions have been made, and these assumptions could just as well have been done differently.

The Danish National Environmental Research Institute (NERI) uses the same high emission factor for the groups Old Stove and Newer Stove, where Technological Institute clearly state, that emission from Newer Stove is considerably lower than from Old Stove, and that the efficiency is much higher. This is based on the fact, that stoves in the category New Stove have been tested according to DS-887

Some measurements in two studies have been found covering Newer Stove, showing much lower emissions of NMVOC than the used emission factor of 1.200 g/GJ from CORINAIR. Mean values for NMVOC emissions in the two studies are respectively 240 g/GJ and 60 g/GJ, and on this basis they should be classified as Advanced Stoves in the CORINAIR classification, with has an emission factor of 250 g/GJ. Thereby, the total emission of wood combustion in the 2006 survey would be reduced by approx. 6,146 tons, from 15,027 to 8,881 tonnes, which would be an almost 50 % reduction.

The latest figures for firewood consumption in the Energy Statistics for 2007 show an increase of the consumption of firewood of almost 30%. This will increase the VOC emission to a level of about 21,000 tonnes a year, which is almost 25 % of allowed 85,000 tonnes a year according to the NEC directive. This increase in firewood consumption of almost 30% seems to be unrealistically high. We recommend evaluating the inventory method, which is based on telephone interviews, and especially trying to replace the estimation of the number of stoves and boilers, by information on exact numbers, e.g. collected from all the Danish Chimney sweepers.

VOC emissions from wood firing in contributing with a large part of the Danish emission ceiling, and there is great uncertainty on the emission factors. We therefore recommend that EPA implement a project designed to bring together existing measurements of VOC's from Danish furnaces and boilers, and complements these values with measurements on a relevant range of furnaces and boilers, especially in categories Old Stoves and Newer Stoves. On such a background, more realistic emission factors for VOC emissions from combustion of wood can be fixed. Such an investigation is likely to cause a significant reduction in the estimated VOC emissions, compared to the current levels.

1 Baggrund

De seneste beregninger fra december 2006 af emissionen af non-metan flygtige organiske forbindelser (benævnes her VOC, selvom NMVOC er mere korrekt), viste, at emissionen fra Danmark i 2010 vil ligge på ca. 89.000 tons. Dette er 4.000 over det emissionsloft på 85.000 tons, der er indeholdt i EU's direktiv om nationale emissionslofter, NEC-direktivet, og Gøteborg-protokollen under Geneve-konventionen om langtrækkende grænseoverskridende luftforurening.

Danmark har med vedtagelsen af NEC-direktivet i oktober 2001 /1/ og ratifikationen af Gøteborg-protokollen i juni 2002 forpligtet sig til at overholde emissionsloftet.

DMU er ansvarlig for udarbejdelse af både de nationale emissionsoversigter med historiske data og de officielle fremskrivninger af emissionen af luftforurening for alle de fire stoffer, der er omfattet af NEC-direktivet og Gøteborg-protokollen.

For kvælstofoxider, NO_x, var situationen i 2004, at den forventede overskridelse af emissionsloftet var på ca. 40.000 tons, men gennem meget detaljerede analyser af emissionsberegningerne, kunne det dokumenteres, at overskridelsen blot var ca. 8.700 tons. I lyset heraf samt det faktum, at beregninger og dermed også fremskrivninger af emissionen af VOC er behæftet med en væsentlig større usikkerhed end NO_x, har Miljøstyrelsen iværksat dette projekt. Projektet har til formål at vurdere såvel emissionsberegninger som fremskrivninger, samt at få identificeret mulige tiltag, der kan bringe emissionerne ned under loftet på 85.000 tons VOC/år i 2010.

Den beregnede emission på ca. 89.000 tons VOC i 2010 er fordelt på grupperne:

- 28.000 tons fra brug af opløsningsmidler
- 20.600 tons fra husholdninger (brændeovne & redskaber i have/hushold)
- 19.400 tons fra transportsektoren
- 9.400 tons fra lagring og distribution af brændstoffer
- 11.600 tons fordelt på: El- og varmeproduktion, fremstillingsindustri, stationære og mobile kilder i landbrug/skovbrug/fiskeri og industrielle processer.

For transportsektoren samt for lagring og distribution af brændstoffer er det på forhånd vurderet af Miljøstyrelsen, at emissionsberegningerne og fremskrivningerne i højere grad end for de to første sektorer nævnt i sammenfatningen, er baseret på internationalt anerkendte emissionsfaktorer, og at der ikke findes anledning til at revidere aktivitetsdata. Dette projekt fokuserer derfor på en analyse af opgørelsen af brugen af opløsningsmidler, samt VOC fra husholdninger.

FORCE Technology har gennemført projektet for Miljøstyrelsen i tæt samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), som har bidraget aktivt og velvilligt i arbejdet.

2 Metode

Dette projekt fokuserer som nævnt på en analyse af opgørelsen af VOC i to sektorer: (1) brugen af opløsningsmidler, samt (2) VOC fra husholdninger.

Gennemgangen af VOC-opgørelsen er udført på følgende måde:

(1) Vurdering af opgørelse af opløsningsmiddelforbrug:

- Fra DMUs 2006-opgørelse blev de 32 højeste emittenter udvalgt. Disse 32 stoffer/stofgrupper udgjorde mere end 98 % af den samlede opgørelse for VOC-emissioner fra opløsningsmiddelforbruget.
- Der blev foretaget en litteratursøgning på damptryk og kogepunkt for hver af de 32 VOC'er. Dette blev gjort for at fastslå, om stofferne var omfattet af definitionen i retningslinjerne for rapportering af emissionsopgørelser /7/.
- Af de 32 stoffer blev de 15 VOC'er med de største emissioner udvalgt til en nærmere vurdering. De data, som ligger til grund for det opgjorte forbrug for disse stoffer blev i detaljer drøftet med DMU.
- Ud fra denne gennemgang blev baggrundsdata for ca. 10 stoffer kontrolleret ved gennemgang af kildemateriale (herunder SPIN2000 databasen, som benyttes som "fordelingsnøgle" til at opgøre det samlede forbrug for de enkelte brancher), kontakt til Danmarks Statistik, Skat, og en lang række danske virksomheder med et kendt og signifikant forbrug af de pågældende VOC'er.

(2) VOC fra husholdninger

VOC fra husholdninger er primært VOC emission fra mindre træ- og halmfyrede ovne og kedler, og heraf er brændefyrede anlæg de mest betydende.

VOC emissionen fra fyring med træ i husholdninger er en betydelig kilde, med en samlet emission på ca. 15.000 t/år.

De anvendte emissionsfaktorer og brændeforbrug der er anvendt i VOC opgørelsen vurderes, og det undersøges om specielt emissionsfaktorerne kan anses for at være repræsentative for danske forhold, og eventuelle bedre værdier foreslås.

3 VOC emission fra brug af opløsningsmidler

Danmarks Miljøundersøgelser beregner Danmarks årlige emission af VOC for Miljøstyrelsen som beskrevet i artiklen Danish Emission Inventory for Solvents Used in Industries and Households /3/, og rapporten Ajourføring og forbedring af historisk opgørelse for non-methan VOC emissioner fra anvendelse af solventer i udvalgte brancher og Fremskrivning af emissioner fra udvalgte brancher /4/.

I korthed beregnes det totale forbrug for hver enkelt VOC efter

forbrug = produktion + import – eksport

Ifølge massebalancen kan forbruget i Danmark bestemmes ud fra produktion, import og eksport. Disse parametre hentes fra Danmarks Statistik Bank (www.statistikbanken.dk) for hvert enkelt stof.

Det samlede forbrug fordeles ud på en lang række brancher ud fra oplysninger i den nordiske produktdatabase SPIN (Substances in Preparations in Nordic Countries) /8/, hvori der kan hentes informationer vedrørende specifikke stoffer og deres industrielle anvendelsesområder, inddelt efter NACE¹ branchekoder. Når det samlede nationale forbrug for en enkelt VOC er fordelt på de enkelte brancher, multipliceres forbruget med en emissionsfaktor (EF), der for den enkelte branche angiver hvor stor en andel, der emitteres til luften:

Emission = EF * forsyning

De anvendte emissionsfaktorer er baseret på oplysninger fra brancher, videnskabelig litteratur, andre landes opgørelser og ud fra egne faglige skøn, for hver enkelt branche og/eller VOC. Der er generelt meget lave EF for industriel anvendelse af VOC'er, og generelt højere EF for VOC i slutbrugsfasen. Tabel 3-1 viser de benyttede emissionsfaktorer samt den totale forsyning (forbruget) og det beregnede udslip til luften i 2006.

¹ NACE er en forkortelse af: Nomenclature generale des Activitiés économique dans les Communautés Européennes, som oprindeligt er udarbejdet af EU i 1970. Siden januar 1993 har EU's medlemslande benyttet en revideret version af NACE, som fælles branchenomenklatur.

| Stofliste (tal for 2006) | Afsnit | EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|-----------------------------|--------|---------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Methanol | 4.1 | 0,15 | 0,01 | 71.379 | 4.777 |
| Propylalcohol | 4.2 | 1,00 | 0,01 | 5.111 | 4.167 |
| Terpentine | 4.3 | 0,45 | 0,01 | 9.951 | 3.940 |
| Aminooxygensgrupper | 4.4 | 0,50 | 0,01 | 5.729 | 2.865 |
| Glycerol | 4.5 | 0,10 | 0,01 | 27.147 | 2.630 |
| Pentane | 4.6 | 1,00 | 0,01 0,03 ⁽¹⁾ | 15.464 | 2.331 |
| Ethanol | 4.7 | 0,20 | 0,01 | 22.231 | 2.166 |
| Naphthalene | 4.8 | 0,05 | 0,01 | 35.369 | 1.768 |
| Acetone | 4.9 | 0,90 | 0,01 | 2.515 | 1.297 |
| Propane | 4.10 | 1,00 | 0,01 | 1.000 | 1.000 |
| Butane | 4.10 | 1,00 | 0,01 | 1.000 | 1.000 |
| Butanone | 4.11 | 0,80 | 0,01 | 1.443 | 676 |
| Glycolethers | 4.12 | 0,60 | 0,01 | 4.229 | 622 |
| Ethylenglycol | 4.13 | 0,25 | 0,01 | 2.475 | 610 |
| Formaldehyde | 4.14 | 0,05 | 0,01 | 26.388 | 503 |
| Cyclohexanones | | 0,75 | 0,01 | 2.717 | 482 |
| Propylenglycol | | 0,25 | 0,01 | 4.541 | 479 |
| 1-butanol | | 0,25 | 0,01 | 1.724 | 240 |
| Butanoles | | 0,25 | 0,01 | 909 | 227 |
| Xylene | | 0,05 | 0,01 | 5.358 | 202 |
| Toluendiisocyanate | 4.15 | 0,05 | 0,01 | 7.427 | 199 |
| Phenol | | 0,25 | 0,01 | 5.448 | 129 |
| Methyl methacrylate | | 0,01 | 0,01 | 7.483 | 75 |
| Toluene | | 0,05 | 0,01 | 2.162 | 67 |
| Acyclic aldehydes | | 0,25 | 0,01 | 626 | 65 |
| Diethylphthalate | 4.16 | 0,05 | 0,01 | 1.587 | 61 |
| Acyclic monoamines | | 0,50 | 0,01 | 475 | 51 |
| Styrene | | 0,03 | 0,01 | 32.123 | 50 |
| Tetrachloroethylene | | 0,0001 | 0,01 | 149 | 26 |
| Triethylamine | | 0,50 | 0,01 | 77 | 12 |
| Diethylenglycol | 4.17 | 0,25 | 0,01 | 127 | 10 |
| Diamines | | 0,80 | 0,01 | 2 | 0.02 |
| SUM: | | - | - | 302.644 | 32.726 |

Tabel 3-1. De 32 stoffer med de største VOC-emissioner til luften i DMUs VOC opgørelse for 2006, med de anvendte EF.

(1): Emissionsfaktoren 0,03 anvendes kun for polyuretanskum (PUR) indenfor plastbranchen.

For en opdeling af luftemissioner inden for de enkelte brancher henvises til bilag A. Det angivne, samlede forbrug og den samlede emission er gældende for 2006. De med fed angivne stoffer vurderes nærmere i de følgende afsnit 4.1 – 4.17, som også angivet i kolonne 1.

3.1 Definition af VOC stoffer

DMU har indtil nu anvendt den mindre restriktive definition af VOC til udarbejdelse af VOC-emissioner fra anvendelse af opløsningsmidler: "Volatile organic compound with a boiling point lower than or equal to 250 °C measured at a normal pressure of 101.3 kPa", fra The European Parliament and Council Directive (2004/42/EC). De gældende retningslinjer fra Guidelines for Estimating and Reporting Emission Data under the Convention on Long-range Transboundary /7/, Annex 1, har følgende definition for VOC:

Non-methane volatile organic compounds (VOC) means any organic compound having at 293.15 K a vapor pressure of 0.01 kPa or more, or having a corresponding volatility under the particular conditions of use. For the purpose of these guidelines, the fraction of creosote which exceeds this value of vapor pressure at 293.15 K should be considered as a VOC. /7/

I følge denne definition, skal kun VOC'er med damptryk større end 0,01 kPa ved 20 °C medtages i opgørelsen af VOC emissionen. Stofferne der indgår i VOC opgørelsen er gennemgået for at se om de alle opfylder denne betingelser for at blive medtaget i opgørelsen.

Definitionen siger også at grænsen for damptrykket gælder ved temperaturen hvor stoffet anvendes. Dette er yderst vanskeligt at undersøge for hver anvendelse af de stoffer der er lige under damptryksgrænsen ved 20 °C, for det kræver en indgående viden om anvendelsen af stofferne, som generelt ikke er til stede, og det vil også være et meget stort arbejde at fremskaffe sådanne oplysninger for alle anvendelser af et stof. Dette er diskuteret med DMU, og der er opnået enighed om, at det ikke er muligt at finde de nødvendige oplysninger om anvendelsen. Da der antages kun at være tale om stoffer med generelt lave damptryk og fordampning, ses der helt bort fra dette forhold i vurderingen af hvilke stoffer der skal indgå i VOC opgørelsen.

Det har også været diskuteret, om andre forhold der påvirker stoffernes damptryk kunne medtages i vurderingen af om stoffet skal medtages i VOC opgørelsen. F.eks. vil vandopløselige VOC'er der anvendes eller findes i blanding med vand, have et lavere damptryk. Der var nogenlunde enighed om, at det forhold ikke kan medføre at stoffet ikke medtages i VOC opgørelsen, men det bør afspejles i den anvendte EF for den konkrete anvendelse.

I henhold til ovenstående definitioner af VOC er DMU enige i, at det ikke er hensigtsmæssigt at blande flere definitioner af VOC i kriterierne for om stofferne skal med i VOC opgørelsen, og at damptrykket må være det afgørende kriterium. Kogepunkterne er alligevel medtaget i oversigten over stofferne i VOC opgørelsen, men de har ikke haft betydning for vurderingen af, om stofferne skal medtages i opgørelsen.

Tabel 3-2 viser de fundne kogepunkter og damptryk for de 32 udvalgte VOC'er.

| VOC | Afsnit | Kogepunkt [°C] > 250 med fed | Damptryk ved 20 °C [kPa] < 0,01 med fed | Kilde |
|---------------------------|--------|---------------------------------|--|-------|
| Methanol | 4.1 | 65 | 17,07 | 1 |
| Propylalcohol | 4.2 | 82 | 5,87 | 2 |
| Terpentine | 4.3 | 130-200 | 0,1-1,4 | 3 |
| Aminooxygengroups | 4.4 | Se afsnit 4.4 | | 4 |
| Glycerol | 4.5 | 290 | 0,0000106 | 5 |
| Pentane | 4.6 | 36 | 68,40 | 6 |
| Ethanol | 4.7 | 78 | 7,87 | 7 |
| Naphthalene | 4.8 | 218 | 0,0104 | 8 |
| Acetone | 4.9 | 57 | 30,60 | 9 |
| Propane | 4.10 | - 42 | 941 | 10 |
| Butane | 4.10 | -1 | 243 | 11 |
| Butanone | 4.11 | 80 | 13,3 | 12 |
| Glycolethers | 4.12 | 120-231 | 0,01 - 2 | 13 |
| Ethylenglycol | 4.13 | 198 | 0,0080 | 14+15 |
| | | - | 0,0107 | 16 |
| | | - | 0,0053 | 17 |
| | | 198 | 0,0070 | 18 |
| Formaldehyde | 4.14 | 19 | 518,60 | 19 |
| Cyclohexanones | | 156 | 0,66 | 20 |
| Propylenglycol | | 188 | 0,022 | 21 |
| 1-butanol | | 117-118 | 0,93 | 22 |
| Butanoles | | 83-118 | 0,82 | 23 |
| Xylene | | 138-144 | 0,882-1,17 | 24 |
| Toluendiisocyanate | 4.15 | 251 | 0,0011 | 25 |
| Phenol | | 182 | 0,05 | 26 |
| Methyl methacrylate | | 101 | 3,9063 | 27 |
| Toluene | | 111 | 3,80 | 28 |
| Acyclic aldehydes | | Ikke fundet | Ikke fundet | |
| Diethylphthalate | 4.16 | 385 | 0,001 | 29 |
| Acyclic monoamines | | Ikke fundet | Ikke fundet | |
| Styrene | | 145 | 0,599 | 30 |
| Tetrachloroethylene | | 121 | 2,46 | 31 |
| Triethylamine | | 115 | 7,61 | 32 |
| Diethylenglycol | 4.17 | 245 | 0,0027 | 33 |
| Diamines | | 159 | > 0,01 ² | 36 |

Tabel 3-2. Kogepunkter og damptryk for de 32 udvalgte VOC'er. Damptryk nær eller under 0,01 kPa er markeret med fede typer. Liste over kilderne findes i bilag 1.

For flere af stofferne har det været vanskeligt at finde entydige damptryk, hvilket bl.a. afspejles i mere end en værdi for et par af dem, og slet ikke nogen værdier for et par andre.

² For N,N-Diethyl-1,3-Propanediamine er fundet et damptryk på 0,25 kPa, kilde: <http://www.chemcas.com/material/cas/archive/104-78-9.asp>

Specielt for ethylenglycol er der fundet meget divergerende damptryk, hvor kun et ud af fire var over grænsen på 0,01 kPa.

Oversigten viser, at der er fire stoffer med så lave damptryk, at de umiddelbart bør udgå af opgørelsen. Det er glycerol, toluendiisocyanat, dioctylphthalate og diethylenglycol.

Disse stoffer, som anbefales udgå af VOC-opgørelsen, er nærmere beskrevet i næste kapitel.

4 VOC emission fra brug af opløsningsmidler

Vurderinger af VOC emissionen foretages i det følgende af de 15 VOC'er der har de største emissioner i VOC opgørelsen, og samlet udgør 98 % af den beregnede VOC emission.

4.1 Methanol

Methanol er en farveløs, flygtig og brandbar væske med en mild lugt. Det er den simpleste alkohol. Methanol er fuldt blandbart med vand og opløseligt i de fleste organiske opløsningsmidler.

Tidligere blev methanol fremstillet ved tør destillation af træ, derfor navnet "træsprit". Det er afløst af billigere syntesemetoder ud fra carbonmonoxid og hydrogen.

Methanol er et vigtigt kemikalie, der i stor udstrækning bruges som udgangsstof til fremstilling af andre stoffer ved kemisk syntese, f.eks. til fremstilling af formaldehyd.

Methanol er giftig og forveksling med almindelig "alkohol" (ethanol) har givet anledning til mange alvorlige forgiftningsulykker ved indtagelse, både dødsfald og blindhed. Den dødelige dosis for mennesker ved indtagelse angives normalt til mellem 30 og 250 ml, men så lidt som 15 ml af en 40 % opløsning har vist sig dødelig, og overlevelse har fundet sted efter indtagelse af op til 600 ml.

Methanols giftige egenskaber er medtaget her, for at understrege, at det er et farligt stof, som man skal håndtere og anvende med forsigtighed. Ved industriel anvendelse i større skala kan der tages de nødvendige forholdsregler, men det er vanskeligere for forbrugere af mindre mængder og husholdninger.

Giftige stoffer, og produkter der indeholder giftige stoffer, er underlagt skrappe restriktioner for anvendelse og salg, ifølge Miljøstyrelsens Klassificeringsbekendtgørelse /25/. Produkter skal mærkes "Giftig", hvis det indeholder mere end 0,1 % af stoffer der er mærket med "Giftig", f.eks. methanol. Stoffer og produkter der er mærket "Giftig" må ikke anvendes af eller sælges til personer under 18 år, og de må med visse undtagelser heller ikke sælges en detail til offentligheden, ligesom de er underlagt reglerne om gifttilladelse.

Methanol findes derfor normalt ikke i almindelige forbrugerprodukter. Det må også forventes, at methanol kun i meget lille udstrækning anvendes til formål og i produkter til industriel brug, hvorfra der er fri fordampning, så alt eller en stor del af det fordamper og udsætter brugerne for eksponering. Anvendelse af methanol skal så vidt muligt erstattes af mindre farlige stoffer.

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af methanol er vist i Tabel 4-1.

| EF Forbrug | EF Industri | EF Middel | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|-----------|---------------------|----------------------|
| 0,15 | 0,01 | 0,07 | 71.379 | 4.777 |

Tabel 4-1. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC-opgørelse for methanol

Det samlede forbrug er fordelt på brancher efter NACE-koderne i SPIN2000, som vist i Tabel 4-2. Der er en meget stor forskel mellem det opgjorte forbrug af methanol fra Danmarks Statistik (DST), som opgiver et forbrug på 71.379 t, og SPIN2000 som opgiver et forbrug på 35.572 t. Det antages grundlæggende, at DST er det mest rigtige forbrugstal, men det er meget problematisk, at fordelingen af det samlede forbrug sker efter fordelingen i SPIN2000, fordi kun den halve mængde er registreret her. Den mængde der mangler i SPIN2000 har muligvis en helt anden fordeling på brancher, og tildelingen af EF kan derfor være helt forkert for en væsentlig del af dette forbrug.

DMUs fordeling på brancher er vist i Tabel 4-2.

| Branche | EF | Emission t/år | Beregnet forbrug t/år | Fordeling % |
|-------------------------------|------|---------------|-----------------------|-------------|
| Social- og sundhedssektor | 0,15 | 1.651 | 11.007 | 15 |
| Øvrige aktiviteter | 0,15 | 1.590 | 10.603 | 15 |
| Plastbranchen | 0,15 | 704 | 4.691 | 7 |
| Gummiproduktion og -produkter | 0,15 | 302 | 2.010 | 3 |
| Kemisk industri | 0,01 | 318 | 31.763 | 44 |
| Lak- og farveindustri | 0,01 | 106 | 10.588 | 15 |
| Sum | - | 4.670 | 70.662 | 99 |

Tabel 4-2. Emission og beregnet forbrug af methanol fordelt på brancher for 2006

Fordelingen på NACE-koder i SPIN2000 er vist i Tabel 4-3 for de største forbrugere, der udgør 99 % af den beregnede emission.

| NACE Code | | Prep | Ton t/år | Forbrug % |
|--------------------------------|--|------|----------|-----------|
| 90 | Sewage and refuse disposal, sanitation and similar activities | 5 | 14.578 | 41 |
| 24 | Manufacture of chemicals and chemical products | 158 | 7.867 | 22 |
| 11 | Extraction of crude petroleum and natural gas | 50 | 6.552 | 18 |
| 25 | Manufacture of rubber and plastic products | 70 | 6.321 | 18 |
| 23 | Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel | 29 | 148 | 0,4 |
| 73 | Research and development | 14 | 12 | 0,03 |
| 85 | Health and social work | 30 | 10 | 0,03 |
| Sum største forbrugere: | | | 35.466 | 99,9 |
| Sum alle brugere - NACE koder: | | | 35.518 | 100 |

Tabel 4-3. Methanol forbrug fordelt på NACE-koder i SPIN2000

Det beregnede forbrug i Lak- og farveindustrien findes som en undergruppe til NACE-kode 24, Manufacture of chemicals and chemical products. I malerprodukter vil selv et meget lille indhold af methanol udløse en strengere MAL-kode, og derfor forventes forbruget i Lak- og farveindustrien at være

meget begrænset. På den baggrund er forbruget ifølge SPIN2000 overraskende stort.

Kategorien Social- og sundhedssektor omfatter NACE-koderne 85 og 90. Det er specielt vanskeligt at gennemskue hvad kode 90 omfatter, og hvorfor forbruget af methanol er så stort. Det kunne omfatte anvendelse af methanol som kulstofkilde i spildevands renselanlæg med kvælstoffjernelse, hvor det ofte er nødvendigt at tilsætte ekstra næring. Methanol har været anvendt til dette formål, men ifølge Kemira Waters Danmark, som leverer kemikalier til mange af de danske renselanlæg, samt Spildevandsteknisk Forening er der i dag ingen eller kun meget få der anvender methanol. De fleste anvender billigere affaldsprodukter, og på nogle renselanlæg må methanol slet ikke anvendes, pga. den potentielle giftighed for miljøet, hvis det ikke nedbrydes helt i renselanlægget.

Det store forbrug af methanol i kategorien 25, Manufacture of rubber and plastic products, kan ikke verificeres i Plastindustrien i Danmark og hos de to største danske gummiproducenter.

Plastindustrien i Danmark oplyser, at methanol ikke anvendes direkte i plastproduktion, men formentlig i nogen grad til afrensning i forbindelse med f.eks. limning. Forbruget skønnes at være meget lille, for Plastindustrien i Danmark har ikke kendskab til eller registreret noget forbrug.

De to største danske gummiproducenter Codan Tech og AVN Gummi oplyser begge, at methanol ikke indgår i produktionen, men anvendes til afrensning, hvor gummi skal limes. Forbruget er relativt lille, så methanol købes i dunke. Et forbrug på flere tusinde tons om året kan slet ikke genkendes.

4.1.1 Forbrugere af methanol i Danmark

Forbruget af methanol er undersøgt, ved henvendelse til potentielle forbrugere.

Nordalim i Århus anvender methanol til fremstilling af formaldehyd, som videre anvendes til produktion af urea-formaldehydlim, som bl.a. anvendes til produktionen af spånplader. En mindre mængde methanol sælges videre. Fra Nordalims Grønt regnskab 2006/07 fremgår følgende tal:

| Regnskabsår | Forbrug t/år | Salg | Anvendt i produktion | Omregnet til HCHO | Emission til luft VOC kg/år |
|-------------|--------------|-------|----------------------|-------------------|-----------------------------|
| 2006/07 | 34.900 | 2.900 | 32.000 | 30.000 | 2,4 |
| 2005/06 | 34.100 | 2.900 | 31.200 | 29.250 | 2,2 |
| 2004/05 | 33.900 | 4.100 | 29.800 | 28.940 | 1,3 |

Tabel 4-4. Forbrug af methanol til produktion af formaldehyd

Methanol anvendes til produktion af biodiesel, og emissionen herfra er meget begrænset, da produktionen sker i lukkede systemer hvor methanol omdannes til glycerol. Emmelev A/S har produceret biodiesel siden 2002, og på DAKA er der startet en produktion i år, hvor årsforbruget af methanol forventes at blive i størrelsesordenen 5.000 t/år.

Methanol anvendes i den kemiske og farmaceutiske industri både som råvare til synteser og til oprensning.

De fundne forbrug af methanol er vist i Tabel 4-5.

| 2006 | Forbrug | Emission | | Bemærkninger |
|--------------------|---------|----------|---------|---|
| | | ton | % | |
| Forbrugere | ton | Ton | % | |
| Nordalim | 32.000 | 1 | 0,003 % | Bruges i lukket proces. Skønnet EF. |
| Emmelev (Biodisel) | 14.000 | 1 | 0,007 % | Bruges i lukket proces. Skønnet EF. |
| Lundbeck Lumsås | 989 | 27 | 2,7 % | Beregnet og anslået |
| Leo Pharma | 200 | 4 | 2 % | Anslået tab: 2 % til luft og 2 % til vand |
| Cheminova | 7.180 | 4 | 0,06 % | Beregnet og anslået |
| Virksomhed X | 1.400 | 1,4 | 0,01 | Bruges i lukket proces. Skønnet EF. |
| Mærsk olie og gas | 5.200 | 7 | 0,01 | Udledes til havmiljøet? Skønnet EF. |
| Sum: | 60.969 | 45,4 | 0,06 % | |

Tabel 4-5. Registreret industriel anvendelse af methanol

Der er således samlet fundet industriel anvendelse af 60.969 t methanol i 2006, hvilket er 85 % af forbruget fundet hos DST. De resterende 10.410 t kan der ikke detaljeret redegøres for. Det er ikke lykket at finde flere store forbrug, efter henvendelse til de danske leverandører af methanol, som mener at listen er dækkende for de store forbrugere i Danmark. De har desuden oplyst følgende om mindre forbrug:

- Som nævnt tidligere, anvendes der formentlig mindre mængder til afrensning i plast- og gummibranchen, men det er små forbrug, der formentlig alle købes i dunk-størrelse.
- Der anvender muligvis noget methanol som kulstofkilde til renseanlæg med kvælstoffjernelse, men mængden må være relativ lille, for ellers ville de være bedre kendt af leverandørerne.
- Methanol bruges som brændstof til speedway kørsel, gokart, modelfly og lignende, men det er ikke meget store mængder der bruges til det (methanol har et højt oktantal, men korroderer aluminium, så det er ikke anvendeligt i benzin).
- Der er nogle mindre farmaceutiske virksomheder der bruger små mængder methanol, som anslås til at være i størrelse 50 – 200 t/år.
- En leverandør anvender en meget lille mængde methanol til denaturering af ethanol.

Helm Skandinavien A/S, som er en stor leverandør af kemikalier og opløsningsmidler i Skandinavien, har telefonisk oplyst, at methanol hovedsageligt leveres med tankbiler til store kunder, og at salget til små forbrug i dunke og palletanke op til 1.000 liter, antageligt er mindre end 500 t/år. To andre leverandører/sælgere, med mange års erfaring fra ansættelser hos forskellige leverandører, oplyser begge, at salg af methanol til andre kunder end dem vi har fundet frem er meget begrænset. Den ene sælger mener, at der højst sælges 1.000 t/år til andre aftagere end de registrerede, og at der helt sikker ikke er andre store aftagere.

Nogle tusinde tons kan måske henføres til lagerudsving, dvs. forskel mellem importeret mængde og reelt forbrugt mængde, både hos leverandører og de store forbrugere, men det vil være yderst vanskeligt at verificere. Der kan også være fejl i tallene fra DST, hvilket opgørelsen for naphthalen viser kan forekomme (se afsnit 4.8 Naphthalen). Der kan ske fejlregistreringer, både ved indberetning fra importører og eksportører. I den forbindelse kunne tallene fra DST over flere år måske vise udsving, der kunne indikere fejl.

4.1.2 Vurdering

Det kunne ikke afklares hvorfor den relativt store emission under "Øvrige aktiviteter" og "Social- og sundhedssektoren" stammer. Det forekommer sandsynligt, at SPIN-fordelingen er misvisende for forbruget af methanol. Der fordeles et forbrug efter SPIN der er dobbelt så stort som SPINs egen registrering, og det kan reelt betyde, at fordelingen er delvist forkert, fordi den halvdel af forbruget der ikke er registreret i SPIN, findes i andre kategorier, end dem de fordeles i. Der kan også være tale om produkter der indeholder methanol, hvor indholdet opgives som en procent interval, f.eks. 1 – 5 % eller 20 – 50 %. For stoffer der opgives med interval, er det dansk praksis for indberetning at anvende den højeste værdi for intervallet, og derved sker der en overestimering af mængden.

Som det tidligere er omtalt er methanol giftigt, og produkter der indeholder mere end 0,1 % methanol skal mærkes "Giftig". Sådanne produkter må ikke sælges i datailhandlen, og derfor vil methanol normalt slet ikke forekomme i forbrugerprodukter. Det forekommer også usandsynligt, at methanol skulle anvendes i væsentlige mængder i produkter eller til formål, hvor en væsentlig del eller det hele fordampes under anvendelsen.

4.1.3 Anbefaling

Det anbefales, at der anvendes de oplyste og anslåede emissioner for den del af methanolforbruget der er redegjort for i Tabel 4-5, og at der for den resterende del på 10.410 t anvendes den nuværende EF på 0,15. Det vil samlet give en emission på ca. 1.607 t, hvilket er en reduktion på 3.170 t i forhold til 2006 opgørelsen.

Det methanol forbrug der ikke har kunnet redegøres for, anbefales yderligere undersøgt og verificeret i forhold til konkret anvendelse og emission. Derefter kan det på baggrund af en konkret viden vurderes, hvilken EF der bør anvendes til dette forbrug.

Det anbefales også at undersøge og verificere, om DST har korrekte tal for forbruget af methanol i Danmark.

4.2 Propylalkohol

De to propylalkoholer, 1-propanol og 2-propanol, er letflygtige, farveløse og brændbare væsker. Deres lugt er ret behagelig og minder om sprits, men er dog lidt mere skarp eller bitter. Propylalkoholer er, ligesom andre korte alkoholer, fuldstændig blandbare med vand og med de fleste organiske opløsningsmidler.

2-propanol hører til et af de mest anvendte opløsningsmidler. Det betegnes ofte isopropanol, eller det mere korrekte navn isopropylalkohol, som ofte forkortes til IPA.

Propylalkoholer anvendes som opløsnings- og ekstraktionsmiddel for aromastoffer, planteolier, voks, gummi og syntetiske polymere anvendt i lakker og lime. De benyttes i trykfarver og ved uldfarvning. De antiseptiske egenskaber er nyttige for anvendelserne i lægemidler og kosmetik (f.eks. hårvand og barbersprit). Stofferne anvendes i affedtningsmidler, bremsevæske, karburatorvæske og pudsemidler til vinduer, briller og gulve.

Propylalkohol har tidligere været anvendt til sprinklervæske og afisningsmidler, men denne anvendelse er i høj grad erstattet af ethanol, pga. lavere pris /23/.

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af propylalkohol er vist i Tabel 4-6.

| EF forbrug | EF industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 1,00 | 0,01 | 5.111 | 4.167 |

Tabel 4-6. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for propylalkohol

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-7.

| Brancher | Emission t/år | EF | Forbrug t/år | Fordeling % |
|---|---------------|------|--------------|-------------|
| Industrielt massefremstillede produkter | 2.856 | 1,0 | 2.856 | 52 |
| Husholdninger | 501 | 1,0 | 501 | 9 |
| Autobranschen | 287 | 1,0 | 287 | 5 |
| Øvrige aktiviteter | 256 | 1,0 | 256 | 5 |
| Grafisk branche | 91 | 1,0 | 91 | 1,7 |
| Social- og sundhedssektor | 78 | 1,0 | 78 | 1,4 |
| Træ- og møbelindustri | 22 | 1,0 | 22 | 0,4 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 18 | 1,0 | 18 | 0,3 |
| Metalindustri | 16 | 1,0 | 16 | 0,3 |
| Skibsværfter | 8 | 1,0 | 8 | 0,1 |
| Kemisk industri | 7 | 0,01 | 715 | 13 |
| Bygge og anlæg | 6 | 1,0 | 6 | 0,1 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 4,1 | 1,0 | 4 | 0,1 |
| Plastbranchen | 3,9 | 1,0 | 4 | 7 |
| Lak- og farveindustri | 2,4 | 0,01 | 238 | 4 |
| Gummiproduktion og -produkter | 1,7 | 1,0 | 1,7 | 0,03 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,01 |
| Garveri og læderindustri | 0,3 | 1,0 | 0,3 | 0,01 |
| Øvrige | 8 | 1,0 | 8 | 0,2 |
| Sum | 4.167 | | 5.111 | 100 |

Tabel 4-7. Emission og beregnet forbrug af propylalkohol fordelt på brancher

De mange brancher i tabellen afspejler, at propylalkohol anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål, men det skal bemærkes, at mange af forbrugene er meget små.

Af "Industrielt massefremstillede produkter" udgør elektronikindustrien en stor andel, hvor propylalkohol (IPA) benyttes til rensning af elektronikdele. Det er særdeles vanskeligt at vurdere, om emissionen stemmer overens med virkeligheden. Ved kontakt til 5 af de største elektronikvirksomheder i Danmark fandtes, at en den helt overvejende del af forbruget af IPA i industrien sker uden reduktion, og at en minimal andel af rensningsvæsken går til destruktions.

Der anvendes muligvis stadig noget isopropanol til fremstilling af sprinklervæske, selvom det er billigere at anvende ethanol. Mængden af

propylalkohol der eventuelt anvendes til sprinklervæske er ikke undersøgt, fordi der er mange producenter og leverandører på det danske marked.

Isopropanol anvendes også til karburatorvæske, til forhindring af isdannelse i benzinmotorer med karburator. Herfra er emissionen meget lille, fordi det blandes med benzinen og forbrændes i motoren. (Ethanol kan ikke anvendes til karburatorvæske, fordi den tekniske kvalitet indeholder ca. 4 % vand). Det årlige forbrug af karburatorvæske kan formentlig skaffes fra DST, men forbruget vurderes at være relativt begrænset, pga. nedgang i antallet af biler med karburator.

Anvendelse af en EF på 1,0 anses derfor at være rimelig for en stor del af forbrugene, selvom den nok burde være 0,95, da en mindre del formentlig bortskaffes uden at det emitteres til luften. En nærmere undersøgelse af de mange forskellige forbrug, kunne vise om nogle af dem anvendes i lukkede systemer eller i vandige opløsninger, som har begrænset emission til luften. Det har ikke været muligt at gøre indenfor rammerne af dette projekt.

4.2.1 Anbefaling

Der er ikke fundet grundlag for umiddelbart at anbefale nogle ændringer i opgørelsen for emissionen af propylalkohol.

Det kan dog anbefales at undersøge, om nogle af de mange forskellige forbrug, sker i lukkede systemer eller i vandige opløsninger, som har begrænset emission til luften, og derfor skal have en lavere EF.

4.3 Terpentin

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af terpentin er vist i Tabel 4-8.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,45 | 0,01 | 9.951 | 3.940 |

Tabel 4-8. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for terpentin

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-9

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug t/år | Fordeling % |
|---|---------------|------|--------------|-------------|
| Bygge og anlæg | 1.607 | 0,45 | 3.571 | 36 |
| Autobranchen | 564 | 0,45 | 1.253 | 13 |
| Skibsværfter | 564 | 0,45 | 1.253 | 13 |
| Industrielt massefremstillede produkter | 416 | 0,45 | 924 | 9 |
| Øvrige aktiviteter | 208 | 0,45 | 463 | 5 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 177 | 0,45 | 394 | 4 |
| Garveri og læder industri | 156 | 0,45 | 346 | 3 |
| Træ- og møbelindustri | 79 | 0,45 | 177 | 2 |
| Metalindustri | 61 | 0,45 | 135 | 1 |
| Husholdninger | 51 | 0,45 | 113 | 1 |
| Kemisk industri | 9 | 0,01 | 917 | 9 |
| Lak- og farveindustri | 3 | 0,01 | 306 | 3 |
| Grafisk branche | 3 | 0,45 | 7 | 0,1 |
| Social- og sundhedssektor | 3 | 0,45 | 6 | 0,1 |
| Plastbranchen | 1 | 0,01 | 141 | 1,4 |
| Gummiproduktion og -produkter | 1 | 0,45 | 1 | 0,01 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 0 | 0,45 | 0 | 0,002 |
| | 3.902 | | 10.006 | 100 |

Tabel 4-9. Emission og beregnet forbrug af terpentin fordelt på brancher

De mange brancher i tabellen afspejler, at terpentin anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål. En stor del af forbruget antages at være farve- og lakprodukter og til fortynding og afrensning i forbindelse med anvendelsen. Det store antal brugere taget i betragtning, anses det for vanskeligt og meget lidt givtigt at undersøge forbrug og emission nærmere.

Der er ingen tvivl om, at ved anvendelsen af mange af produkterne der indeholder terpentin, vil hele indholdet af terpentin fordampe, f.eks. lak og malerverer, trykfarver, afrensning mv. Der vil dog normalt være en vis del der opsamles og håndteres som kemikalieaffald, dels rester af produktet og dels rester fra afrensning og rengøring, både fra industriel anvendelse og fra anvendelse i husholdninger. Mange industrier med store forbrug, har dog etableret rensning, f.eks. ved termisk eller katalytisk forbrænding eller aktive kulfiltre, og emissionerne herfra vil derfor være langt lavere. Der findes ikke en samlet opgørelse eller oversigt over anvendelse af terpentinholdige produkter i industrier, der har etableret emissionsbegrænsning. Derfor opgøres som om dette ikke sker, hvilket overestimerer forureningen.

4.3.1 Anbefaling

Der er ikke fundet konkret grundlag for at anbefale konkrete ændringer i opgørelsen for emissionen af terpentin, i form af ændrede EF.

4.4 Aminooxyengrupper

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af aminooxyengrupper er vist i Tabel 4-10.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,5 | 0,01 | 5.729 | 2.865 |

Tabel 4-10. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for aminooxyengrupper

Aminooxyengruppen omfatter 81 stoffer på DMUs liste. Det er ikke muligt for DST at oplyse om hvordan forbruget fordeler sig på enkeltstoffer i denne gruppe.

Af de 81 stoffer, der er omfattet af DMUs liste, er der ved stikprøver søgt kp. og damptryk for 26 af disse stoffer. Heraf er der kun fundet damptryk og kp. oplysninger for 3 af stofferne. Damptrykket var i alle 3 tilfælde under 0,01 kPa. Da stofferne alle er relativt højmolekylære, og en del er salte, findes det ikke sandsynligt, at nogen af aminooxygen-stofferne skal klassificeres som VOC'er.

4.4.1 Anbefaling

Aminooxyengruppen anbefales helt fjernet fra VOC opgørelsen, fordi de alle er højmolekylære, og antageligt er de alle enten salte eller har damptryk der er lavere en grænsen på 0,01 kPa. Den samlede VOC emissionsopgørelse reduceres derved med 2.865 t.

4.5 Glycerol

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af glycerol er vist i Tabel 4-11.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,1 | 0,01 | 27.147 | 2.630 |

Tabel 4-11. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for glycerol

Jævnfør tabel 3.2 er damptrykket for glycerol væsentligt mindre end 0,01 kPa, og dermed skal glycerol ikke klassificeres som VOC.

På grund af glycerols meget lave damptryk, og da stoffet typisk anvendes i vandige opløsninger (f.eks. cremer, tandpasta (ca. 20-50 % af tandpasta består af glycerol), vil det kun i meget ringe omfang emitteres til luften under forbrug, men i langt overvejende grad udledes til kloak.

4.5.1 Anbefaling

Glycerol anbefales fjernet fra VOC opgørelsen, da damptrykket er væsentligt mindre end grænsen på 0,01 kPa. Derved reduceres VOC emissionensopgørelsen med 2.630 t.

4.6 Pentan

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af pentan er vist i Tabel 4-12.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år | Plastbranchen Emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1,0 | 0,01 | 15.464 | 2.331 | 2.331 |

Tabel 4-12. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for pentan

Pentan anvendes til opskumning ved fremstilling af bl.a. polyuretanskum (PUR) og ekspanderet polystyren (EPS eller bedre kendt som "flamingo"). Der importeres polystyrenkugler med et indhold af pentan på 6 % til produktionen. Heraf emitteres ca. 2/3 ved produktionen og ca. 1/3 ved anvendelse af produktet (plastbrancheoplysninger), og produktion af EPS betragtes derfor som et forbrug, med en EF på 1. For PUR anvendes en midlet emissionsfaktor på 0,03 (DMUs midling ud fra plastbranchens tal).

Ifølge DST importeres der ca. 33.000 t polystyrenkugler, med et samlet indhold af pentan på 1.980 t. Resten af emission op til opgørelsens 2.332 t antages at komme fra opskumning af PUR.

Plastindustrien i Danmark har opgjort forbruget af polystyrenkugler til ca. 29.000 t/år, men der er et par mindre EPS virksomheder, der ikke er medlemmer, så de får ikke hele forbruget med. De får muligvis heller ikke indberetninger fra det totale forbrug fra deres medlemmer, så det er sandsynligt at DST tal er korrekte.

Miljøstyrelsen har oplyst, at der efter aftale med EPS industrien skal indføres begrænsning af pentan emission ved rensning med regenerativ forbrænding eller katalytisk forbrænding. Vurderingen er, at 40-60 % af pentan emissionen kan opsamles til rensning afhængigt af produktionsforholdene på den enkelte fabrik. Den forventede reduktion er groft estimeret til 50 % af pentan indholdet i råvaren, svarende til ca. 990 t/år ($33.000 \text{ ton} * 0,06 * 0,50 = 990$). Det forventes, for reduktionen fremover, men i 2010 vil reduktionen forventes at udgøre ca. 500 tons da rensning indføres i løbet af 2010.

4.6.1 anbefaling

Der er ikke fundet grundlag til at anbefale nogen ændring i opgørelsen af pentan emissionen.

4.7 Ethanol

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af ethanol er vist i Tabel 4-13.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,2 | 0,01 | 22.231 | 2.166 |

Tabel 4-13. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for ethanol

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-14.

| Ethanol | EF | Emission tons | Beregnet forbrug tons |
|--|------|---------------|-----------------------|
| Øvrige aktiviteter | 0,2 | 624 | 3.118 |
| Grafisk branche | 0,2 | 515 | 2.576 |
| Social- og sundhedssektor | 0,2 | 249 | 1.244 |
| Husholdninger | 0,2 | 172 | 860 |
| Autobranschen | 0,2 | 128 | 639 |
| Bygge og anlæg | 0,2 | 125 | 623 |
| Kemisk industri | 0,01 | 90 | 9.000 |
| Træ- og møbelindustri | 0,2 | 88 | 439 |
| Industrielt masse fremstillede produkter | 0,2 | 67 | 334 |
| Lak- og farveindustri | 0,01 | 30 | 3.000 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 0,2 | 20 | 100 |
| Plastbranchen | 0,2 | 13 | 67 |
| Skibsværfter | 0,2 | 9 | 47 |
| Metalindustri | 0,2 | 9 | 46 |
| Gummiproduktion og -produkter | 0,2 | 6 | 29 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 0,2 | 4 | 20 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 0,2 | 0,06 | 0,31 |
| Øvrige | 0,2 | 18 | 89 |
| Sum | | 2.148 | 22.231 |

Tabel 4-14. Emission og beregnet forbrug af ethanol fordelt på brancher

De mange brancher i tabellen afspejler, at ethanol anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål.

Der er fundet flere store forbrugere af ethanol, som vist i Tabel 4-15.

| 2006 | Forbrug | Emission | | |
|-----------------|---------|----------|------|--------------------------------|
| Forbrugere | ton | Ton | % | Bemærkninger |
| Novo Nordisk | 11.000 | 100 | 0,9 | Anslået EF |
| Lundbeck Lumsås | 258 | 7 | 2,7 | Beregnet og anslået |
| Cheminova | 8.861 | 5,3 | 0,06 | Beregnet og anslået |
| Statoil Hydro | 5.560 | Lav | ? | Kun iblanding til Bio95 benzin |
| V&S Distillers | 3.600 | Lav | ? | Produktion af snaps mv. |
| Sum: | 29.279 | 120 | 0,4 | |

Tabel 4-15. Store industrielle forbrugere af ethanol

Der er kun søgt efter store enkelt forbrugere, og der er med stor sandsynlighed en lange række mindre og små forbrug, og det vil være en meget stor opgave, at finde frem til dem alle.

DMU opgiver forbruget af ethanol til at være 22.231 t i 2006 ud fra oplysninger fra DST, med en samlet emission på 2.166 t. Det tal stemmer ikke overens med SPIN, som opgiver et samlet forbrug af ethanol på 58.304 t for 2006. Denne mængde kan dog ikke genfindes fordelt på NACE-koderne, hvor den samlede mængde opgøres til 46.279 t.

Fordelingen på NACE-koder i SPIN2000 er vist i Tabel 4-16 for de største forbrugere, der udgør 99,8 % af forbruget.

| NACE | | Prep | Tons | % |
|------|--|------|--------|------|
| 24 | Manufacture of chemicals and chemical products | 173 | 34.990 | 75,6 |
| 50 | Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of automotive fuel | 340 | 2.556 | 5,5 |
| 22 | Publishing, printing and reproduction of recorded media | 293 | 2.396 | 5,2 |
| 95 | Private households with employed persons | 313 | 2.019 | 4,4 |
| 45 | Construction | 292 | 1.204 | 2,6 |
| 52 | Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods | 37 | 979 | 2,1 |
| 9 | All kinds of activities | 31 | 498 | 1,1 |
| 74 | Other business activities | 146 | 456 | 1,0 |
| 85 | Health and social work | 84 | 442 | 1,0 |
| 20 | Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials | 254 | 253 | 0,5 |
| 36 | Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c. | 540 | 145 | 0,3 |
| 15 | Manufacture of food products and beverages | 440 | 97 | 0,2 |
| 28 | Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment | 350 | 92 | 0,2 |
| 35 | Manufacture of other transport equipment n.e.c. | 263 | 42 | 0,1 |
| | Resterende 20 NACE koder | 577 | 112 | 0,2 |
| | Total | | 46.279 | 100 |

Tabel 4-16. Ethanol forbrug fordelt på NACE-koder i SPIN2000

Der er fundet forbrugere af samlet 29.279 t, hvilket er 132 % af det anvendte forbrugstal fra DK statistik på 22.231 t, som er vist i Tabel 4-17, men kun 63 % af forbruget ifølge SPIN2000. Der er mulighed for, at nogle forbrug tælles med to gange i SPIN2000, men risikoen skulle være reduceret efter 2005. DMU anser DSTs tal for at være meget pålidelige, men der er f.eks. set en væsentlig fejl i deres opgivelser for naphthalen. Det fundne forbrug indikerer kraftigt, at DSTs forbrugstal for ethanol er mangelfulde. De tal DMU har fået fra DST er vist i Tabel 4-17.

| Tons | Produktion | Import | Eksport | Forbrug |
|--|------------|--------|---------|---------|
| 2207100000 Ethanol (ethylalkohol), ikke denatureret, med et alkoholindhold på >= 80 % | 4.917 | 2.060 | 176 | 6.801 |
| 2207200000 Ethanol (ethylalkohol) og anden spiritus, denatureret, uanset alkoholindhold | 15.419 | 25 | 14 | 15.430 |
| Sum | 20.336 | 2.086 | 190 | 22.231 |

Tabel 4-17. DK Statistik 2006 data for ethanol

De antageligt manglende registreringer i DST, kunne være et lavere forbrug af ethanol, da ethanol indgår i blandingsprodukter. Blandingsprodukter registreres ikke som ethanol, hvilket er tilfældet for ethanol anvendt i sprinklervæske.

4.7.1 Sprinklervæske

Ifølge to leverandører bruges isopropanol ikke mere, eller kun i meget begrænset omfang til sprinklervæske. Der anvendes i stedet ethanol, og årsagen er en lavere pris for ethanol.

Ethanol produceret ud fra sukkerstoffer importeres i store mængder fra Brasilien til Europa. Importeret ethanol pålægges normalt ekstra told (for at beskytte EU produceret ethanol), men det omgås ved at importere det som Anti frost præparater, hvorved den høje told undgås. Ethanolen er så denatureret og tilsat sæbe, samt nogle andre stoffer i små mængde, og så kan det ikke bruges til andet end frostvæske. I Danmark fortyndes det med vand til den ønskede frostsikrede sprinklervæske og tappes på dunke til detailsalg.

Koncentratet importeres under DST nummer 38 20 000 Anti frost præparater. Det betyder, at det danske salg af sprinklervæske ikke er med i opgørelserne for hverken isopropanol eller ethanol (bortset fra en mulig lille mængde isopropanol). Den danske import og dermed forbrug af sprinklervæske koncentrat er ca. 5.000 t/år. Ethanol-indholdet er antageligt godt 90 % pga. det tilsatte sæbe og denatureringsmiddel mv. så ethanol-mængden er ca. 4.500 t/år, og det hele må formodes at fordampe ved anvendelsen.

Sprinklervæske indeholder normalt 30 % ethanol, men man skal være opmærksom på, at det er volumenprocent og vægtfylden for ethanol er ca. 0,8. Det giver en vægtfylde for sprinklervæsken på ca. 0,94 kg/liter. Vægtmæssigt er ethanol indholdet ca. 25 vægt %, eller ca. 0,24 kg/liter.

Omregnes de importerede 4.500 t/år ethanol til sprinklervæske med 30 % ethanol, giver det 18.750.000 liter, hvilket er tæt på de 18 mio. liter der blev oplyst i TV-udsendelsen Rabatten i 2006.

Det er oplyst fra producenter af sprinklervæske, at forbruget og dermed salget af sprinklervæske kan variere meget fra år til år, afhængigt af vinterens vejrforhold.

4.7.2 anbefaling

Der er en stor uoverensstemmelse mellem det opgjorte forbrug i SPIN, i DST og fra de industrielle forbrugere. På den baggrund er det ikke muligt at anbefale ændringer i opgørelsen, men der er grund til at anbefale, at det undersøges om DST har korrekte tal for det samlede forbrug, og på baggrund af verificerede korrekte tal, at vurdere om det er relevant at undersøge forbrugene nærmere, med henblik på revurdering af EF for de forskellige brancher og forbrug.

Emissionsopgørelsen bør umiddelbart udvides med en emission af ethanol, der svarer til forbruget af ethanol i sprinklervæske koncentrat, ud fra indhentede tal fra DST.

4.8 Naphthalen

Naphthalen ("naftalin") er et hvidt og fast krystallinsk stof ved stuetemperatur med en karakteristisk lugt. Damptrykket på 0,0104 kPa er kun lige over grænsen på 0,01 kPa, og det er således lige på grænsen til ikke at skulle med i VOC opgørelsen.

Naphthalen er et meget vigtigt udgangsstof ved kemiske synteser i stor målestok. Også mange farvestoffer, pesticider og gummikemikalier fremstilles på basis af naphthalen. Der er dog ingen virksomheder i Danmark, som anvender naphthalen som basis for produktion af andre stoffer.

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af naphthalen er vist i Tabel 4-18.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,05 | 0,01 | 35.369 | 1.768 |

Tabel 4-18. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC-opgørelse for naphthalen

Nøgletal fra VOC opgørelsen er vist i Tabel 4-19

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug | Fordeling % |
|--|---------------|------|---------|-------------|
| Bygge og anlæg | 1.415 | 0,05 | 28.295 | 80 |
| Autobranschen | 203 | 0,05 | 4.067 | 12 |
| Husholdninger | 88 | 0,05 | 1.768 | 5 |
| Skibsværfter | 31 | 0,05 | 619 | 2 |
| Industrielt masse fremstillede produkter | 22 | 0,05 | 442 | 1,3 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 9 | 0,05 | 177 | 0,5 |
| Sum | 1.768 | | 35.369 | 100 |

Tabel 4-19. Nøgletal for naphthalen fra VOC-emissionsopgørelse 2006

Af DMUs opgørelser, som er baseret på tal fra DST, fremgår det, at der er en import på ca. 14.000 t/år og en produktion på ca. 21.500 t/år. Eksporten er opgjort til 0 t/år. Det samlede forbrug skulle herefter være knap 35.369 t/år.

Ifølge SPIN2000 er det årlige danske forbrug af naphthalen på 53.000 t i 2006, men i fordelingen på Industrial Use, NACE-koder kan der kun findes et samlet forbrug på 18,8 t, som er vist i Tabel 4-20.

| Kode | SPIN2000 - Industrial Use, NACE code | Prep. | Ton |
|------|--|-------|------|
| 23 | Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel | 16 | 9,8 |
| 24 | Manufacture of chemicals and chemical products | 15 | 5,1 |
| 28 | Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment | 17 | 0 |
| 35 | Manufacture of other transport equipment n.e.c. | 20 | 0 |
| 45 | Construction | 23 | 0,2 |
| 50 | Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of automotive fuel | 35 | 1,8 |
| 60 | Land transport; transport via pipelines | 4 | 1,7 |
| 95 | Private households with employed persons | 17 | 0,2 |
| | Sum | | 18,8 |

Tabel 4-20. Naphthalen forbrug fordelt efter Industrial use, NACE koder i SPIN2000

Det samlede forbrug af naphthalen på 35.369 t er således fordelt på brancher efter fordelingen af 18,8 t på NACE-koder i SPIN2000.

Denne meget store forskel i forbrug af naphthalen er i det følgende afsnit undersøgt nærmere.

Den eneste producent af naphthalen i Danmark er Koppers Danmark A/S i Nyborg. Koppers har oplyst, at deres produktion af naphthalen i 2006 var ca. 21.500 t/år, og at de i forbindelse med produktionen årligt importerer ca. 14.500 t olie med et indhold af naphthalen på 60-100 %. Sammen med en naphthalenholdig delstrøm fra den øvrige produktion anvendes det til produktion af ren naphthalen i naphthalen destillationsanlægget. Hele Koppers produktion af naphthalen eksporteres og de har ikke nogen aftagere i Danmark. Koppers har oplyst, at deres årlige emission af naphthalen er opgjort til 7 ton. Det svarer til 0,03 % af produktionen.

DST mangler oplysninger om den eksporterede mængde fra Kopper, som er lig med produktionen. Desuden tælles den importerede mængde med to gange, både som import og som produktion. Koppers oplyser desuden, at Told og Skat regner den importerede naphthalenholdige olie som 100 % naphthalen, selvom indholdet er mellem 60 % og 100 %.

Koppers har oplyst, at de foretager 2 indberetninger til DST:

1. Hver måned indberettes via Interstat (elektronisk), mængder eksporteret til andre EU lande, opgivet for hvert land.
2. Hvert kvartal foretages indberetning af "Industriens salg af varer". Her indberettes totale mængde af naftalin solgt under varenummer/-kode 2707.4000.00 (Naftalin (ej kemisk rent)).

Koppers bogholder, der foretager indberetningerne mener, at en opgivelse af kodenummer entydigt angiver, at salget ikke sker i Danmark, da der ikke skal anvendes kodenummer til salg i Danmark.

Der er ikke fundet nogen forbrugere af ren naphthalen Danmark, og det formodes at det forbrug der findes i SPIN2000 kan være forkert klassificering af andre stoffer der hedder noget der ligner naphthalen, f.eks. nafta, naphthalener eller sulfonerede naphthalener.

I fordelingen på Use Categories i SPIN2000 er der et samlet forbrug på 17,3 t, som vist i Tabel 4-21.

| Kode | SPIN 200 - USE CATEGORY (UC62) | Prep | Ton |
|------|---|------|------|
| 14 | Corrosion inhibitors | 12 | 2,9 |
| 27 | Fuels | 16 | 4,6 |
| 28 | Fuel additives | 24 | 5,1 |
| 39 | Non-agricultural pesticides and preservatives | 4 | 0,1 |
| 48 | Solvents | 5 | 4,5 |
| 59 | Paints, laquers and varnishes | 30 | 0,1 |
| | Total: | | 17,3 |

Tabel 4-21. Naphthalen forbrug fordelt efter Use Category (UC62) i SPIN2000

Nogle af forbrugene i SPIN2000 kan være forkerte, pga. forveksling med andre stoffer med lignende navne. På grund af den lille mængde på omkring 18 t der her er tale om, anses det dog ikke for umagen værd at undersøge dem nærmere.

4.8.1 Anbefaling

Det anbefales at fastsætte emission af naphthalen til 7 t/år fra produktionen på Koppers, og at anvende en EF på 0,25 for forbruget på 18,8 t i SPIN2000 under Industrial Use, NACE koder. Det giver en samlet emission på 12 t/år, hvorved emissionen reduceres med 1.756 t.

4.9 Acetone

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af acetone er vist i Tabel 4-22.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,90 | 0,01 | 2.515 | 1.297 |

Tabel 4-22. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for acetone

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-23.

| Branche | Emission t | EF | Forbrug | Fordeling % |
|---|------------|------|---------|-------------|
| Øvrige aktiviteter | 542 | 0,90 | 602 | 25 |
| Husholdninger | 249 | 0,90 | 276 | 11 |
| Bygge og anlæg | 232 | 0,90 | 258 | 11 |
| Plastbranchen | 55 | 0,90 | 62 | 2,5 |
| Industrielt massefremstillede produkter | 42 | 0,90 | 47 | 1,9 |
| Autobranschen | 40 | 0,90 | 45 | 1,8 |
| Social- og sundhedssektor | 20 | 0,90 | 22 | 0,9 |
| Grafisk branche | 13 | 0,90 | 15 | 0,6 |
| Skibsværfter | 8 | 0,01 | 815 | 33 |
| Kemisk industri | 8 | 0,90 | 9 | 0,4 |
| Gummiproduktion og -produkter | 8 | 0,90 | 9 | 0,4 |
| Træ- og møbelindustri | 6 | 0,90 | 7 | 0,3 |
| Metalindustri | 3 | 0,01 | 272 | 11,1 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 2 | 0,90 | 2 | 0,1 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 1 | 0,90 | 2 | 0,1 |
| Lak- og farveindustri | 1 | 0,90 | 1 | 0,1 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 1 | 0,90 | 1 | 0,03 |
| Sum | 1.232 | | 2.443 | 100 |

Tabel 4-23. Emission og beregnet forbrug af acetone fordelt på brancher

De mange brancher i tabellen afspejler, at acetone anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål. En stor del af forbruget antages at ske til formål, hvor en stor del fordamper. Det store antal brugere taget i betragtning, anses det for vanskeligt og meget lidt givtigt at undersøge forbrug og emission nærmere.

4.9.1 Anbefaling

Der er ikke fundet grundlag for at anbefale nogen ændringer i opgørelsen af acetone.

4.10 Propan og butan

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af propan og butan er vist i Tabel 4-24.

| | EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år | Husholdninger Emission t/år |
|---------|---------------|----------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Propane | 1,00 | 0,01 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Butane | 1,00 | 0,01 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabel 4-24. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for

Propan og butan er behandlet under ét, da emissionen af disse stoffer udelukkende baseres på forbruget til drivmidler til spraydåser. Da der ikke findes specifikke opgørelser af forbruget af disse stoffer til drivmidler baseres opgørelsen på et skøn, hvori det bl.a. antages, at der er en ligelig fordeling af mængden af propan og butan som drivmidler.

Der regnes med et forbrug på 35 mio. spraydåser om året, hvilket virker meget højt, så det er undersøgt nærmere, ved kontakt til Aerosol Industriens Branche forening og Branchen for komprimerede Gasser. Den gennemsnitlige dåse størrelse blev i 2006 nedsat fra 0,4 l til 0,2 l efter aftale mellem DMU og Miljøstyrelsen, og herved blev emissionen reduceret i 2006. De her viste opgørelser er baseret på en dåse størrelse på 0,2 l. VOC opgørelsen regner med, at indholdet af drivgasser i gennemsnit er 50 % v/v, og at densitet som gennemsnit er 0,58 kg/l.

4.10.1 Vurdering og anbefaling

Aerosol Industriens Branche forening har revurderet den anslåede andel af propan og butan i spraydåser. I dag vurderer brancheforeningen, at propan/butan udgør ca. 33 % (og ikke - som tidligere - 50 %) af spraydåserne. Det er bl.a. på grund af en øget anvendelse af separering af drivmidler og produkt i en plastpose, hvorved mængden af drivmidler dels bliver mindre, og dels tilbageholdes i dåsen når den er tom.

Ud fra denne oplysning anbefales emissionen reduceret med 33 % i forhold DMUs opgørelse.

4.11 Butanon

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af butanon er vist i Tabel 4-25.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|---------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| 0,80 | 0,01 | 1.443 | 676 |

Tabel 4-25. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for butanon

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-26.

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug | Fordeling % |
|---|---------------|------|---------|-------------|
| Øvrige aktiviteter | 151 | 0,80 | 189 | 3,6 |
| Social- og sundhedssektor | 119 | 0,80 | 149 | 2,8 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 107 | 0,80 | 134 | 2,5 |
| Bygge og anlæg | 46 | 0,80 | 58 | 1,1 |
| Plastbranchen | 40 | 0,01 | 3961 | 75 |
| Grafisk branche | 35 | 0,80 | 44 | 0,8 |
| Metalindustri | 31 | 0,80 | 39 | 0,7 |
| Autobranschen | 28 | 0,80 | 35 | 0,7 |
| Husholdninger | 19 | 0,80 | 23 | 0,4 |
| Gummiproduktion og -produkter | 17 | 0,80 | 21 | 0,4 |
| Træ- og møbelindustri | 11 | 0,80 | 14 | 0,3 |
| Industrielt massefremstillede produkter | 10 | 0,80 | 12 | 0,2 |
| Skibsværfter | 6 | 0,80 | 8 | 0,2 |
| Kemisk industri | 5 | 0,01 | 454 | 8,6 |
| Garveri og læderindustri | 4 | 0,80 | 5 | 0,1 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 3 | 0,80 | 3 | 0,1 |
| Lak- og farveindustri | 2 | 0,01 | 151 | 2,9 |
| | 634 | | 5.302 | 100 |

Tabel 4-26. Emission og beregnet forbrug af butanon fordelt på brancher

Butanon anvendes som opløsningsmiddel bl.a. til visse typer lakker (nitrocellulose) og til gummifremstilling.

De mange brancher i tabellen afspejler, at butanon anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål. En stor del af forbruget antages at ske til formål, hvor en stor del fordamper. Det store antal brugere taget i betragtning, anses det for vanskeligt og meget lidt givtigt at undersøge forbrug og emission nærmere.

4.11.1 Anbefaling

Der er ikke fundet grundlag for at anbefale nogen ændringer i opgørelsen for emissionen af butanon.

4.12 Glycolether

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af glycolether er vist i Tabel 4-27.

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,60 | 0,01 | 4.229 | 622 |

Tabel 4-27. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC-opgørelse for glycolethere

DMUs fordeling på brancher for glycolethere er vist i Tabel 4-28.

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug t/år | Fordeling % |
|---|------------------|--------|-----------------|----------------|
| Øvrige aktiviteter | 131 | 0,6 | 218 | 5 |
| Autobranchen | 71 | 0,6 | 118 | 3 |
| Social- og sundhedssektor | 64 | 0,6 | 107 | 3 |
| Træ- og møbelindustri | 60 | 0,6 | 99 | 2 |
| Bygge og anlæg | 58 | 0,6 | 96 | 2 |
| Metalindustri | 44 | 0,6 | 73 | 2 |
| Grafisk branche | 42 | 0,6 | 70 | 2 |
| Industrielt massefremstillede produkter | 36 | 0,6 | 61 | 1,4 |
| Skibsværfter | 29 | 0,6 | 48 | 1,1 |
| Sandblæse- og maleentreprenører | 19 | 0,6 | 32 | 0,8 |
| Husholdninger | 18 | 0,6 | 30 | 0,7 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 17 | 0,6 | 28 | 0,7 |
| Plastbranchen | 9 | 0,6 | 16 | 0,4 |
| Kemisk industri | 6 | 0,01 | 564 | 13 |
| Gummiproduktion og -produkter | 4 | 0,6 | 7 | 0,2 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 4 | 0,6 | 7 | 0,2 |
| Transport | 2 | 0,6 | 4 | 0,1 |
| Papirindustri | 2 | 0,6 | 4 | 0,1 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 2 | 0,6 | 3 | 0,1 |
| Lak- og farveindustri | 2 | 0,01 | 188 | 4 |
| Garveri og læderindustri | 0,5 | 0,6 | 1 | 0,02 |
| Land- og skovbrug | 0,5 | 0,6 | 1 | 0,02 |
| Servicebranchen | 0,4 | 0,6 | 1 | 0,02 |
| Renserier | 0,2 | 0,0001 | 2.453 | 58 |
| Engros- og detailhandel | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,01 |
| Produktion af byggematerialer | 0,002 | 0,01 | 0,2 | 0,01 |
| Sum | 622 | | 4.229 | 100 |

Tabel 4-28. Emission og beregnet forbrug af glycolethere fordelt på brancher

De mange brancher i tabellen afspejler, at glycolether anvendes i mange forskellige brancher til mange forskellige formål, f.eks. som opløsningsmiddel til malingprodukter. En stor del af forbruget antages at ske til formål, hvor en del fordampes. Det store antal brugere taget i betragtning, anses det for vanskeligt og meget lidt givtigt at undersøge forbrug og emission nærmere.

4.12.1 Anbefaling

Der er ikke fundet grundlag for at anbefale nogen ændringer i opgørelsen for glycolether.

4.13 Ethylenglycol

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af ethylenglycol er vist i Tabel 4-29

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,25 | 0,01 | 2.475 | 610 |

Tabel 4-29. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC-opgørelse for ethylenglycol

DMUs fordeling på brancher for hovedparten af emissionen er vist i Tabel 4-30.

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug t/år | Fordeling % |
|---|---------------|------|--------------|-------------|
| Autobranchen | 470 | 0,25 | 1.879 | 70 |
| Social- og sundhedssektor | 61 | 0,25 | 246 | 9 |
| Husholdninger | 56 | 0,25 | 224 | 8 |
| Øvrige aktiviteter | 5 | 0,25 | 18 | 1 |
| Bygge og anlæg | 3 | 0,25 | 12 | 0,4 |
| Garveri og læderindustri | 3 | 0,25 | 11 | 0,4 |
| Træ- og møbelindustri | 3 | 0,25 | 11 | 0,4 |
| Plastbranchen | 2 | 0,01 | 228 | 9 |
| Industrielt massefremstillede produkter | 1 | 0,25 | 5 | 0,2 |
| Metalindustri | 1 | 0,25 | 4 | 0,2 |
| Skibsværfter | 1 | 0,25 | 4 | 0,2 |
| Gummiproduktion og -produkter | 1 | 0,25 | 4 | 0,1 |
| Karosseri og landbrugsmaskiner | 0,4 | 0,25 | 2 | 0,1 |
| Tekstil- og beklædningsindustri | 0,3 | 0,25 | 1 | 0,1 |
| Kemisk industri | 0,3 | 0,01 | 29 | 1 |
| Lak- og farveindustri | 0,1 | 0,01 | 10 | 0,4 |
| Grafisk branche | 0,04 | 0,25 | 0,2 | 0,01 |
| Nærings- og nydelsesmiddelindustri | 0,02 | 0,25 | 0,1 | 0,002 |
| Sum | 608 | | 2.687 | 100 |

Tabel 4-30. Emission og beregnet forbrug af ethylenglycol fordelt på brancher

4.13.1 Vurdering

Damptrykket for ethylenglycol ved 20 °C opgives i litteraturen til at være i intervallet 0,0053 til 0,0107 kPa, afhængig af hvilken kilde man refererer til. Som vist i tabel 3.2 angiver 4 ud af 5 kilder damptrykket til at være lidt under 0,01 kPa. Da der er tale om et tvivlstilfælde anbefales det, at man ud fra en konservativ betragtning tager ethylenglycol med i opgørelsen.

Da ethylenglycol anvendes til frostsikring i kølervæske i en ca. 20 % vandig opløsning, vil damptrykket over denne opløsning med stor sandsynlighed være under 0,01 kPa. Desuden anvendes kølervæsken altid i lukkede systemer. Væsken anbefales udskiftet med jævne mellemrum af de autoriserede bilværksteder. I det omfang væsken kasseres, vil tabet via fordampning i praksis være ubetydeligt, pga. det lave damptryk i vandig opløsning. Der kan dog forekomme lækager i kølersystemer (i biler mv.) og dette kan medføre et vist tab. Spildes kølervæske på fast overflader, fordamper vandet hurtigere end ethylenglycolen, der efterlader en fedtet og glat overflade. Spild på autoværksteder vil derfor normalt blive opsamlet og bortskaffet.

Samlet konkluderes det, at et samlet tab på 1 % sandsynligvis vil være i overkanten af det reelle tab til luften.

4.13.2 Anbefaling

Det anbefales, at EF for autobranchen reduceres fra 0,25 til 0,01 i VOC opgørelsen, hvorved emissionen reduceres med 451 t (fra 470 t til 19 t).

Det bør også overvejes, om ikke EF for de øvrige industrielle anvendelser skulle reduceres, f.eks. til 1 %, dels på grund af det lave damptryk, og dels ud fra formodningen om at det ofte anvendes i vandige opløsninger, og fordampningen derfor anses for at måtte være af meget begrænset omfang. Der er dog ikke indhentet viden om forbrug i de øvrige brancher, som kan dokumentere og begrunde en lavere EF.

4.14 Formaldehyd

DMUs nøgletal for beregning af emissionen af formaldehyd er vist i Tabel 4-31

| EF Forbrug | EF Industri | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år |
|------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0,05 | 0,01 | 26.388 | 503 |

Tabel 4-31. Nøgletal fra DMUs 2006 VOC opgørelse for formaldehyd

Det samlede forbrug af formaldehyd i 2006 er ifølge DST 26.388 t. I SPIN200 er det samlede forbrug på 27.796 t, så her er der rimelig god overensstemmelse.

Danmarks forbrug af formaldehyd var i 2006 iflg. SPIN2000 dobbelt så højt som Sveriges, 5 gange så højt som Norges, og 10 gange så højt som Finlands.

Hovedparten af forbrug og emission fra VOC opgørelsen er vist i nedenstående tabel fordelt på brancher.

| Branche | Emission t/år | EF | Forbrug t/år | Fordeling % |
|-------------------------------------|---------------|------|--------------|-------------|
| Øvrige aktiviteter | 255 | 0,05 | 5.105 | 19 |
| Kemisk industri | 153 | 0,01 | 15.313 | 58 |
| Lak- og farveindustri | 51 | 0,01 | 5.104 | 19 |
| Nærings- og nydelsesmiddel industri | 18 | 0,05 | 357 | 1 |
| Social- og sundhedssektor | 16 | 0,05 | 320 | 1 |
| Træ- og møbelindustri | 5 | 0,05 | 94 | 0,4 |
| Sum | 498 | | 26.293 | 100 |

Tabel 4-32. Emission og beregnet forbrug af formaldehyd fordelt på brancher

Ifølge SPIN2000 findes 97,3 % af formaldehyd forbruget under NACE-kode 24, Manufacture of chemicals and chemical products, som vist i nedenstående tabel. Det ser derfor ud til, at der er sket en fejl ved fordelingen af forbruget på kategorier.

| NACE | | Prep | t/år | % |
|------|--|------|----------|------|
| 24 | Manufacture of chemicals and chemical products | 168 | 27.045,4 | 97,3 |
| 15 | Manufacture of food products and beverages | 73 | 281,4 | 1,0 |
| 85 | Health and social work | 86 | 250,5 | 0,9 |
| 5 | Fishing | 4 | 111,3 | 0,4 |
| 51 | Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles | 15 | 31,2 | 0,1 |
| 25 | Manufacture of rubber and plastic products | 76 | 22,7 | 0,1 |
| 20 | Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials | 302 | 14,4 | 0,1 |
| 45 | Construction | 531 | 13,9 | 0,1 |
| 1 | Agriculture and horticulture | 15 | 11,3 | 0,04 |
| 32 | Manufacture of radio, television and communication equipment | 18 | 5,0 | 0,02 |
| | | | 27.787,1 | 100 |

Tabel 4-33. Formaldehyd forbrug fordelt på NACE koder i SPIN2000

Der er fundet to store forbrugere af formaldehyd, som formentlig står for hovedparten af det danske forbrug af formaldehyd.

Nordalim i Århus anvender methanol til fremstilling af formaldehyd, som videre anvendes til produktion af urea-formaldehydlim, som bl.a. anvendes til spånpladeproduktionen på Novopan. En del af det producerede formaldehyd sælges videre. Fra Nordalims Grønt regnskab 2006/07 fremgår følgende tal:

| Regnskabsår | Produktion formaldehyd t/år | Emission til luft t/år |
|-------------|-----------------------------|------------------------|
| 2006/07 | 30.000 | 1,2 |
| 2005/06 | 29.250 | 1,1 |
| 2004/05 | 28.940 | 0,6 |

Af andre større forbrugere af formaldehyd er der fundet to virksomheder, med et forbrug i 2006 på henholdsvis 3.866 t og ca. 3.000 t, og emissioner på henholdsvis ca. 2,3 t/år og ca. 10 t/år.

Nordalims produktion af formaldehyd anvendes dels til egen produktion af lim, og dels sælges det, bl.a. til de to nævnte forbrugere, som dog også har andre leverandører. Det samlede forbrug kan derfor ikke beregnes og sammenlignes med DST tal på 26.388 t/år. Der kan konstateres en divergens, som også kan skyldes lagerudsving.

Formaldehyd anvendes i mindre mængder som konserveringsmiddel i mange produkter, f.eks. maling. Ifølge SPIN2000 er dette øvrige forbrug fordelt på ca. 35 NACE-koder med et samlet forbrug på ca. 750 t i 2006.

Formaldehyd er biologisk omsætteligt, og det må formodes, at en væsentlig del af den mængde der anvendes til konservering, optages og omsættes af forskellige organismer, frem for at emitteres til luften, samt at en del også bortskaffes som affald, når produktet bortskaffes.

Formaldehyd opløses nemt i vand og danner formalin, som effektivt konserverer biologiske vævsprøver, som f.eks. kendes fra konserverede krybdyr i glasbeholdere.

4.14.1 Anbefaling for formaldehyd

Emissionen af formaldehyd VOC opgørelsen anbefales fastsat til 13,5 t fra de tre store forbrugere.

Forbruget på ca. 750 t der ifølge SPIN er til andre brancher end Manufacture of chemicals and chemical products, anbefales anvendt i emissionsopgørelsen, sammen med de tre store industrielle forbrugere.

DMU har brugt en EF på 0,05 for forbrug, men den anses for at være relativt lav, fordi EF nok vil være nærmere 1, for en del af forbruget.

Det anbefales at anvende en mere konservativ EF på 0,2 for det resterende forbrug på 750 t. Det giver en emission 150 t og en samlet emission på 163,5 t når de tre store industrier regnes med, og det svarer til en reduktion i VOC opgørelsen på 350 t.

4.15 Toluendiisocyanat

Jævnfør tabel 3.2 er damptrykket for toluendiisocyanat mindre end 0,01 kPa, og toluendiisocyanat skal derfor ikke klassificeres som VOC.

Toluendiisocyanat anbefales derfor helt fjernet fra VOC opgørelsen, hvorved emissionen reduceres med 199 t.

4.16 Dioctylphthalat

Jævnfør tabel 3.2 er damptrykket for dioctylphthalat mindre end 0,01 kPa, og dioctylphthalat skal derfor ikke klassificeres som VOC.

Dioctylphthalat anbefales derfor helt fjernet fra VOC opgørelsen, hvorved emissionen reduceres med 61 t.

4.17 Diethylenglycol

Jævnfør tabel 3.2 er damptrykket for diethylenglycol mindre end 0,01 kPa, og diethylenglycol skal derfor ikke klassificeres som VOC.

Diethylenglycol anbefales derfor helt fjernet fra VOC opgørelsen, hvorved emissionen reduceres med 10 t.

4.18 Oversigt over anbefalede ændringer

Tabel 4-34 viser en samlet oversigt over VOC opgørelsens emissioner, anbefalinger til ændringer og den derved reviderede emission.

| | VOC opgørelse Emission t/år | Anbefalede ændringer t/år | Revideret Emission t/år |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Methanol | 4.777 | 3.170 | 1.607 |
| Propylalcohol | 4.167 | 0 | 4.167 |
| Terpentin | 3.940 | 0 | 3.940 |
| Aminooxygengruppe | 2.865 | 2.865 | 0 |
| Glycerol | 2.630 | 2.630 | 0 |
| Pentan | 2.331 | 0 | 2.331 |
| Ethanol | 2.166 | 0 | 2.166 |
| Ethanol - sprinklervæske | 0 | - 4.500 | 4.500 |
| Naphthalen | 1.768 | 1.756 | 12 |
| Acetone | 1.297 | 0 | 1.297 |
| Propan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butanon | 676 | 0 | 676 |
| Glycolether | 622 | 0 | 622 |
| Ethylenglycol | 610 | 451 | 159 |
| Formaldehyd | 503 | 360 | 163 |
| Toluendiisocyanat | 199 | 199 | 0 |
| Diethylphthalat | 61 | 61 | 0 |
| Diethylenglycol | 10 | 10 | 0 |
| Øvrige stoffer | 2.105 | 0 | 2.105 |
| SUM: | 32.727 | 7.668 | 25.079 |

Tabel 4-34. Samlet oversigt over VOC-emissioner og anbefalede ændringer

Samlet er der anbefalinger til reduktion i VOC-emissionen på 12.168 t/år, men da der er fundet en uregistreret kilde til emission af ethanol fra sprinklervæske på ca. 4.500 t/år, bliver den resulterende anbefalede reduktion på 7.668 t/år. Det svarer til ca. 23 % af den beregnede emission fra brug af opløsningsmidler.

5 VOC emission fra brændeovne og -kedler

VOC-emissionen fra husholdninger, som omfatter brændeovne mv. og redskaber i have/hushold, er opgjort til 20.600 tons for 2006. Heraf er de 17.109 tons fra opvarmning, mens de resterende 3.500 ton er fra Redskaber i have/hushold, mv. som primært er brændstoffer til græsslåmaskiner og lignende.

Andelen af VOC-emissionen fra fyring med træ og halm i ovne og kedler er vist i nedenstående tabel.

| Brændsel | Forbrug GJ | Emission t/år | Emission %-del | EF g/GJ |
|-------------|------------|---------------|----------------|---------|
| Træ | 27.923.864 | 15.027 | 88 % | 538 |
| Halm | 2.904.930 | 1.743 | 10 % | 600 |
| Naturgas | 30.067.887 | 272 | 1,6 % | 9,04 |
| Fyringsolie | 21.196.989 | 64 | 0,4 % | 3 |
| PetCoke | 1.263.840 | 1,9 | 0,01 % | 1,5 |
| LPG gas | 688.681 | 1,4 | 0,01 % | 2 |
| Fuel olie | 195.015 | 0,6 | 0,003 % | 3 |
| Kerosene | 136.284 | 0,4 | 0,002 % | 3 |
| Kul | 3.975 | 0,06 | 0,0003 % | 15 |
| Koks | 147 | 0,002 | 0,00001 % | 15 |
| | 84.381.612 | 17.109 | 100 % | |

VOC emission 2006 fra opvarmning i Husholdninger, Snap Code 020200

Fyring med træ udgør 88 % af VOC emissionen og vurderes derfor nærmere.

Fyring med halm udgør 10 % af VOC emissionen, og da mulighederne for at finde grundlag for at ændre vurderingen til en væsentligt mindre (eller større) emission vurderes at være minimal, og det undersøges derfor ikke nærmere.

DMU har også oplyst, at EF for halm er ændret til 400 g/GJ i EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook¹. Det anbefales at denne nye og lavere EF for halm anvendes, hvorved VOC emissionen fra halm, vil blive reduceret med 1/3, svarende til ca. 580 t/år.

VOC emissionen fra de øvrige brændsler udgør ca. 2 % af den samlede emission, og da potentialet for opnåelige ændringer er minimalt, undersøges disse kilder ikke nærmere.

5.1 VOC emission fra træfyring i små ovne og kedler

Beregningen af VOC (eller NMVOC) emissionen for fyring med træ og træpiller i forskellige ovne og kedler er vist i Tabel 5-1.

| 2.006 | Energiforbrug | | NMVOC | | NMVOC |
|-------------------------------|------------------|-----------|-----------------|------|----------|
| | Træ og træpiller | | Emissionsfaktor | | Emission |
| Fyringsanlæg | GJ | t/år | g/GJ | kg/t | t/år |
| Træforbrug | | | | | |
| Gammel ovn | 3.670.330 | 249.682 | 1.200 | 18 | 4.404 |
| Nyere ovn | 6.469.192 | 440.081 | 1.200 | 18 | 7.763 |
| Moderne ovn | 2.085.812 | 141.892 | 250 | 4 | 521 |
| Ny moderne ovn | 0 | 0 | 125 | 2 | 0 |
| Anden ovn | 297.097 | 20.211 | 1.200 | 18 | 357 |
| Gl. kedel m. akk. | 2.131.277 | 144.985 | 400 | 6 | 853 |
| Gl. kedel u. akk. tank | 1.408.343 | 95.806 | 400 | 6 | 563 |
| Ny kedel m. akk. | 2.221.251 | 151.106 | 20 | 0,3 | 44 |
| Ny kedel u. akk. | 1.427.059 | 97.079 | 250 | 4 | 357 |
| Pillekedel | 8.213.503 | 558.742 | 20 | 0,3 | 164 |
| Sum træ uden piller | 19.710.361 | 1.340.841 | | | |
| Sum/middel/total incl. piller | 27.923.864 | 1.899.583 | 538 | 8 | 15.027 |

Tabel 5-1. Beregning af NMVOC emission fra træfyring i små ovne og kedler

Alle EF er fra CORINAIR og træforbruget er fra Energistyrelsens energistatistik.

Det vil umiddelbart være vanskeligt at ændre NMVOC emissionen ved at justere træforbruget, da Energistyrelsens statistik per definition anses for rigtig. Det er derimod muligt at ændre på de anvendte EF, hvis det kan sandsynliggøres, at andre værdier vil være mere rigtigt.

Det virker umiddelbart mærkværdigt, at der anvendes den samme emissionsfaktor på 1.200 g/GJ for både Gammel ovn og Nyere ovn, hvorefter der er et meget stort spring ned til en emissionsfaktor på 250 g/GJ for Moderne ovn. Gruppen af nyere ovne, har en bedre virkningsgrad end de ældre ovne, og det er bl.a. fordi gasserne fra træet forbrændes mere effektivt, så brændværdien udnyttes bedre.

Opdelingen på de forskellige ovne og kedler stammer fra et DMU notat fra den 7/12 2005, med titlen Opdateret opgørelser over udslip af partikler fra husholdninger i Danmark. Notatets indhold findes også i Miljøprojekt Nr. 1164 2007, Brændeovne og små kedler - partikelemissioner og reduktionstiltag.

I notatet antages at Gammel ovn og Nyere ovn har samme emissionsfaktorer for emissionen af partikler, og den antagelse er videreført til også at gælde for emissionen af NMVOC i DMUs VOC opgørelse. Denne antagelse er meget diskutabel, og problematikken gennemgås derfor nærmere i det følgende, med henblik på en anbefaling for en revurdering og anvendelse af en lavere EF for gruppen Nyere ovn.

Fordelingen og grupperingen af ovne og kedler i notatet kommer oprindeligt fra et notat med titlen "Brugerundersøgelse for brændeovne og fastbrændselskedler" udført for Miljøstyrelsen af Lars Nikolaisen, Teknologisk

Institut, dateret August 2005. Rev 29.05.2006 /18/. I dette notat står der bl.a. følgende:

For at få et bedre beregningsgrundlag for brændeovnes og brændekedlers emission af især små partikler har Miljøstyrelsen igangsat en undersøgelse af hvorledes forbrugsmønstret for brændefyring er samtidig med at der skelnes mellem gamle og nye brændeovne og kedler. Grunden til skelnen mellem gamle og nye anlæg er at emissionerne er meget forskellige. Der er indsamlet data om anlægstype og forbrug fra følgende kategorier:

1. Gamle brændeovne uden DS mærke fra før 1985-1990
2. Nyere brændeovne med DS mærke fra perioden 1990 til 2005
3. Moderne ovne – typisk med tertiærluft – der kan bestå prøvning efter Norsk Standard
4. Andre ovne (Pejse, masseovne, andet)
5. Gamle brændekedler (Salamander) med eller uden akkumuleringstank
6. Ny brændekedler (Som typegodkendt på TI) med eller uden akkumuleringstank
7. Træpillekedel
8. Anden kedel der brænder halm, koks, olie, gas, mv.

5-1. TIs klassificering af danske ovne og kedler /18/

DS mærket refererer til test efter DS 887, som bl.a. har krav til virkningsgrad på mindst 70 %, og til CO-indholdet i røggassen på maksimalt 0,3 %.

Baggrunden for grupperingen er TI's store viden om emissioner fra forskellige ovne og kedler, bl.a. fra mange års arbejde med DS prøvning på deres prøvestand i Århus.

DMU har muligvis antaget at emissionsfaktorerne for Gamle ovne og Nyere ovne er ens, fordi CORINAIR ikke umiddelbart har haft emissionsfaktorer der passer med gruppering. Emissionsfaktorerne for ovne og kedler i den nyeste udgave af CORINAIR fra 2007 er vist i Tabel 5-2.

| Fyringsanlæg | Emissionsfaktor g/GJ |
|--|----------------------|
| Domestic stoves | 1.200 |
| Small (single household scale, < 50 kW) boiler | 400 |
| Advanced fireplace | 450 |
| Advanced stove | 250 |
| Pellet stove | 20 |
| Advanced manual boiler <1 MW | 250 |
| Advanced automatic boiler <1 MW | 20 |

Tabel 5-2. CORINAIR emissionsfaktorer for fyring med træ i små ovne og kedler

CORINAIR indeholder ikke nogen anvisning for hvilke typer ovne og kedler der skal regnes til de enkelte kategorier, og det bemærkes også, at der kun er to kategorier for brændeovne, Domestic stoves og Advance stove, med et stort spring i EF fra 1.200 til 250. Der findes også kun nogle generelle beskrivelse af ovne og kedler, som ikke passer til de enkelte kategorier.

For brændeovne er der følgende beskrivelse:

1. Conventional stoves have poorly organized combustion process resulting in low efficiency (40% to 50%) and significant emissions of pollutants mainly originating from incomplete combustion (TSP, CO, NMVOC and PAH). Their autonomy is low, lasting from 3 to 8 hours. Those, which are equipped with hot plate zones, are used also for cooking - kitchen stoves. Some of them could also be used for hot water preparation.

2. Classic energy efficient stoves; due to the utilization of secondary air in the combustion chamber their efficiency is between 55% to 75% and emission of pollutants are lower, their autonomy ranges from 6 to 12 hours.

3. Advanced combustion stoves: These stoves are characterized by multiple air inlets and pre-heating of secondary combustion air by heat exchange with hot flue gases. This design results in increased efficiency (near 70% at full load) and reduced CO, NMVOC and TSP emissions in comparison with the conventional stoves.

5-2. Beskrivelse af klassificering af brændeovne i EMEP/CORINAIR

Beskrivelsen giver tre kategorier, hvor der kun findes EF for to kategorier, og de to kategorier må anses for bedst at dække den første og sidste kategori, Conventional stoves og Advanced combustions stoves.

Fra TI's opdeling af brændeovne, kan kategorien "Gamle brændeovne uden DS mærkning" med rimelighed kunne sammenlignes med den første kategori Conventional stoves. Gamle brændeovne har lukkede fyrrum uden glaslåger hvilket gør regulering af forbrændingen vanskelig.

Nyere brændeovne er testet efter DS 887 og her er der krav om mindst 70 % virkningsgrad, og må derfor mindst høre til den anden kategori Classic energy efficient stoves. DS 887 har ikke krav til emissionen af NMVOC, så der findes generelt ikke data for NMVOC emissionen, men en større virkningsgrad og bedre forbrænding vil normalt hænge sammen med en lavere emission af uforbrændte gasser, dvs. NMVOC.

Moderne ovne passer fint med den tredje kategori Advanced stoves. De har typisk mindre brændkamre, høj virkningsgrad, samt både primær, sekundær og tertiær lufttilførsel.

I Miljøprojekt 1139 sammenlignes målinger udført efter EN 13240 med målinger udført efter NS 3058. Undersøgelsen baserer sig på målinger på i alt 26 brændeovne over perioden august 2001 til november 2005. Ud af de 26 brændeovne foreligger der måling af OGC³ (totalindhold af flygtig organisk bundet kulstof) på de 20. Disse resultater er vist i Tabel 5-3, sammen med beregnede værdier pr. kg træ og GJ. Beregning af NMVOC er ud fra antagelsen om at det udgør 75 % af OGC (se Tabel 5-3 **Fejl! Henvvisningskilde ikke fundet.**).

³ Organic Gaseous Compounds

| Måling / Brændeovn | OGC ved 13 % O ₂ | OGC pr. kg træ | OGC pr. GJ | NMVOC = 75 % af OGC |
|--------------------|-----------------------------|----------------|------------|---------------------|
| Nr. | mg/Nm ³ | g/kg | g/GJ | g/GJ |
| 1 | 159 | 1,5 | 104 | 78 |
| 2 | 122 | 1,2 | 80 | 60 |
| 3 | 127 | 1,2 | 83 | 62 |
| 4 | 249 | 2,4 | 163 | 122 |
| 5 | 113 | 1,1 | 74 | 55 |
| 6 | 115 | 1,1 | 75 | 56 |
| 7 | 105 | 1,0 | 69 | 52 |
| 8 | 91 | 0,9 | 60 | 45 |
| 9 | 123 | 1,2 | 81 | 60 |
| 10 | 116 | 1,1 | 76 | 57 |
| 11 | 91 | 0,9 | 60 | 45 |
| 12 | 89 | 0,9 | 58 | 44 |
| 13 | 78 | 0,8 | 51 | 38 |
| 14 | 126 | 1,2 | 83 | 62 |
| 15 | 182 | 1,8 | 119 | 89 |
| 16 | 87 | 0,8 | 57 | 43 |
| 17 | 67 | 0,6 | 44 | 33 |
| 18 | 196 | 1,9 | 128 | 96 |
| 19 | 92 | 0,9 | 60 | 45 |
| 20 | 126 | 1,2 | 83 | 62 |
| Middel | 123 | 1,2 | 80 | 60 |

Tabel 5-3. OGC emission fra test af 20 brændeovne fra Miljøprojekt 1139

De beregnede OGC og NMVOC emissioner i g/GJ er meget lave, men ved sammenligning med kravene til emission af OGC i Tabel 5-4, ses de at være omkring de angivne grænseværdier. Halvdelen af målingerne kan overholde alle de angivne grænseværdier, og vil kunne godkendes efter de respektive standarder og kriterier.

| Krav til OGC emission i: | Emissions grænseværdi for OGC | | |
|---------------------------------|-------------------------------|------|----------|
| | mg/m ³ | g/GJ | kg/t træ |
| Svanemærket, Kriterie-version 1 | 180 | 86 | 1,3 |
| Svensk Standard, SP 1425 | 250 | 119 | 1,8 |
| DIN+ (DIN/EN 13240) | 120 | 80 | 1,2 |
| Østrig § 15A | 120 | 80 | 1,2 |

Tabel 5-4. Krav til OGC emission fra Svanemærket og forskellige standarder

5.2 Vurdering og anbefaling for emissionsfaktorer

Emissionsfaktorerne i CORINAIR er baseret på aktuelle målinger, uden at de dog er specificeret nærmere, hverken med hensyn til prøvebetegnelse eller hvilke ovne og kedler der er testet. Der er stor forskel på traditionen for udformning af brændeovne og brændekedler i forskellige lande, og derfor kan der også være meget stor forskel på de generelle emissionsniveauer for bl.a. NMVOC. Det betyder, at repræsentative måleresultater på brændeovne fra et land ikke nødvendigvis vil gælde for andre lande, fordi brændeovnene kan være meget forskellige. CORINAIRs emissionsfaktorer kan derfor afvige meget fra niveauerne i Danmark. På den baggrund anbefales det, at der foretages undersøgelser og målinger til fastlæggelse af nationale emissionsfaktorer for brændeovne og brændekedler.

DMU anvender den samme høje emissionsfaktor for grupperne Gammel ovn og Nyere ovn, hvor Teknologisk Institut, der har foretaget opdelingen i grupper, tydeligt forudsætter, at emissionerne fra Nyere ovn er væsentligt lavere end fra Gammel ovn, samt at effektiviteten er væsentligt større. Det hænger i høj grad sammen med at Nyere ovne er testet efter DS 887.

De relativt få målinger der er fundet som dækker Nyere ovne, viser langt lavere emissioner af NMVOC, end den anvendte emissionsfaktor på 1.200 g/GJ fra CORINAIR. Middelværdierne for NMVOC emission i de to undersøgelser er henholdsvis 240 g/GJ og 60 g/GJ, og på den baggrund burde de klassificeres som CORINAIRs Advanced stoves, med en emissionsfaktor på 250 g/GJ. Derved vil den samlede emission for brændefyring i opgørelsen for 2006 reduceres med ca. 6.146 t, fra 15.027 til 8.881 t, dvs. næsten en halvering.

VOC emissionen fra træfyring udgør en stor del af det danske emissionsloft, og der er pt. meget stor usikkerhed om de anvendte emissionsfaktorer. Det anbefales derfor, at Miljøstyrelsen iværksætter et projekt, som dels samler op på eksisterende målinger af VOC fra danske ovne og kedler, og dels supplerer med målinger på et relevant udsnit af ovne og kedler, specielt indenfor kategorierne Gammel ovn og Nyere ovn, så der på den baggrund kan fastsættes og anvendes bedre og mere realistiske emissionsfaktorer for VOC emissionen fra fyring med træ. En sådan undersøgelse må forventes at kunne medføre en betragtelig reduktion af den beregnede VOC emission i forhold til det nuværende niveau.

5.3 Brændeforbrug

Energistyrelsen har netop offentliggjort energistatistikken for 2007.

Forbruget af brænde er ikke baseret på faktuelle tal for import, produktion, salg eller forbrug, for de tal findes ikke. Forbruget er fundet ved en telefonisk undersøgelse, hvor der er ringet til et større antal fastnettelefonnumre, og respondenterne er interviewet om de har brændeovn/-kedel, og i givet fald hvor meget brænde de bruger om året.

Denne type undersøgelse blev første gang udført i 2006 (Brændeforbrug i Danmark /14/), og resultatet gav anledning til en stor opjustering af brændeforbruget, ligesom antallet af brændeovne og brændekedler blev bestemt til ca. 600.000 stk.

Undersøgelsen er blevet gentaget i august 2008, og den viste et stærkt forøget brændeforbrug, som i den netop offentliggjorte Energistatistik har resulteret i en opjustering af brændeforbruget i 2007 med knap 29 % i forhold til 2006.

Energistatistikens tal for træ og halm fra 2000 til 2007 er vist i Tabel 5-5.

| Enhed: TJ | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Stigning 06 til 07 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| Halm | 3.112 | 2.901 | 2.901 | 2.901 | 2.901 | 2.901 | 2.905 | 2.901 | - 0,1 % |
| Brænde | 12.432 | 13.507 | 13.559 | 15.817 | 17.028 | 19.630 | 21.130 | 27.198 | 29 % |
| Skovflis | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 0 % |
| Træpiller | 2.112 | 3.897 | 4.427 | 4.958 | 5.166 | 6.690 | 8.214 | 8.830 | 7 % |
| Sum træ: | 14.625 | 17.484 | 18.067 | 20.855 | 22.274 | 26.400 | 29.424 | 36.108 | 23 % |
| Sum træ og halm | 17.736 | 20.385 | 20.969 | 23.756 | 25.176 | 29.301 | 32.329 | 39.009 | 21 % |

Tabel 5-5. Energistatistik for forbrug af træ og halm til opvarmning i enfamiliehuse

Den store stigning i brændeforbruget medfører en næsten tilsvarende stigning i den beregnede VOC emission, så emissionen fra brændefyring øges til omkring 21.000 t/år. Det svarer til knapt 25 % af det danske emissionsloft på 85.000 t/år.

Undersøgelsen af brændeforbruget fra 2008 er ikke offentliggjort endnu, men en del af resultaterne er tilgængelige i en præsentation fra et seminar om brændeovne den 26/2 2009 i Odense /26/. Antal og fordeling af brændeovne og brændekedler på boligtyper fra begge undersøgelser er til sammenligning vist i Tabel 5-6.

| Boligtyper | 2005 antal | 2007 antal | Stigning antal | Stigning % |
|--|---------------|---------------|-------------------|---------------|
| Brændekedler i boliger | 47.753 | 93.980 | 46.227 | 97 |
| Brændeovne i sommerhuse | 88.342 | 97.388 | 9.046 | 10 |
| Brændeovne i ubeboede boliger | 25.637 | 39.601 | 13.964 | 54 |
| Brændeovne, pejse og masseovne i boliger | 436.936 | 595.205 | 158.269 | 36 |
| Samlet antal: | 598.668 | 826.174 | 227.506 | 38 |

Tabel 5-6. Udviklingen i antal brændefyrede anlæg

Undersøgelserne viser, at det estimerede samlede antal brændeovne og brændekedel er steget fra knap 600.000 til godt 800.000 (~ 38 % stigning) i løbet af to år.

Personlig kontakt til nogle brændeovnsforhandlere og skorstensfejermestre, kunne slet ikke bekræfte en stor stigning i antallet af nye brændeovne og brændekedler. Meningerne var divergerende, idet der var meldinger om både uændret, faldende og svagt stigende salg og installation af nye brændeovne.

Den voldsomme store stigning i antallet af brændeovne og kedler i løbet af kun to år må betegnes som urealistisk stor, og der er med meget stor sandsynlighed tale om meget stor unøjagtighed i den ene eller begge opgørelser.

Opgørelserne kan tænkes at overvurdere antallet af brændeovne, fordi der kun ringes til fastnettelefonnumre, og med den stigende udbredelse af mobiltelefoner på bekostning af fastnettelefoner, er fastnettelefonnumre måske slet ikke repræsentative for fordelingen af brændeovne i danske hjem.

Det anbefales at Miljøstyrelsen søger at tilvejebringe en mere sikker opgørelse over det samlede antal brændeovne og brændekedler i Danmark, samt fordelingen på forskellige typer, f.eks. som opdelingen foretaget af Teknologisk Institut. VOC opgørelsen er direkte proportional med antallet af ovne og kedler, så det er meget vigtigt for opgørelsen af den danske VOC

emission, at antallet af ovne og kedler er så pålideligt som muligt. Den nuværende opgørelsesmetode er baseret på telefoninterviews, og det anbefales undersøgt, om opgørelse af antallet af ovne og kedler kan erstattes af oplysninger fra alle landets skorstensfejere eller andre kilder.

5.4 Opsummering for brændeovne og -kedler

De EF der anvendes for Gammel ovn og Nyere ovn i DMUs opgørelse over VOC emissionen, er ikke i overensstemmelse med definitionen og opdelingen af brændeovne, som er foretaget af Teknologisk Institut. Nyere ovn har ifølge opdelingen klaret lavere emissioner, også af NMVOC, og den gruppe bør derfor tildeles en lavere EF end Gammel ovn.

CORINAIR har ikke nogen EF der passer til den danske opdeling af brændeovne, men på baggrund af en række målinger på almindeligt forekommende brændeovne i Danmark, der svarer til kategorien Nyere ovn, er der fundet EF i størrelsen mindre end 2509 g/GJ. Den anvendte EF er 1.200 g/GJ.

På den baggrund burde Nyere ovn tildeles en EF på 250 g/GJ. Derved vil den samlede emission i opgørelsen for 2006 falde med ca. 3.880 t, fra 15.027 t til 11.146 t.

Det anbefales, at Miljøstyrelsen iværksætter et projekt, som dels samler op på eksisterende målinger af VOC fra danske ovne og kedler, og dels supplerer med målinger på et relevant udsnit af ovne og kedler, specielt indenfor kategorierne Gammel ovn og Nyere ovn, så der på den baggrund kan fastsættes og anvendes bedre og mere realistiske emissionsfaktorer for VOC emissionen fra fyring med træ. En sådan undersøgelse må forventes at kunne medføre en betragtelig reduktion af den beregnede VOC emission i forhold til det nuværende niveau.

Den store stigning i brændeforbruget medfører en stigning i den beregnede VOC emission fra 15.027 t i 2006 til knap 21.000 t i 2007. Denne stigning svarer næsten til reduktionen fra den anbefalede nedsættelse af EF for Nyere ovn.

VOC opgørelsen fra brændefyring er direkte proportional med antallet af ovne og kedler, så det er meget vigtigt for opgørelsen af den danske VOC emission, at antallet af ovne og kedler er så pålideligt som muligt. Det anbefales derfor, at Miljøstyrelsen eller Energistyrelsen arbejder på at tilvejebringe en mere sikker opgørelse over det samlede antal små ovne og kedler i danske hjem, samt fordelingen på forskellige typer, f.eks. som opdelingen foretaget af Teknologisk Institut.

6 Konklusion

6.1 Emissioner fra opløsningsmiddel forbrug

Undersøgelsen viste, at fire VOC'er faldt udenfor VOC definitionens grænse for damptryk, hvor kun stoffer med damptryk større end 0,01 kPa skal medtages. De fire VOC'er er glycerol, toluendiisocyanat, dioctylphthalate og diethylenglycol, og de anbefales helt fjernet fra opgørelsen.

Aminooxygruppen omfatter 81 stoffer, og der er ved stikprøver søgt kogepunkt og damptryk for 26 af disse stoffer. Heraf er der kun fundet damptryk og kogepunkts-oplysninger for 3 af stofferne. Damptrykket var i alle 3 tilfælde under 0,01 kPa. Da stofferne alle er relativt højmolekylære, og en del er salte, findes det ikke sandsynligt, at nogen af aminooxygen-stofferne skal klassificeres som VOC'er, og de anbefales derfor helt fjernet fra opgørelsen.

For flere andre stoffer, specielt methanol, naphthalen, propan, butan, ethylenglycol og formaldehyd er der fundet dokumentation for at anbefale at anvende lavere emissioner i opgørelsen. Baggrunden er dels uoverensstemmelser mellem det faktiske forbrug i industrien og opgørelserne fra Danmarks Statistik, samt forbrug og fordeling på brancher i SPIN 2000.

Ved undersøgelsen af forbruget af propylalkohol og ethanol til sprinklervæske, er det fundet, at sprinklervæske kan antages udelukkende at være produceret ud fra importeret ethanol, der er importeret under kategorien Anti frost præparater. Denne kategori har hidtil ikke været medtaget i VOC opgørelsen, og den anbefales medtaget i kommende opgørelse. Mængden på 4.500 t/år er et anslået tal fra en importør, og bedre tal kan hentes fra Danmarks Statistik.

Tabel 4-34 viser en samlet oversigt over VOC opgørelsens emissioner, anbefalinger til ændringer og den derved reviderede emission.

| | VOC opgørelse Emission t/år | Anbefalede ændringer t/år | Revideret Emission t/år |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Methanol | 4.777 | 3.170 | 1.607 |
| Propylalcohol | 4.167 | 0 | 4.167 |
| Terpentin | 3.940 | 0 | 3.940 |
| Aminooxygengruppe | 2.865 | 2.865 | 0 |
| Glycerol | 2.630 | 2.630 | 0 |
| Pentan | 2.331 | 0 | 2.331 |
| Ethanol | 2.166 | 0 | 2.166 |
| Ethanol - sprinklervæske | 0 | - 4.500 | 4.500 |
| Naphthalen | 1.768 | 1.756 | 12 |
| Acetone | 1.297 | 0 | 1.297 |
| Propan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butan | 1.000 | 333 | 667 |
| Butanon | 676 | 0 | 676 |
| Glycoether | 622 | 0 | 622 |
| Ethylenglycol | 610 | 451 | 159 |
| Formaldehyd | 503 | 360 | 163 |
| Toluendiisocyanat | 199 | 199 | 0 |
| Diethylphthalat | 61 | 61 | 0 |
| Diethylenglycol | 10 | 10 | 0 |
| Øvrige stoffer | 2.105 | 0 | 2.105 |
| SUM: | 32.727 | 7.668 | 25.079 |

Tabel 6-1. Samlet oversigt over VOC emissioner og anbefalede ændringer

Samlet er der anbefalinger til reduktion i VOC emissionen på 12.168 t/år, men da der er fundet en uregistreret forbrug af ethanol til sprinklervæske på ca. 4.500 t/år, bliver den resulterende anbefalede reduktion på 7.668 t/år. Det svarer til ca. 23 % af den beregnede emission fra brug af opløsningsmidler.

6.2 Emissioner fra brændeovne

VOC emissionen fra husholdninger, som omfatter brændeovne mv. og redskaber i have/hushold, er opgjort til 20.600 tons for 2006. Heraf er de 17.109 tons fra opvarmning, mens de resterende 3.500 ton er fra Redskaber i have/hushold, mv. som primært er brændstoffer til græsslåmaskiner og lignende.

Ud af VOC emission fra opvarmning på 17.109 t/år udgør mindre træ og halm fyrede ovne og kedler 98 % af emissionen, og heraf er brændefyrede ovne og kedler den mest betydende, med en VOC emission på 15.027 t/år.

VOC opgørelsen for brænde er baseret på Energistyrelsens opgørelse over det årlige brændeforbrug, samt antal og fordeling af forbruget på forskellige typer ovne og kedler, som er tildelt emissionsfaktorer baseret på opgivelserne i CORINAIR, som det fremgår af nedenstående tabel.

| 2.006 | Energiforbrug | | NMVOC | | NMVOC |
|-------------------------------|------------------|-----------|-----------------|------|----------|
| Fyringsanlæg | Træ og træpiller | | Emissionsfaktor | | Emission |
| Træforbrug | GJ | t/år | g/GJ | kg/t | t/år |
| Gammel ovn | 3.670.330 | 249.682 | 1.200 | 18 | 4.404 |
| Nyere ovn | 6.469.192 | 440.081 | 1.200 | 18 | 7.763 |
| Moderne ovn | 2.085.812 | 141.892 | 250 | 4 | 521 |
| Ny moderne ovn | 0 | 0 | 125 | 2 | 0 |
| Anden ovn | 297.097 | 20.211 | 1.200 | 18 | 357 |
| Gl. kedel m. akk. | 2.131.277 | 144.985 | 400 | 6 | 853 |
| Gl. kedel u. akk. tank | 1.408.343 | 95.806 | 400 | 6 | 563 |
| Ny kedel m. akk. | 2.221.251 | 151.106 | 20 | 0,3 | 44 |
| Ny kedel u. akk. | 1.427.059 | 97.079 | 250 | 4 | 357 |
| Pillekedel | 8.213.503 | 558.742 | 20 | 0,3 | 164 |
| Sum træ uden piller | 19.710.361 | 1.340.841 | | | |
| Sum/middel/total incl. piller | 27.923.864 | 1.899.583 | 538 | 8 | 15.027 |

Tabel 6-2. Beregning af NMVOC emission fra træfyring i små ovne og kedler

Der er meget store usikkerheder forbundet med denne opgørelse, fordi der ikke findes eksakt viden om de enkelte indgående størrelser. Der er derfor foretaget flere antagelser, som har meget stor betydning for emissionen, og disse antagelser kunne ligeså godt være foretaget anderledes.

De EF der anvendes for Gammel ovn og Nyere ovn i DMUs opgørelse over VOC emissionen, er ikke i overensstemmelse med definitionen og opdelingen af brændeovne, som er foretaget af Teknologisk Institut. DMU anvender den samme høje emissionsfaktor for grupperne Gammel ovn og Nyere ovn, hvor Teknologisk Institut tydeligt forudsætter, at emissionerne fra Nyere ovn er væsentligt lavere end fra Gammel ovn, samt at effektiviteten er væsentligt større. Det hænger i høj grad sammen med at Nyere ovne er testet efter DS 887.

De relativt få målinger der er fundet som dækker Nyere ovne, viser langt lavere emissioner af NMVOC, end den anvendte emissionsfaktor på 1.200 g/GJ fra CORINAIR. Middelværdierne for NMVOC emission i de to undersøgelser er henholdsvis 240 g/GJ og 60 g/GJ, og på den baggrund burde de klassificeres som CORINAIRs Advanced stoves, med en emissionsfaktor på 250 g/GJ. Derved vil den samlede emission for brændefyring i opgørelsen for 2006 reduceres med ca. 6.146 t, fra 15.027 til 8.881 t, dvs. næsten en halvering.

Det anbefales ydermere, at Miljøstyrelsen iværksætter et projekt, som dels samler op på eksisterende målinger af VOC fra danske ovne og kedler, og dels supplerer med målinger på et relevant udsnit af ovne og kedler, specielt indenfor kategorierne Gammel ovn og Nyere ovn, så der på den baggrund kan fastsættes og anvendes bedre og mere realistiske emissionsfaktorer for VOC emissionen fra fyring med træ. En sådan undersøgelse må forventes at kunne medføre en betragtelig reduktion af den beregnede VOC emission i forhold til det nuværende niveau.

Den store stigning i brændeforbruget medfører en stigning i den beregnede VOC emission fra 15.027 t i 2006 til knap 21.000 t i 2007. Denne stigning svarer næsten til reduktionen fra den anbefalede nedsættelse af EF for Nyere ovn.

VOC opgørelsen fra brændefyring er direkte proportional med antallet af ovne og kedler, så det er meget vigtigt for opgørelsen af den danske VOC emission, at antallet af ovne og kedler er så pålideligt som muligt. Det anbefales derfor, at Miljøstyrelsen arbejder på at tilvejebringe en mere sikker opgørelse over det samlede antal små ovne og kedler i danske hjem, samt fordelingen på forskellige typer, f.eks. som opdelingen foretaget af Teknologisk Institut.

7 Referencer

- /1/ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2001/81/EF af 23. oktober 2001 om nationale emissionslofter for visse luftforurenende stoffer (NEC direktivet).
- /2/ ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (2003). Guidelines for Estimating and Reporting Emission Data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.
- /3/ Fauser, P. and Illerup, J. Danish Emission Inventory for Solvents Used in Industries and Households. J- Atmospheric Environment (in press).
- /4/ Fauser, P. og Illerup, J. Ajourføring og forbedring af historisk opgørelse for non-methan VOC emissioner fra anvendelse af solventer i udvalgte brancher og Fremskrivning af emissioner fra udvalgte brancher. Marts 2007. Internt arbejdsrapport hvor dele publiceres i kommende sektorrporter.
- /5/ Personlig kommunikation med Hans Gustafsson, Sveriges Tekniske Forskningsinstitut, den 8. sept. 2008.
- /6/ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007.
- /7/ Guidelines for Estimating and Reporting Emission Data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. AIR POLLUTION STUDIES No. 15. Prepared by the Convention's Task Force on Emission Inventories and Projections and the secretariat. UNITED NATIONS. New York and Geneva, 2003.
- /8/ SPIN2000 på <http://195.215.251.229/DotNetNuke/default.aspx> SPIN2000 er en database for forbruget af Substances in Products in the Nordic Countries, og er baseret på data fra Produktregistrene i Norge, Sverige, Danmark og Finland.
- /9/ Løsemiddelbalance for Norge. Utslipp, forbruk og metode. Statens forureningstilsyn. Rapport 95:02
- /10/ Nielsen, O. et. all. Annual Danish Emission Inventory Report to UNECE. Inventories from the base year of the protocols to year 2006. NERI Technical report No. 675, 2008.
- /11/ Illerup, J. et. all. Projection of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and particle emissions – 2005 to 2030. NERI Technical report No. 655, 2008.
- /12/ Dansk afrapportering til EU-Kommissionen i overensstemmelse med direktiv 2001/81/EC om nationale emissionslofter. Miljøstyrelsen. Januar 2007.
- /13/ Kortlægning og eksponering af kemiske stoffer i spraymaling. Kortlægning nr. 45 2004. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter.
- /14/ Evald, A. Brændeforbrug i Danmark. En undersøgelse af antallet af og brændeforbruget i brændeovne, pejse, masseovne og brændekedler i danske boliger og sommerhuse. September 2006. <http://www.ens.dk/sw42181.asp>
- /15/ Energistyrelsens Energistatistik.

- /16/ Illerup, J. et. all. Brændeovne og små kedler – partikelemission og reduktionstiltag. Miljøprojekt Nr. 1164, 2007.
- /17/ Opdateret opgørelser over udslip af partikler fra husholdninger i Danmark. DMU notat, dateret den 7/12 2005.
- /18/ Brugerundersøgelse for brændeovne og fastbrændselskedler. Udført for Miljøstyrelsen af Lars Nikolaisen, Teknologisk Institut. August 2005. Rev 29.05.2006. Notat om datagrundlag og telefoninterview. Ikke publiceret.
- /19/ Comparison of measuring results between solid fuel stoves tested in accordance with EN 13240 and NS 3058. Miljøstyrelsens Environmental Project No. 1139, 2006.
- /20/ Boman, C. et. all. Characterization and quantification of gaseous and particulate emissions from residential wood and pellet stoves and potentials for future technology. ETPC Umeå University.
- /21/ Aerosol Industriens Brancheforening (AIB), Phønixvej 6, 8722 Hedensted, Tlf.: 75 89 23 55, Mail: eriksen@aeropak.dk
- /22/ Producenter af Komprimerede Gasser (PCG), Uplandsgade 52, 2300 København S, Tlf.: 32 83 66 00
- /23/ Chemark Aps. Personlige oplysninger.
- /24/ Kemetyl. Personlige oplysninger.
- /25/ Klassificeringsbekendtgørelsen. Miljøministeriets bkg. 329 af 16. maj 2002. Bekendtgørelse om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter, med senere ændringer: Bekendtgørelse nr. 970 af 16. oktober 2005 og nr. 102 af 2. februar 2007.
- /26/ Finn Bertelsen, Energistyrelsen ”[Biomasse er en integreret del af DK's målopfyldelse på VE-området](#)”. Indlæg på seminariet: Har brændeovnen en fremtid? Torsdag den 26. februar 2009 i Odense. Arrangeret af IDA-Fyn og Det Økologiske Råd.

8 Bilagsoversigt

Bilag A. DMUs beregnede emissioner for 2006, inddelt efter brancher, oversigt over anvendte emissionsfaktorer.

Bilag B. Kilder til damptryk og temperatur i tabel 3.2

| Substance lists (2006 figures) | Samlet forbrug t/år | Samlet emission t/år | Emission fordelt på brancher (ton/år) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|----------------|---------------|--|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------|-----------|---|---|
| | | | Øvrige aktiviteter | Husholdninger | Bygge og anlæg | Plastbranchen | Industrielt masse fremstillede produkter | Autobranchen | Social- og sundhedssektor | Grafisk branche | Skibsværfter | Kemisk industri | Gummiproduktion og -produkter | Træ- og møbelindustri | Metalindustri | Karosseri og landbrugsmaskiner | Nærings- og nydelsesmiddelindustri | Lak- og farveindustri | Tekstil- og tekstilindustri | Garveri og læderindustri | Sandblæse- og malcentreprenører | Papirindustri | Land- og skovbrug | Produktion af byggematerialer | Transport | Engros- og detailhandel | Servicebranchen | Rensefærd | | |
| methanol | 71.379 | 4.777 | 1.590 | 1 | 2 | 704 | 11 | 11 | 1.651 | 3 | 10 | 318 | 302 | 10 | 18 | 6 | 16 | 106 | 9 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| propylalcohol | 5.111 | 4.167 | 256 | 501 | 6 | 4 | 2.856 | 287 | 78 | 91 | 8 | 7 | 2 | 22 | 16 | 4 | 18 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | |
| terpentine | 9.951 | 3.940 | 208 | 51 | 1.607 | 1 | 416 | 564 | 3 | 3 | 564 | 9 | 1 | 79 | 61 | 177 | 0 | 3 | 0 | 156 | 33 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | | |
| aminoxyngroups | 5.729 | 2.865 | 0 | 0 | 716 | 0 | 72 | 1.432 | 0 | 645 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| glycerol | 27.147 | 2.630 | 194 | 1.467 | 92 | 25 | 50 | 23 | 25 | 91 | 36 | 7 | 11 | 73 | 122 | 48 | 94 | 2 | 159 | 6 | 42 | 0 | 43 | 0 | 14 | 1 | 5 | 0 | | |
| pentane | 15.464 | 2.331 | 0 | 0 | 0 | 2.331 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ethanol | 22.231 | 2.166 | 624 | 172 | 125 | 13 | 67 | 128 | 249 | 515 | 9 | 90 | 6 | 88 | 9 | 4 | 20 | 30 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | | |
| naphthalene | 35.369 | 1.768 | 0 | 88 | 1.415 | 0 | 22 | 203 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| acetone | 2.515 | 1.297 | 249 | 8 | 8 | 542 | 6 | 13 | 20 | 42 | 1 | 8 | 232 | 40 | 1 | 1 | 0 | 3 | 55 | 2 | 1 | 63 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| propane | 1.000 | 1.000 | 0 | 1.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| butane | 1.000 | 1.000 | 0 | 1.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| butanone | 1.443 | 676 | 151 | 19 | 46 | 40 | 10 | 28 | 119 | 35 | 6 | 5 | 17 | 11 | 31 | 3 | 107 | 2 | 0 | 4 | 2 | 33 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | | |
| glycolethers | 4.229 | 622 | 131 | 18 | 58 | 9 | 36 | 71 | 64 | 42 | 29 | 6 | 4 | 60 | 44 | 17 | 4 | 2 | 2 | 1 | 19 | 2 | 0 | 0,002 | 2 | 0 | 0 | 0,2 | | |
| ethylenglycol | 2.475 | 610 | 5 | 56 | 3 | 2 | 1 | 470 | 61 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| formaldehyde | 26.388 | 503 | 255 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 153 | 0 | 5 | 0 | 0 | 18 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | | |
| cyclohexanones | 2.717 | 482 | 395 | 1 | 16 | 2 | 7 | 7 | 0 | 15 | 6 | 16 | 1 | 3 | 4 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| propylenglycol | 4.541 | 479 | 199 | 23 | 106 | 3 | 5 | 9 | 26 | 3 | 3 | 20 | 1 | 10 | 9 | 3 | 24 | 7 | 6 | 0 | 5 | 3 | 3 | 0 | 9 | 1 | 1 | 0 | | |
| 1-butanol | 1.724 | 240 | 55 | 4 | 8 | 1 | 27 | 48 | 0 | 0 | 30 | 6 | 0 | 14 | 19 | 14 | 0 | 2 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| butanoles | 909 | 227 | 7 | 0 | 1 | 0 | 36 | 60 | 0 | 0 | 49 | 0 | 0 | 54 | 4 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| xylene | 5.358 | 202 | 26 | 2 | 12 | 3 | 16 | 32 | 12 | 0 | 17 | 12 | 1 | 30 | 16 | 9 | 0 | 4 | 1 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| toluendisocyanate | 7.427 | 199 | 54 | 0 | 0 | 71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| phenol | 5.448 | 129 | 55 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1 | 10 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| methyl methacrylate | 7.483 | 75 | 2 | 0 | 3 | 36 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| toluene | 2.162 | 67 | 12 | 1 | 1 | 0 | 3 | 7 | 5 | 20 | 1 | 7 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| acyclic aldehydes | 626 | 65 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| diethylphthalate | 1.587 | 61 | 6 | 0 | 2 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 13 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| acyclic monoamines | 475 | 51 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| styrene | 32.123 | 50 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| tetrachloroethylene | 149 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| triethylamine | 77 | 12 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| diethylenglycol | 127 | 10 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| diamines | 2 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SUM: | 304.368 | 32.726 | 4.557 | 4.414 | 4.234 | 3.870 | 3.650 | 3.394 | 2.339 | 1.506 | 802 | 719 | 639 | 519 | 388 | 313 | 307 | 240 | 234 | 172 | 143 | 108 | 79 | 45 | 26 | 19 | 8 | 0 | | |

Kilder til damptryk og temperatur i tabel 3.2:

- 1 www.bu.edu/es/labsafety/ESMSDSs/MSMethanol.html#anchor890644
- 2 www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/isopropylalcohol/recognition.html
- 3 www.en.wikipedia.org/wiki/White_spirit
- 4 Der henvises til bilag B: "Aminoxygen-grupper_Damptryk og kogepunkter.xls".
- 5 www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECD/SIDS/56815.pdf
- 6 J.Phys.Chem.Ref.Data, Vol. 10, No 4, 1981
- 7 www.s-ohe.com/u/web/soheco/cgi-local/Ethanol_e.cgi?temperature=25&submit=Calculate
- 8 www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/91203.pdf
- 9 www.s-ohe.com/Acetone_cal.html
- 10 J.Phys.Chem.Ref.Data, Vol. 10, No 4, 1981
- 11 J.Phys.Chem.Ref.Data, Vol. 10, No 4, 1981
- 12 [www.en.wikipedia.org/wiki/Butanone_\(data_page\)](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Butanone_(data_page))
- 13 www.apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne_Eng/glykol_eng.htm
- 14 www.apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne_Eng/1.2-etandiol_eng.htm
- 15 www.jtbaker.com/msds/englishhtml/E5125.htm
- 16 www.rochambeau2.org/physique/msds/ethylenglycol.pdf
- 17 www.merck-chemicals.com/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/Merck-International-Site/en_US/-/EUR/ViewProductDetail-Start?PortalCatalogUUID=&CatalogCategoryID=&ProductUUID=J7yb.s1OysoAAAEW_hgW4z78
- 18 www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtash/icsc02/icsc0270.htm
- 19 www.avjinfo.dk/filer/udgivelser/brancher/30/jernmetal_datablade.pdf
- 20 www.jtbaker.com/msds/englishhtml/C7051.htm
- 21 www.mst.dk/Kemikalier/Fokus+paa+ny+viden/Kortlaegning+af+forbrugerprodukter/Rapporter/02053613.htm?NRMODE=Published&NRNODEGUID=%7BBDC9FD55-7151-4C6D-823A-84AA31328368%7D&NROIGINALURL=%2FKemikalier%2FFokus%2Bpaa%2Bny%2Bviden%2FKortlaegning%2Baf%2Bforbrugerprodukter%2FRapporter%2F02053613.htm&NRCACHEHINT=Guest&Mode=Print&Site=ms
- 22 www.epa.gov/chemfact/s_butano.txt
- 23 www.s-ohe.com/u/web/soheco/cgi-local/Butanol_e.cgi?temperature=25&submit=Calculate
- 24 J.Phys.Chem.Ref.Data, Vol. 10, No 4, 1981
- 25 www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0339.htm
- 26 www.s-ohe.com/u/web/soheco/cgi-local/Phenol_e.cgi?temperature=25&submit=Calculate
- 27 www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/methylme.html
- 28 J.Phys.Chem.Ref.Data, Vol. 10, No 4, 1981
- 29 www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0271.html
- 30 www.epa.gov/OGWDW/dwh/t-voc/styrene.html
- 31 www.epa.gov/OGWDW/dwh/t-voc/tetrachl.html
- 32 www.scorecard.org/chemical-profiles/html/triethylamine.html
- 33 www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0619.html
- 36 www.chemcas.com/material/cas/archive/104-78-9.asp