

Miljøprojekt Nr. 779 2003

Forurening fra traktorer og ikke-vejpgående maskiner i Danmark

Flemming Bak, Michael Grouleff Jensen og Ken Friis Hansen
Teknologisk Institut

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

INDHOLD	3
1 FORORD	5
2 SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
3 SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
4 LOVGIVNING	11
4.1 GÆLDENDE LOVGIVNING	11
4.1.1 EF-direktiv nr. 97/68/EC for ikke-vejpgående maskiner	11
4.1.2 EF-direktiv 2000/25/EC for traktorer	12
4.2 FREMTIDIG LOVGIVNING	12
4.2.1 Små benzinmotorer <19 kW (EF direktiv)	12
4.3 KRAV TIL IKKE-VEJGÅENDE MASKINER I USA	12
5 "STIKPRØVEKONTROL"	13
5.1 BESØGSRAPPORTER	15
5.1.1 New Holland Danmark A/S	16
5.1.2 Case	16
5.1.3 Kragmann	17
5.1.4 John Deere	17
5.1.5 Enmaco Maskiner	18
5.1.6 Fiat-Kubelco	19
5.1.7 Landbrugets Traktorafprøvning	19
5.2 SAMMENFATNING	20
6 ENERGIFORBRUG OG EMISSIONER	23
6.1 GENERELT	23
6.1.1 Maskinparken	23
6.1.2 Brugstiden	24
6.1.3 Belastning	24
6.1.4 Emissionsfaktorer	24
6.1.5 Maskinkategorier	26
6.2 LANDBRUG	26
6.2.1 Traktorer	26
6.2.2 Mejetærskere	31
6.3 TRUCKS	34
6.3.1 Driftstider og belastninger	36
6.3.2 Emissionsforhold	36
6.4 ENTREPRENØRMASKINER	37
6.4.1 Emissionsforhold	38
6.5 MINDRE MASKINER	38
6.5.1 Plæneklippere	38
6.5.2 Minitraktorer/riders	39
6.5.3 Havefræsere	41
6.5.4 Motorsave	42

6.5.5	<i>Andet maskineri (buskryddere, hækklippere)</i>	42
6.5.6	<i>Samlet – mindre maskiner</i>	43
6.6	FRTIDSBADE	44
6.6.1	<i>Motorer</i>	45
6.6.2	<i>Driftstid og belastning</i>	46
6.6.3	<i>Emissionsforhold</i>	46
6.7	NØJAGTIGHED	46
6.8	SAMMENFATNING - EMISSIONSFORHOLD	48
7	VURDERINGER OG ANBEFALINGER	53
8	LITTERATUR/KILDER	55

Bilag A	Emissionskrav
Bilag B	Emissionsfaktorer
Bilag C	Brændstofforbrug i entreprenørbranchen
Bilag D	Konstanter

1 Forord

Teknologisk Institut udførte i 1992/1993 to udredninger for Miljøstyrelsen om luftforurening fra ikke-vejpgående maskiner i 1990 i Danmark. Udredningerne skulle bl.a. danne basis for diskussioner i EU vedrørende kommende lovkrav til luftforurening fra ikke-vejpgående maskiner.

Udredningerne konkluderede, at luftforureningen specielt fra traktorer og entreprenørmateriel var ganske betydelig, og for nogle komponenters vedkommende oversteg de formentlig de vejpgående, tunge køretøjers bidrag. Det skal dog tilføjes, at den beregnede usikkerhed på emissionsresultaterne er opgivet til $\pm 40\%$, hvilket betegnes som tilfredsstillende, ressourceforbruget taget i betragtning.

Siden er der i EU vedtaget to direktiver, 97/68/EC (ikke-vejpgående maskiner) og 2000/25/EC (traktorer), som er vedtaget som lov i Danmark ved Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 667 (14/9-98) og ved Færdselsstyrelsens Detailforskrifter for Køretøjer. Direktiverne omfatter dieseldrevne motorer med en effekt mellem 18 og 560 kW. Et nyt direktivforslag (2000/0336), som omhandler små benzindrevne maskiner under 19 kW, blev endeligt vedtaget i oktober 2002. Et nyt forslag, der omfatter skærpede krav til dieselmotorer, forventes fremlagt i starten af 2003.

Nærværende rapport er udført for Miljøstyrelsen. Projektet er udført i sommeren/sensommeren 2002 af Teknologisk Institut.

Der er foretaget en stikprøvekontrol af, hvorledes branchen forvalter bekendtgørelserne. Kontrollen er udført ved at besøge et antal større importører/forhandlere, hvor det blev kontrolleret, at de maskiner, som er omfattet af bekendtgørelserne, er mærket efter bekendtgørelsernes anvisninger, og at den fornødne dokumentation er til stede. Desuden er der afholdt et møde med passende brancheorganisationer for at diskutere, om stikprøvekontrollens resultater er repræsentative for branchen.

Der er desuden foretaget en opdatering af videngrundlaget for energiforbrug og emissioner fra ikke-vejpgående maskiner, og der er fremskaffet ajourførte oplysninger om sektorens miljøbelastning. De oplysninger, som er opdateret, er dels maskinparkens sammensætning og størrelse, dels oplysninger om driftsmønster, brændstofforbrug og emissionsforhold. Ved sammenligning af de to opgørelses oplysninger er sektorens udvikling i den mellemliggende tiårsperiode samtidig beskrevet.

Opdateringen omfatter ikke følgende grupper, som heller ikke indgik i de to tidligere udredninger:

- Militæret
- Luftfart
- Skibsfart (lystfartøjer indgår)
- Jernbaner

Desuden viste de tidligere undersøgelser, at en del af maskinerne kun gav et ubetydeligt bidrag til den samlede emission. Grupper, som bidrog med mindre end 1% af CO₂-udslippet, medtages ikke i denne udredning.

Gennem dialog med branchen ved følgegruppemøderne er det blevet afklaret, at der er behov for at udarbejde en informationsfolder, som orienterer om betydningen af nuværende og kommende lovgivning på området. Selve folderens udformning, mangfoldiggørelse og udsendelse er ikke omfattet af projektet.

Der er i forbindelse med projektudførelsen etableret en følgegruppe under Miljøstyrelsens ledelse med deltagelse af Danmarks Miljøundersøgelser, Dansk Maskinhandlerforening, Landbrugets Rådgivningscenter og Teknologisk Institut.

2 Sammenfatning og konklusioner

Vejgående køretøjer til gods- og persontransport har i en årrække været reguleret ved lovgivning for at begrænse sektorens forurening. Som følge af skærpede krav til - og dermed mindre forurening fra - denne sektor stiger andre sektors andel af den samlede forurening. Dermed bliver der også større fokus og et ønske/behov for at nedbringe forureningen fra bl.a. de ikke-vejgående maskiner.

EU har vedtaget direktiver, der regulerer henholdsvis traktorer og andre ikke-vejgående maskiner. EF-direktiverne er indført ved lov i Danmark ved Færdselsstyrelsens Detailforskrifter for Køretøjer og en bekendtgørelse fra Miljøministeriet.

Denne undersøgelse viser, at de nye maskiner leveres med motorer, der er mærket efter direktivet. Leverandørerne er klar over, at der ikke må ændres på motorerne og forsøger at få deres kunder til at benytte forhandlerkæden til al service, der kan influere på emissionsforholdene.

Der er dog ingen tvivl om, at der bliver behov for information til ejerne af maskinerne og til de virksomheder, der handler med brugte maskiner eller udfører reparationer og justeringer på dem. Det vil være en del år, inden de traktorer og maskiner, der er godkendt, bliver almindelige i branchen, og man bliver klar over, at de ikke må ændres, så deres emissioner øges. Hvis der blev indført en kontrolordning, ville det reducere mulighederne for at opjustere motorernes ydelse, og niveauet for deres emissioner ville blive holdt nede.

Analysen af non-road-sektorens forbrug og emissioner i forhold til DMU's tilsvarende beregninger for vejsektoren for 2000 viser følgende:

- Forbruget af diesel i non-road-sektoren er ca. 31% af forbruget i vejsektoren, og emissionen af CO, HC, NO_x og partikler fra dieselmotorerne i non-road-sektoren er ca. det halve af emissionerne fra dieselskøretøjerne i vejsektoren. Dog er SO₂-emissionen fra dieselmotorerne i non-road-sektoren mere end tre gange større end fra dieselskøretøjerne i vejsektoren.
- Forbruget af benzin i non-road-sektoren er ca. 4% af forbruget i vejsektoren, og HC- og CO-emissionen fra benzinmotorer i non-road-sektoren er ca. en tredjedel af emissionerne fra benzinbilerne i vejsektoren.
- Samlet er CO₂-emissionen fra non-road-sektoren ca. 17% af CO₂-emissionen fra vejsektoren. CO-, NO_x- og HC-emissionen er hhv. ca. 20, 25 og 30% af den samlede emission fra vejsektoren, mens partikelemissionen er næsten det halve af partikelemissionen fra vejsektoren. SO₂-emissionen fra non-road-sektoren er ca. 1,5 gange større end SO₂-emissionen fra vejsektoren.

Samlet bidrager non-road-sektoren således væsentligt til emissionerne i forhold til vejsektoren.

På grund af reduktionen af svovl i dieselolien er der i forhold til 1990 sket en reduktion af SO_2 på ca. 80%. Desuden er emissionen af NO_x og partikler reduceret væsentligt, mens emissionen af HC og CO er aftaget ligesom brændstofforbruget. For brændstofforbruget er der beregnet en reduktion på 12% i forhold til 1990.

Denne opgørelse er behæftet med en usikkerhed på ca. 36% for beregning af brændstofforbruget og på ca. 40% for beregning af emissionerne, hvilket omtrent svarer til undersøgelsen i 1990.

3 Summary and conclusions

For a number of years, busses and registered vehicles for transport of goods have been regulated in order to decrease their emission. As a result of tighter rules and by that a decreasing pollution from this sector, the relative pollution from other sectors is increasing.

In EU, new directives have been introduced for tractors and other non-road vehicles and machinery. The EU directives have been established as law in Denmark through "Detailforskrifter for Køretøjer" by Danish Road Safety and Transport Agency, and a government order from Danish Environmental Protection Agency.

Present investigation shows that new vehicles are delivered with engines marked according to the directive. The suppliers know that modification of engines is not allowed and tries to persuade their customers to use their supplier network for all service on the engines that can influence on the emissions.

On the other hand, there is no doubt that the owners of the vehicles and the companies dealing with used machinery or carry out maintenance and adjustments will need more information. It will take some years before approved tractors, vehicles or machines are common in the sector and before it is known that engine modification is not allowed if it means that emissions change. If a control scheme was introduced, it would reduce the possibilities for readjusting the engines and the emission level would be kept down.

Analysis of the non-road sector's fuel consumption and emissions compared to the road sector (data for this sector is supplied by the National Environmental Research Institute in Denmark) show that:

- The consumption of diesel in the non-road sector is approximately 31% of the consumption in the road sector. Emissions of CO, HC, NO_x and particulates from the diesel engines are about half of the emissions from the diesel road vehicles. However, the SO₂ emission from the diesel vehicles in the non-road-sector is more than three times higher than the diesel road vehicles.
- The consumption of petrol in the non-road sector is approximately 4% of the consumption in the road sector. The HC and CO emissions from the petrol engines is about one third of the emission from the cars in the road sector.
- In total, the CO₂ emission from the non-road sector is approximately 17% of the CO₂ emission from the road sector. The emission of CO, HC and NO_x is about 20, 25 and 30% respectively of the total emission from the road sector while the emission of particulates is nearly half the emission of particulates from the road sector. The SO₂ emission from the non-road sector is about one and a half (1.5) times the SO₂ emission from the road sector.

In total, the non-road sector contributes considerably to the emissions compared to the road sector.

Compared to 1990, the reduction of sulphur in diesel oil has resulted in a reduction of SO_2 of about 80%. In addition, the emission of NO_x and particulates is reduced significantly, while the emission of HC and CO has decreased just as the fuel consumption. Compared to 1990, the fuel consumption is reduced with approximately 12%.

This survey is subject to an uncertainty of 36% as regards calculation of the fuel consumption and of 40% as regards calculation of the emissions. This corresponds approximately to the survey in 1990.

4 Lovgivning

I EU er der indført en lovgivning, der regulerer henholdsvis traktorer og andre ikke-vejsgående maskiner. EF-direktiverne er indført ved lov i Danmark ved Færdselsstyrelsens Detailforskrifter for Køretøjer og en bekendtgørelse fra Miljøministeriet.

4.1 Gældende lovgivning

I hovedtræk er der ikke forskel på lovgivningen for traktorer og ikke-vejsgående maskiner. Forskellen på de to regulativer er implementeringstidspunktet.

4.1.1 EF-direktiv nr. 97/68/EC for ikke-vejsgående maskiner

EU har vedtaget direktiv nr. 97/68/EC for ikke-vejsgående maskiner. Direktivet er gennemført i dansk lovgivning ved Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 667 (14/9-98). Direktivet omfatter dieseldrevne motorer med en effekt på mellem 18 og 560 kW. Direktivet indeholder stage 1 og stage 2 emissionskravene. Af tabel 1 fremgår datoerne for ikrafttrædelse samt kravene.

Effekt (kW)	Dato:		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x (g/kWh)		PM (g/kWh)	
	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2
18-37		31-12-2000 #		5,5		1,5		8		0,8
37-75	31-03-1999	31-12-2003	6,5	5	1,3	1,3	9,2	7	0,85	0,4
75-130	31-12-1998	31-12-2002	5	5	1,3	1	9,2	6	0,7	0,3
130-560	31-12-1998	31-12-2001	5	3,5	1,3	1	9,2	6	0,54	0,2

Tabel 1: Emissionskrav og ikrafttrædelsesdatoer for ikke-vejsgående maskiner, datoerne gælder det tidspunkt, motorerne er produceret.
#-datoen afviger fra Lovtidende nr. 667-676, men denne dato er korrekt.

Emissioner bestemmes som en vægtet sum af emissionerne målt ved 8 stationære belastningspunkter.

Dieselmotorer i maskiner skal være typegodkendt efter emissionskravene, og motorerne skal være mærket efter EU's specifikationer, så det fremgår, at de er godkendt. Maskinerne må leveres maks. et år efter de angivne datoer. Det er ikke lovligt at benytte eller sælge nye maskiner, der ikke er typegodkendt og mærket efter forskrifterne.

Direktivet omfatter ikke landbrugstraktorer eller maskiner til forsvaret, skibe, jernbaner, luftfartøjer eller elaggater.

4.1.2 EF-direktiv 2000/25/EC for traktorer

EU's direktiv 2000/25/EC for traktorer er gennemført ved Færdselsstyrelsens bekendtgørelse om Detailforskrifter for Køretøjer 1/1-2001. Direktivet angiver samme motorstørrelser og grænseværdier som for ikke-vejgående maskiner.

Datoerne for ikrafttrædelse fremgår af tabel 2.

Effekt (kW)	Dato	
	Stage 1	Stage 2
18-37		1-1-2002
37-75	1-07-2001	1-1-2004
75-130	1-07-2001	1-7-2003
130-560	1-07-2001	1-7-2002

Tabel 2: Emissionskrav og ikrafttrædelsesdatoer for traktorer for første registrering, godkendelse eller ibrugtagning.

Det betyder, at kravene til traktorer er et til to år forsinket i forhold til ikke-vejgående maskiner.

4.2 Fremtidig lovgivning

4.2.1 Små benzinmotorer <19 kW (EF direktiv 2002/88)

Et nyt direktiv EF 2002/88, som omhandler små benzindrevne maskiner under 19 kW, er godkendt af EU's miljøministre den 17. oktober 2002. Direktivet ventes klar til offentliggørelse omkring årsskiftet 2002/2003.

4.3 Krav til ikke-vejgående maskiner i USA

Tabel 3 viser kravene for dieselmotorer til ikke-vejgående brug i USA.

kW	Dato			NO _x Tier 1	HC Tier 1	NMHC+NO _x			CO			PM		
	Tier 1	Tier 2	Tier 3			Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 1	Tier 2	Tier 3
<8	2000	2005				10,5	7,5		8	8		1	0,8	
19	2000	2005				9,5	7,5		6,6	6,6		0,8	0,8	
37	1999	2004				9,5	7,5		5,5	5,5		0,8	0,6	
75	1998	2004	2008	9,2			7,5	4,7		5	5		0,4	0,4
130	1997	2003	2007	9,2			6,6	4		5	5		0,3	0,3
225	1996	2003	2006	9,2	1,3		6,6	4	11,4	3,5	3,5	0,54	0,2	0,2
450	1996	2001	2006	9,2	1,3		6,4	4	11,4	3,5	3,5	0,54	0,2	0,2
552	1996	2002	2006	9,2	1,3		6,4	4	11,4	3,5	3,5	0,54	0,2	0,2
>552	2000	2006		9,2	1,3		6,4		11,4	3,5		0,54	0,2	

Tabel 3: Emissionskrav (g/kWh) til non-road-sektoren i USA samt ikrafttrædelsesdatoerne. Kravene træder i kraft i 3 trin: Tier 1, 2 og 3.
Kilde: Dieselnet og Miljøstyrelsen.

Som det fremgår af tabel 1 og 3, er kravene lidt forskellige. Tier 2 og 3 benytter et krav til summen af HC og NO_x. Desuden er ikrafttrædelsestidspunkterne lidt forskellige, se evt. også bilag A. Tidligere har kravene i USA været strengere end i EU. Hovedsigtet med den kommende EU-lovgivning er harmonisering med USA. I USA overvejes en stramning af kravene til partikler i Tier 4.

5 "Stikprøvekontrol"

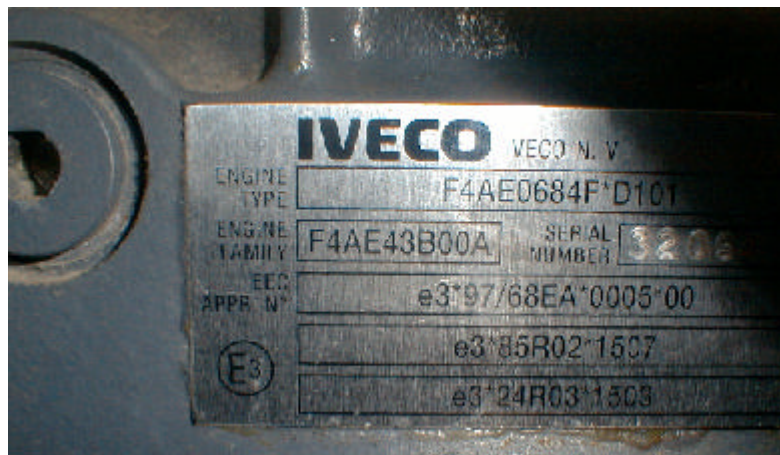
I forbindelse med projektet har Teknologisk Institut fortaget en række besøg hos importører og forhandlere af landbrugs- og entreprenørmaskiner og traktorer samt haft møde med Landbrugets Traktorafprøvning. Formålet med besøgene var dels at afdække kendskabet til lovgivningen, og hvorledes den håndteres og implementeres hos de enkelte, dels at vurdere, om det vil være formålstjenligt at udsende mere information om loven.

Teknologisk Institut havde på forhånd lavet en liste over spørgsmål, som ønskedes belyst. De væsentligste fremgår af det følgende:

- Gøres der forskel på maskiner og traktorer (hvad er definitionen på en maskine/en traktor)?
- Registreres maskinerne/traktorerne?
- Hvor længe skal motorerne overholde kravene?
- Hvad gøres for, at der ikke ændres på motorerne?
- Hvordan registreres reparationer, og hvordan sikres det, at der benyttes dele med samme specifikationer til reparationer?
- Mærkning af motorerne – af hvem og hvor?

Teknologisk Institut har følt sig velkommen hos alle, har fået en god snak, og værterne har åbent orienteret om deres håndtering af lovgivningen. Alle var glade for den information og de oplysninger, Teknologisk Institut kunne give.

Der findes 44 importører, som er organiseret i tre foreninger, Landbrugsmaskin-Importørernes Brancheforening af 1919, Landbrugsmaskin-Importørernes Brancheforening eller Maskinleverandørerne. Hos de fem importører, som Teknologisk Institut besøgte, var motorerne på de nye maskiner og traktorer mærket efter EU-reglerne, ofte så de samtidig dækkede USA's regler. På nogle få fandtes mærket ikke på motoren, men på chassiset.



Billede 1: Eksempel på mærkning af en motor. Mærkningen er ofte svært tilgængelig og endnu sværere at fotografere.

Teknologisk Institut fik forevist håndbøger for flere af maskinerne, hvoraf det også fremgik, at motoren lever op til EU's krav. Importørerne har udsendt krav til deres forhandlere om, at de ikke må ændre på motorens justering og kun benytte originale reservedele. Skal en indsprøjtningpumpe justeres, skal dette ske af et autoriseret værksted i henhold til de givne specifikationer.

Flere af importørerne var sikre på, at især landbruget fik deres traktorer justeret til større ydelse, og at det var noget Landbrugets Traktorkontrol ofte hjalp med, hvilket gjorde det interessant også at holde et møde med Traktorkontrollen.

De fleste traktorer af samme mærke leveres med samme basismotor, men med forskellig ydelse opnået gennem forskellig pumpejustering eller ved brug af turbolader. Dette gør - eller måske rettere gjorde - at landmændene ofte vælger en traktor med for lille motor i forhold til behovet, fordi den er billigere, og så får den justeret til en højere ydelse.

Mange importører mente, at udviklingen meget hurtigt ville forhindre dette, idet motorerne ville blive forsynet med elektronisk kontrol, som kun kunne ændres gennem en såkaldt chiptuning. Mange motorer var allerede forsynet med et sådant kontrol- eller styresystem. Landbrugsmaskiner vil næppe være så stort et marked, at dem, der kan udføre chiptuning, vil finde det attraktivt. Teknologisk Institut er ikke ubetinget enig i denne konklusion, idet erfaringer fra andre sektorer indikerer, at foretagsomheden inden for tuningsbranchen er stor.

For at sikre, at loven overholdes, har importørerne meddelt, at garantien vil bortfalde, hvis man ændrer på noget, der har med motorens indsprøjtningssystem at gøre. Importørerne mener - og nogle har meddelt - at det kun er deres serviceværksteder, der kan servicere maskinerne korrekt.

Flere leverandører efterlyste en kontrolinstans, så nogle af de maskiner, der var blevet justeret på, kunne "fanges".

To eksempler viser, hvor forsigtige leverandørerne og producenterne er:

1. Der skulle via den danske importør leveres et antal maskiner til et land uden for Europa. Maskinerne behøvede derfor ikke at overholde loven, men producenten ville ikke levere dem til den danske importør af frygt for, at de blev i Europa. Producenten ville altså kun levere dem i henhold til EU-lovgivningen, selvom de skulle eksporteres ud af Europa.
2. En mejetærsker havde stået for længe ved en importør, og motoren levede ikke op til EU-kravene. Motoren blev derfor skiftet, så maskinen kunne sælges med en lovlig motor.

Teknologisk Institut har haft møde med en maskinhandler, der udelukkende handler med brugte maskiner og traktorer. Der findes mange maskinhandlere, idet mange værksteder også sælger brugte maskiner og traktorer, men der er ikke mange, der er så store, at de har et salgsnet eller en eksport til udlandet. Fælles er, at de maskiner, som er omfattet af lovgivningen, endnu er så nye, at de ikke rigtig handles på markedet for brugte maskiner. De brugte traktorer, som Teknologisk Institut så på, var korrekt mærket. Ofte blev motoreffekten eller pumpens justering kontrolleret, inden maskinen blev solgt igen.

Virksomheden, der kun handlede med brugte maskiner, erkendte, at de ikke vidste noget om loven, og at de var glade for den orientering, der blev givet ved besøget.

Mødet med Landbrugets Traktorkontrol viste, at det ofte sker, at man justerede indsprøjtningsspumpen på forholdsvis nye traktorer, så de får en anden motorydelse.

Traktorkontrollen i det jyske område Syd afprøvede i 2001 1.058 traktorer. Af disse havde de 214 kørt mindre end 1.000 timer, hvilket svarer til ca. 2 år. Af de 214 traktorer havde man justeret ydelsen op på 74, svarende til ca. 35%, og man havde justeret ydelsen ned på 11 (5%). Der var - efter Traktorkontrollens mening - flere nye traktorer, der ikke var korrekt justeret ved levering.

Der blev fremlagt fem eksempler på afprøvningskemaer. Det viste sig, at Traktorkontrollen fokuserer på det specifikke brændstofforbrug ved høj belastning og ved det omdrejningstal, der passer til kraftudtagets standardomdrejningstal. Traktorkontrollen havde stor erfaring med disse motorjusteringer og kunne ofte også justere karakteristikkene, så det ikke kun var en justering af den maksimale brændstoffmængde.

Der er også flere importører, der benytter sig af Traktorkontrollen på grund af deres erfaring og udstyr.

Traktorkontrollens udstyr består af en kraftig bremse, de nødvendige mellemaksler for at tilkoble traktorens kraftudtag samt udstyr til måling af brændstofforbruget. Det hele er fast monteret i en stor varevogn.

5.1 Besøgsrapporter

Teknologisk Institut har aflagt besøg ved følgende virksomheder:

- New Holland Danmark 20. juni 2002
- Case 18. juni 2002
- Kragmann 11. juli 2002
- John Deere 15. juli 2002
- Enmaco Maskiner 16. juli 2002
- Fiat-Kubelco 30. juli 2002

Enmaco Maskiner og Fiat-Kubelco handler overvejende med maskiner til entreprenørbranchen. Kragmann handler udelukkende med brugte maskiner og traktorer. Det var ventet, at de øvrige også havde brugte maskiner til salg, men det var ikke tilfældet.

Desuden har der været afholdt møde med:

- Landbrugets Traktorafprøvning 6. august 2002

Landbrugets Traktorafprøvning udfører test af traktorer i hele landet. Testene omfatter måling af motorydelse på kraftudtaget samtidig med en brændstoffmåling. Det betyder, at motorens specifikke forbrug kan beregnes, og væsentlige fejl ved motoren kan findes.

5.1.1 New Holland Danmark A/S

Mødet blev holdt den 20. juni 2002 med servicechef Jørgen F. Christensen og produktspecialist Joakim Hansen på salgskontoret for New Holland Danmark.

Vi indledte med en diskussion om, hvad forskellen er på en traktor og en maskine: "En traktor, der har fået monteret en frontlæsser og et graveredskab bagpå, er stadig en traktor, mens en grave- og læsemaskine, som kan det samme og ser ligesådan ud, er en maskine".

New Holland har haft en tilsvarende diskussion med de danske myndigheder, uden at det har medført større klarhed.

New Holland Danmark behandler traktorer og maskiner ens. For dem har definitionen af en traktor og maskine derfor mindre betydning. Der føres registrering af alle enheder, og man kan således finde køber og sammenholde med maskinens stelnummer og motornummer. Et eksempel blev udskrevet fra edb-systemet.

Af maskinens håndbog fremgår det, hvor motorens typeskilt er monteret.

New Holland har - på basis af direktivet - udsendt en servicebulletin, som blev udleveret, hvoraf det fremgår, at der ikke må foretages uautoriserede ændringer af motorens brændstofsysteem eller justeringer, der falder uden for de offentligtgjorte specifikationer. Desuden skal alt arbejdet på brændstofsysteem registreres, og kunden skal have en kopi.

Selvom kravene er til motorer ved typegodkendelse, er det New Hollands forventning, at deres traktorer og maskiner kan overholde emissionskravene i 7-8 år afhængigt af, hvor meget maskinen bruges; men det kræver, at motoren er godt vedligeholdt.

Der var ingen maskiner tilgængelige hos New Holland Danmark, men Teknologisk Institut blev indbudt til at aflægge uanmeldt besøg hos deres forhandlere. O. Sivertsen a/s i Roskilde blev besøgt, og her var man meget villig til at hjælpe med at studere og fotografere typeplader på såvel traktorer som på maskiner.

5.1.2 Case

Mødet blev holdt den 8. juli 2002 hos forhandler af Case i Nr. Snede. Servicechef Jørgen Møller deltog.

Mødet blev indledt med en generel drøftelse af mærkningsordningen. Importøren havde et godt kendskab til loven. At bestemmelsen betød, at der ikke måtte foretages konstruktive indgreb på solgte/leverede traktorer, var også velkendt. Dette blev underbygget af, at importøren igennem breve overfor forhandler/reparatør havde indskærpet, at der ikke må foretages justering på indsprøjtningssystemer eller lignende, ud over det der er angivet i fabrikkens specifikationer. Denne indskærpelse overfor forhandler/reparatør er ikke kun et udslag af mærkningsordningen, men i lige så høj grad for at undgå reklamationssager og garantireparationer på motorer, der er blevet justeret ud over fabrikkens anvisninger.

Traktorerne er mærket af fabrikanten, således at den danske importør ikke skal gøre noget aktivt for, at de opfylder kravene. Opfattelsen af mødet er dog, at der ikke er det store kendskab til selve mærkningen, f.eks. hvor mærket skal sidde, eller hvilke informationer, der kan læses ud af mærkningen osv. Der er en tiltro til, at dette er udført korrekt fra producentens side.

Traktorerne bliver produceret både i europæiske lande og i USA, og der er en smule forskel på måden, hvorpå mærkningen er udført. For de modeller, der er produceret i USA, er mærkningen anbragt på motorens forplade i form af et pånippet, præget metalskilt. For de europæiske modeller består mærkningen af et trykt klistermærke af kraftigt metalfolie, som er anbragt på siden af motorblokken.

5.1.3 Kragmann

Mødet blev afholdt den 11. juli 2002 hos forhandler Kragmann i Middelfart. I mødet deltog direktør Åge Kragmann og værkstedsleder Bjarne Petersen.

Kragmann sælger og eksporterer primært brugte traktorer. De har selv værksted til reparation og renovering af brugte traktorer. Da firmaets hovedbeskæftigelse er at handle med brugte traktorer, er der ikke større kendskab til mærkningsordningen og reglerne omkring emissionskravene. Holdningen er, at har traktorerne været handlet flere gange, før Kragmann får dem ind til salg, bør de være i orden. Der vil også gå nogle år, inden de traktorer, som nu er nye og omfattet af ordningen, vil nå dem som brugte.

Firmaet oplyste, at de ved nogle lejligheder er stødt på udenlandske købere inden for EU, der kun vil acceptere traktorer, der opfylder de givne emissionskrav.

Det viste sig dog ved en gennemgang i værkstedet, at der holdt et par traktorer af nyere dato, som på salgstidspunktet havde været omfattet af krav om mærkning. Der var dog lidt usikkerhed om, hvilken årgang den ene traktor helt præcis var. Traktoren var brugt, men så ny, at den sandsynligvis burde være omfattet af direktivet på første salgstidspunkt. Det var dog ikke muligt at finde en mærkning efter direktivet på motoren.

Ved modtagelsen af en traktor er praksis at kontrollere, at plomberingen på brændstofpumpen er ubrudt og dermed at sikre, at der ikke er uautoriserede justeringer. Det blev også fortalt, at det ikke er unormalt, at der hos slutbrugeren bliver udført justeringer på traktorerne til en større ydelse.

Der var tilfredshed med den orientering, man gennem mødet havde fået om loven.

5.1.4 John Deere

Besøg hos John Deere i Vejle fandt sted den 15. juli 2002. I mødet deltog servicechef Gert Freddy Jensen fra Nellemann Agro AS.

Der er ingen tvivl om, at Gert Jensen kender til de miljøkrav, der er gældende, og at John Deere og Nellemann Agro følger dem. Bl.a. vidste virksomheden, at der i traktorens eller maskinens håndbog findes en "konformitetserklæring", hvoraf det fremgår, hvilke EF-direktiver den overholder. Desuden blev det

fortalt, at en mejetærsker, der ikke var blevet solgt i tide, skulle have en ny motor, således at den overholdt kravene.

Nellemann Agro forlanger desuden, at der benyttes originale reservedele til indsprøjtningssystemet. De registrerer og kan dermed finde førstegangskøberen.

Imidlertid kom følgende interessante synspunkter frem:

- Der er ikke kontrol med maskinerne fra myndighedernes side, hvilket betyder, at mange får dem justeret op i ydelse. Periodisk syn/kontrol ville reducere interessen for justering af motoren.
- Det er næsten normalt, at landmænd får deres maskiner justeret op, og det bliver vanskeligt at ændre den praksis.
- Traktorkontrollen har hjulpet landmændene med at justere ydelsen op, og det er de fortsat med.

Vi besigtigede en helt ny traktor og en ny mejetærsker. Motoren på dem begge var mærket med e-nr.

5.1.5 Enmaco Maskiner

Mødet blev holdt den 16. juli 2002 i Århus. Holger Krog, der er servicetekniker for Enmaco, deltog. Firmaet sælger nye entreprenørmaskiner af mærket Caterpillar. Desuden har de værksted og salg af reservedele.

Firmaet havde et godt kendskab til loven og til, at nye maskiner skal være mærket efter direktivet for at kunne sælges/markedsføres. Der var ligeledes en god forståelse for de parametre, som kunne påvirke maskinerne emissionsmæssigt i negativ retning.

De accepterer ikke, at der justeres eller optimeres på motorer ud over det, der er angivet i specifikationerne. Der bruges også kun originale reservedele. De mere kritiske ting, såsom pumpe/dyser sendes til motorfabrikanten for ombygning.

Det var overbevisningen, at det er normal kutyme at justere motorerne til en højere ydelse. Det er måske en anelse mindre udbredt, når det gælder entreprenørmaskiner sammenlignet med landbrugsmaskiner.

Det blev nævnt, at det med fremkomsten af nye motorer med elektroniske brændstofpumper, dyseenheder o.a. bliver sværere og sværere at foretage ikke-autoriserede justeringer af motorerne.

Der blev diskuteret parallelimport og muligheden for, at der kunne blive solgt maskiner, som var beregnet til det ikke-europæiske marked, og dermed ikke overholdt reglerne. Det er i de fleste tilfælde ikke attraktivt at købe maskiner, der er beregnet til det oversøiske marked. Maskinerne er ofte så anderledes, at det ikke er muligt at fremskaffe reservedele inden for en kort tidshorison.

Enamaco skulle på et tidspunkt sælge nogle maskiner til en større dansk entreprenørvirksomhed. Maskinerne skulle anvendes ifm. et projekt i Afrika. Caterpillar ville dog ikke medvirke ved en sådan handel, da maskinerne skulle omkring Danmark for klargøring og levering inden afskibning til Afrika. Producenten ville ikke løbe risikoen for, at maskinerne kunne ende på f.eks. det europæiske marked.

En rundgang på firmaets materialplads med inspektion af nogle maskiner viste, at de som ventet var mærket efter de gældende regler.

5.1.6 Fiat-Kubelco

Møde med Gert Keldgaard, Ringe & Sørensen, i Tilst den 30. juli 2002.

Ringe & Sørensen er importører af Fiat-Kubelco (Kubelco er en japansk virksomhed, som Fiat har overtaget).

Alle nye maskiner er godkendt efter EU's og EPA's regler, hvilket fremgår af brochurermaterialet og de to maskiner, vi så på.

Gert Keldgaard fortalte, at de forsøger at få ejerne til at få lavet service hos dem én gang om året. Erfaringen er, at efter 4.000 timer (ca. 2 år) er dyserne slidte, hvilket øger brændstofforbruget. Indsprøjtningstrykket er de sidste år øget for at reducere emissionen, og erfaringen er, at det øger sliddet på dyserne.

Generelt er der for dårlig vedligehold af maskinerne. Det vil være nyttigt med periodiske syn, hvis man ønsker at gøre noget for miljøet.

På nyere maskiner oplever man ikke, at ydelsen er blevet justeret op af ejeren. Dette skyldes i høj grad, at de er blevet mere komplicerede - ofte elektronisk kontrollerede. På ældre maskiner er der derimod ofte skruet op for ydelsen.

Kontrol af emissionsforholdene på brugt udstyr indskrænker sig til kontrol af motorydelsen. Motoren køres mod hydraulikken eller transmissionen, og motoromdrejningstallet overvåges. På denne måde kan såvel for høj som for lav ydelse bestemmes, hvorved man også får en indikation af, om motoren er skruet op.

Maskinerne bliver typisk 10-15 år gamle, inden de bliver skrottet, og de kører - i hvert fald i starten - 1.500-2.000 timer pr. år.

5.1.7 Landbrugets Traktorafprøvning

Møde med Landbrugets Traktorafprøvning tirsdag den 6. august 2002 på Teknologisk Institut i Århus.

I mødet deltog Søren Bækhøj, Preben Rask, Eske Petersen og Jens Peter Brolund.

Indledningsvis orienterede Teknologisk Institut om formålet med non-road-projektet. Mødet var specielt aftalt, fordi flere af importørerne havde nævnt, at Traktorafprøvningen stiller på pumperne efter traktorejerenes ønske.

Traktorafprøvning har mange års erfaring med at måle og justere på traktorerne for landmændene. Deres erfaring var, at selv nye traktorer ikke var justeret, så de gav den specificerede ydelse. De hjælper også ofte leverandørerne med at justere traktorerne, så de giver en ydelse, der gør kunderne tilfredse.

Traktorafprøvning er delt geografisk. I område Syd afprøvede man i 2001 1.058 traktorer, heraf havde 214 kørt mindre end 1.000 timer, hvilket svarer til, at de var ca. 2 år gamle, idet nye traktorer kører ca. 500 timer om året. Af disse 214 traktorer havde man justeret op på 74 svarende til ca. 35%, og man havde justeret ned på 11 (5%).

Der blev udleveret kopier af fem prøvningsrapporter, som viste, hvordan en traktor kunne være justeret - såvel for højt som for lavt i effekt - samt hvad Traktorafprøvningen så stillede motorerne til.

Fra Traktorafprøvningens side var det vanskeligt at se det miljørigtige i, at traktorerne udviklede sig til at bruge mere brændstof pr. kWh for at klare nogle miljøkrav.

De var endnu ikke stødt på traktorer, der f.eks. pga. elektronik var vanskelige at justere, ligesom man mente, at det meget hurtigt ville være muligt at skaffe "tunede chips" til elektronikken.

5.2 Sammenfatning

Samlet viser undersøgelsen, at de nye maskiner leveres med motorer, der er mærket efter direktivet. Leverandørerne er klar over, at der ikke må ændres på motorerne og forsøger at få deres kunder til at benytte forhandlerkæden til al service, der kan influere på emissionsforholdene.

Det er almindeligt, at ejerne af især traktorer får motorerne justeret til en højere ydelse. Dette er kun lovligt for de motorer, der er godkendt, hvis der laves en emissionsmåling, der viser, at kravene stadig overholdes. Det kan blive meget vanskeligt og tage lang tid, inden dette er kendt og accepteret i branchen.

Der er således ingen tvivl om, at der kommer til at mangle information til ejerne af maskinerne og til de virksomheder, der handler med brugte maskiner eller udfører reparationer og justeringer på dem. Det vil vare en del år, inden de traktorer og maskiner, der er godkendt, bliver almindelige i branchen, og man bliver klar over, at de ikke må ændres, uden at det samtidig dokumenteres, at emissionsnormerne fortsat overholdes.

Enkelte forhandlere efterlyste kontrol af maskinerne for at sikre, at motorerne ikke var blevet ændret.

Det kan blive vanskeligt at orientere den målgruppe, der benytter eller reparerer disse non-road-maskiner. Informationerne bør være kortfattede og indholdet enkelt, f.eks. kan der stå, at der ikke må købes og sælges nyere maskiner eller motorer, der er ikke er miljøgodkendt (har en korrekt e-mærkning), og at der må kun justeres eller ændres på godkendte motorer, hvis man sikrer sig, at de stadig overholder miljøkravene. Der skal være henvisninger til lovteksten og til yderligere informationer f.eks. på en hjemmeside.

Informationen bør sendes til private landmænd, maskinstationer, entreprenører, reparationsværksteder og maskinforhandlere af brugte maskiner men kan også distribueres via landboorganisationer og Landbrugets Traktorkontrol. En artikel i landbrugsbladene og i relevante tekniske blade med en henvisning til, hvor der findes yderlig information, vil sandsynligvis også have god gennemslagskraft.

6 Energiforbrug og emissioner

6.1 Generelt

Denne del af rapporten er i store træk opbygget som de to rapporter, der blev udført i 1991 og 1992 for året 1990, hvilket gør det lettere at sammenligne og vurdere udviklingen. Beregning af emission og brændstofforbrug foretages på samme måde, dvs. som resultatet af summen af følgende (for hver maskintype):

- Antal maskiner (med samme motorydelse og samme brændstoftype)
- gange med brugstiden (timer pr. år)
- gange med belastning (% af maks. motorydelse)
- gange med emission eller forbrug.

Det betyder, at der skal skaffes informationer om disse fire forhold.

6.1.1 Maskinparken

Maskinparken er opdelt i følgende typer maskiner:

- Traktorer
- Mejetærskere og andet landbrugsmateriel
- Entreprenørmateriel, herunder kompressor anlæg
- Motortrucks
- Plæneklippere
- Kædesave
- Fræsere
- Fritidsbåde

Visse typer maskiner vil kunne benyttes i såvel landbruget som af entreprenørbranchen, f.eks. traktorer og frontlæssere. Desuden kan en maskinpark af ejerne, f.eks. maskinstationerne, benyttes til såvel landbrugs- som entreprenørarbejde. Dette giver et problem for nogle maskiner, f.eks. er statistikken for trucks baseret på salgsstatistikken for trucks, men en del af disse sælges til entreprenører, og opgørelsen for entreprenører baserer sig på indmeldinger fra branchen. Dvs. disse maskiner kan være medregnet to gange.

Denne undersøgelse omfatter ikke følgende grupper:

- Militæret
- Kommerciel skibsfart
- Jernbaner

Følgende maskiner indgår heller ikke i analysen, da deres CO₂-udslip for hver kategori var under 1% i de tidligere vurderinger fra 1992-93 [1 og 2]:

- Lufthavnsmateriel
- Andet - have og park
- Andet - landbrug
- Generatoranlæg
- Pumper
- Køle-/fryseanlæg
- Andet til bygge- og anlægssektoren

Samlet udgjorde de under 5% af sektorens CO₂-udslip.

For hver af ovennævnte maskingrupper er der søgt oplysninger om deres anvendelse, antal, alder og forbrugsmønstre hos relevante kilder. Dette er beskrevet under de enkelte maskingrupper. Kilderne har været Danmarks Statistik, Landbrugsmaskin-Importørernes Brancheforening af 1919, Landbrugsmaskin-Importørernes Brancheforening, Maskinleverandørerne, Landbrugets Rådgivningscenter, Leverandørforeningen for transportabelt elværktøj og havebrugsmaskiner og Brancheforeningen for Importører og Fabrikanter af Gaffeltrucks i Danmark. Desuden er værdifuld information stillet til rådighed af et par større entreprenører.

For nogle af maskinerne er informationerne meget upræcise, da der ikke findes nogen oversigt eller registrering.

6.1.2 Brugstiden

Det vil normalt være således, at nye maskiner bruges flere timer pr. år end gamle maskiner, da de ofte er lettere at betjene og bruger mindre brændstof til det samme arbejde. Desuden udnytter man garantiperioden, hvor leverandøren skal betale for sammenbrud, mest muligt.

Den tid, maskinerne i gennemsnit bruges pr. år, er valgt ud fra samtaler med branchen, men bygger i høj grad på et skøn.

6.1.3 Belastning

Belastningen er i denne forbindelse defineret som den procentdel af den maksimale ydelse, der er opgivet for motoren.

Denne er også baseret på oplysninger fra branchen. Her betyder nye maskiner ikke nødvendigvis højere belastningsfaktor, da nye maskiner ofte vil være forsynet med mere effekt end ældre, hvilket giver den øgede effekt, der ofte er behov for.

6.1.4 Emissionsfaktorer

Værdier for emission måles for denne sektors vedkommende ved konstante belastninger, som er bestemt i forhold til motorens maksimale ydelse og omdrejningstal. Resultatet vægtes til én værdi for hver komponent med nogle

fastlagte vægtningsfaktorer. Det betyder, at en motor samtidig kan godkendes som motor til mange forskellige non-road-maskiner.

Der skal måles på mange forskellige motorer fordelt på størrelse og alder for at rimelige middelværdier for deres forurening kan bestemmes. Det amerikanske Environmental Protection Agency (EPA) har lavet disse analyser for de væsentligste non-road-motorer [3]. EU har lavet et tilsvarende arbejde først i 1990'erne [4] samt målinger på en del enkelt motorer i slutningen af 1990'erne [5 og 6].

En sammenligning af disse værdier af de for denne undersøgelse relevante motorer fremgår af bilag B. Her ses det, at der er ganske god overensstemmelse, og at der ikke er væsentlig forskel på, om man vælger den ene eller den anden af disse kilder.

EPA-værdierne er normalt benyttet, da de indeholder den mest omfattende information, fordi de mest benyttede motorer er opdelt efter motorstørrelse og alder.

De emissionsværdier, der indgår i undersøgelsen, er:

- HC (kulbrinte)
- CO (kulilte)

Begge er resultatet af resultatet af en ufuldstændig forbrænding.

- NO_x (kvælstofiltetforbindelserne NO og NO_2). Dannes under forbrændingen af luftens kvælstof og ilt ved høj temperatur. For at reducere udledningen af NO_x vil motorproducenten ofte benytte en justering, der betyder et lidt øget brændstofforbrug.
- Partikler (PM). Partiklerne er det materiale, der er på fast eller flydende form ved 52°C , efter udstødningssgasen er blandet med omgivelsernes luft. I partiklerne findes kulstofrester, aske og ikke-brændbare additiver fra smøreolien, svovlforbindelser, kondenserede kulbrinteforbindelser og vand. Totakts benzinmotorer og dieselmotorer giver flere partikler end firetaktsmotorer.

Disse stoffer, som kaldes regulerede, sættes der grænseværdier for. Desuden udsendes der uregulerede stoffer, som det er vanskeligt at kvantificere. Følgende kan dog beregnes direkte ud fra brændstofforbruget:

- CO_2 (kuldioxid)
- SO_2 (svovldioxid)

Det skal bemærkes, at noget af svovldioxiden udsendes som partikler.

Beregningen af SO_2 er baseret på, at dieselbrændstoffet indeholder 500 ppm svovl. I beregningen for 1990 var indeholdt 2000 ppm svovl. I bilag D findes en oversigt over de konstanter, der er benyttet ved forskellige omregninger.

Af andre uregulerede stoffer kan nævnes PAH'er (Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner), hvoraf nogle regnes for cancerogene. En del af PAH'erne er på gasform, men mange er kondenseret på partiklerne.

Emissionsforholdene vil normalt forværres ved hurtige lastskift, også kaldet transient belastning. Nogle af de maskiner, der behandles i nærværende rapport, belastes i høj grad transient, f.eks. motorsave. Under en transient belastning vil især indholdet af HC, CO og partikler stige. Dette tages der ikke hensyn til i målingerne af emissionerne eller i bestemmelsen af emissionerne.

De fleste motorer fremstilles uden, at man på produktionstidspunktet ved, hvilken type maskine, den skal installeres i, eller hvilket land, maskinen skal sælges til.

Bilag A indeholder en oversigt over ikrafttrædelsestidspunkter og en sammenligning mellem kravene i USA og i EU, som viser, at der ikke er store forskelle. Det vil af kapitel 2 fremgå, at nogle motorer er mærket til såvel EU som til USA og altså er ens. Der er derfor heller ikke væsentlig forskel på de emissionsdata, litteraturen opgiver for motorer beregnet for ikke-vejgående brug i Europa og i USA.

6.1.5 Maskinkategorier

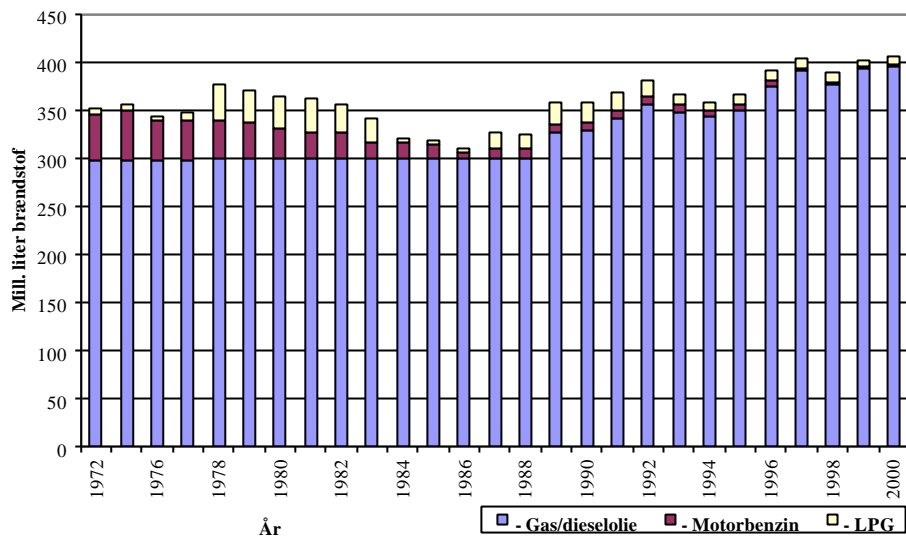
I nedenstående afsnit behandles de enkelte maskintyper. Der gives en beskrivelse af populationen, hvordan denne er bestemt, hvordan brugsmønstret er, maskinens emissionsforhold, og der afsluttes med en sammenfatning for maskintypen.

6.2 Landbrug

6.2.1 Traktorer

Traktorer er anvendelige til mange opgaver, men langt de fleste benyttes dog i landbruget.

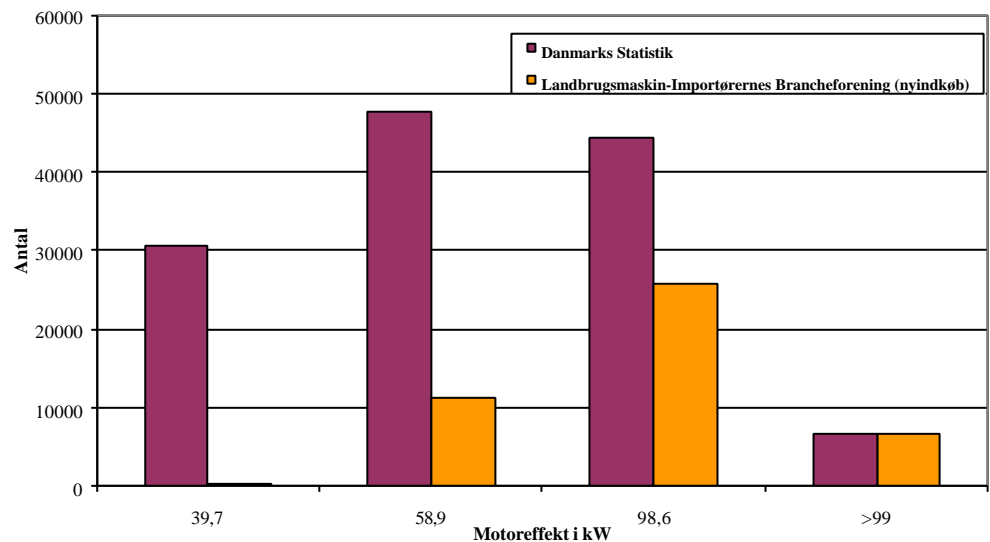
Tidligere var benzintraktorer almindelige. Nu benyttes de meget lidt, hvilket fremgår af figur 1 over brændstofforbruget i landbrug og gartneri. Dvs., at hovedparten af traktorerne og andre maskiner i landbruget er baseret på dieselmotorer.



Figur 1: Brændstofforbrug i landbrug og gartneri. Kilde Energistyrelsens statistik [7].

Danmarks Statistik har i maj 1999 foretaget en optælling af maskiner i landbruget. Antallet af traktorerne er 129.377 fordelt på fire effektklasser. I juni 1996 blev der foretaget en tilsvarende optælling ved maskinstationerne, hvor der var 4.080 traktorer.

Landbrugsmaskin-Importørernes Branche forening af 1919 har stillet salgstal tilbage til 1986 til rådighed. Disse er opdelt i ca. 14 effektklasser. Der benyttes ikke helt samme opdeling for alle årene. Samlet er der information om salget af 49.163 traktorer.



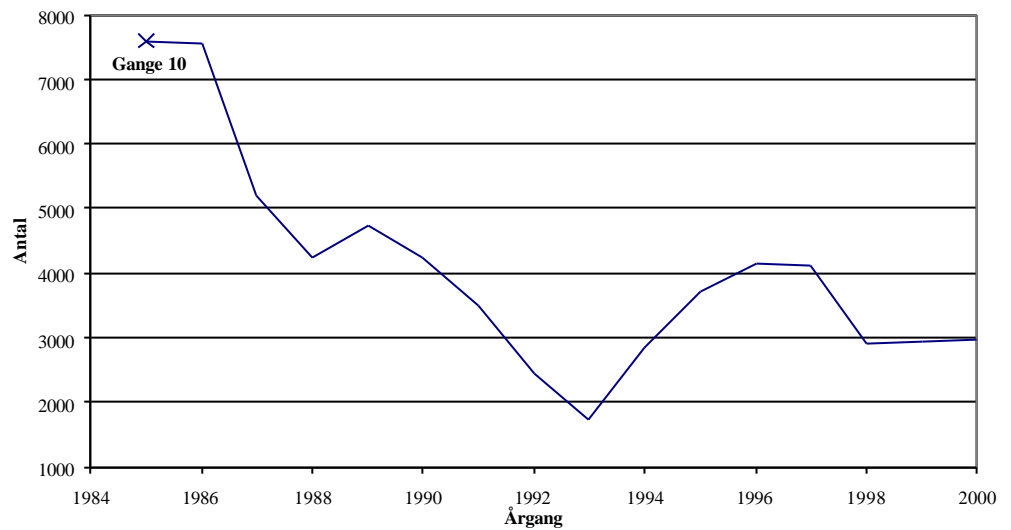
Figur 2: Diagram af antal traktorer baseret på Landbrugsmaskin-Importørernes Branche forening af 1919 i perioden 1986 - 2000 og Danmarks Statistik over alle landbrugstraktorer. Tallene er omregnet efter den effektfordeling, som Danmarks Statistik benytter. Sidste søjle er traktorer over 99 kW.

Figur 2 viser antal traktorer baseret på salgstal fra Landbrugsmaskin-Importørernes Branche forening for perioden 1986-2000 og fra Danmarks Statistik for traktorer i brug fra 1996 og 1999. Der er god overensstemmelse mellem

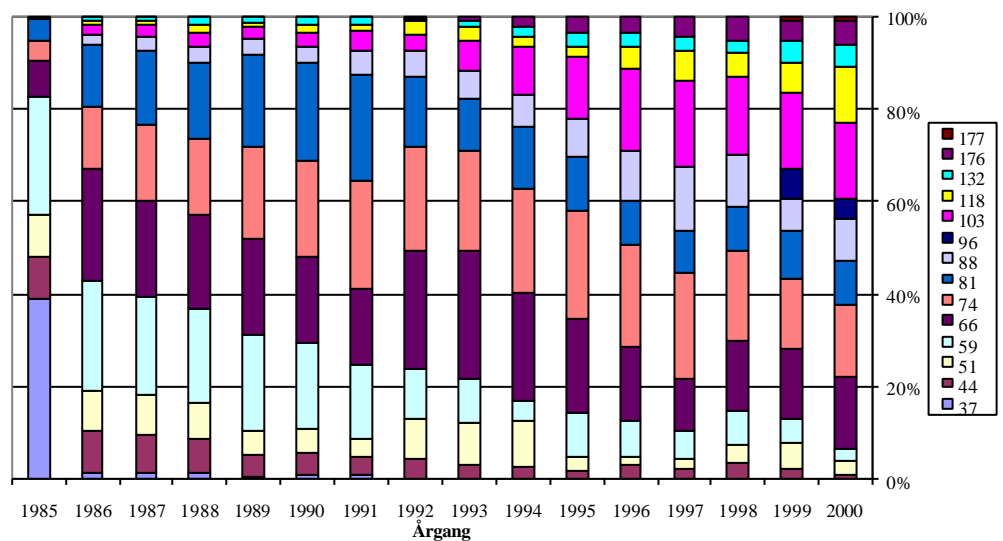
de to kilder for de store traktorer, som altså både må være nye og med i Dansk Maskinhandlerforenings salgstal, hvorimod de mindre traktorer ikke er med i salgsstatistikken, enten fordi de er solgt udenom foreningen, eller fordi de er ældre end fra 1986.

I Landbrugsmaskin-Importørernes Branche forening regner man med, at alle store traktorer er med, men at kun ca. 80% af de mindre traktorer er med i statistikken.

Når der tages højde for det, kan det beregnes, at 75.897 traktorer må være ældre end 1986. Disse fordeles på de tre effektgrupper, der "mangler" traktorer, se figur 2, og derefter i forhold til salget af traktorer i 1986. Resultatet er, at antallet af traktorer fordelt på det år, de er købt, er som vist i figur 3.



Figur 3: Antal traktorer fordelt på det år, de er købt. Bemærk, at 1985 indeholder alle traktorer ældre end 1986. Værdien skal her ganges med 10.



Figur 4: Traktorernes opdeling efter ydelse (kW).

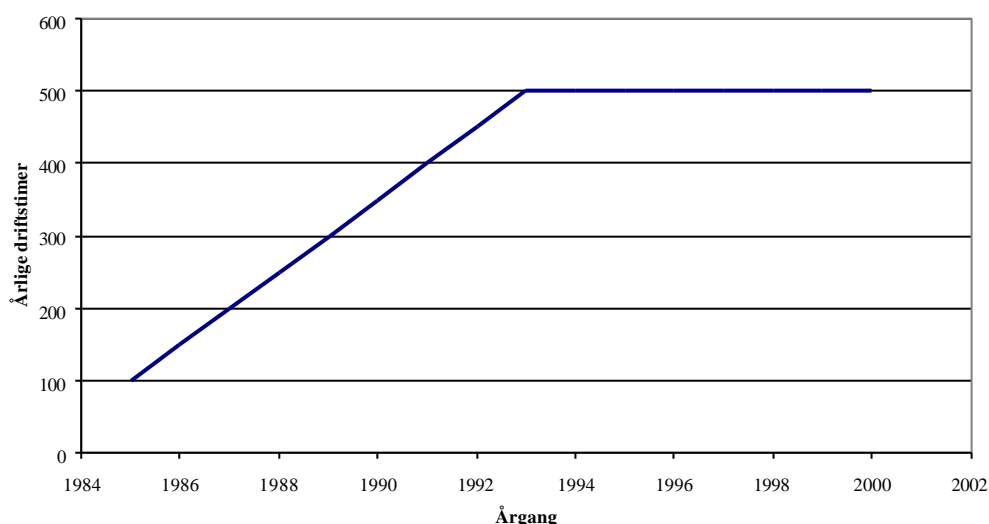
Figur 4 viser traktorerne opdelt efter ydelse. Det fremgår, at udviklingen er gået mod større traktorer, mens der købes relativt færre af de små. Figuren viser også, at statistikken ikke er helt konsistent – effektgruppen 96 kW findes først i 1999. I årene før er disse traktorer indeholdt i de to nabogrupper, men dette er uden betydning for denne rapport.

Landbrugets Rådgivningscenter har fremsendt en statistik for de seneste års salg af traktorer. Denne statistik passer meget fint med resultaterne efter korrektionerne, og det vurderes derfor, at denne population svarer til det virkelige antal traktorer og deres fordeling.

6.2.1.1 Driftstider og belastninger

Driften af traktorerne er meget forskellig: de nyeste benyttes i gennemsnit mere end de ældre, som sandsynligvis også får lettere opgaver. Årsagerne er, at der bliver færre, men større landbrug, som benytter stadig større redskaber, der kræver større traktorer.

Efter Landbrugets Traktorkontrols erfaring benyttes nye traktorer ca. 500 timer om året. Figur 5 viser den antagelse, der er benyttet i denne analyse.



Figur 5: Det årlige antal driftstimer for traktorer – uafhængigt af motorens effekt – varierer fra 100 for de ældste til 500 timer for de fem nyeste årgange.

Dette giver et årligt gennemsnit på 215 timer pr. traktor pr. år. Det samlede antal driftstimer bliver 29 mio. Ifølge Landbrugets Rådgivningscenter er landbrugsarealet i Danmark 1,9 mio. ha, og der er behov for 8-10 timer pr. ha pr. år. I alt giver dette 15,2-19 mio. timer. Altså er der i nærværende rapport regnet med mange flere timer, begrundelsen vil fremgå ved summation af det samlede brændstofforbrug for landbruget i afsnit 3.2.2.2.

I 1992 var der behov for 10 timer pr. ha, og der var 2,8 mio. ha landbrugsjord. Altså var der dengang et behov for 28 mio. driftstimer pr. år.

Traktorerne ventes gennemsnitligt at være belastet ca. 50%. Dog vil traktorer på maskinstationer være belastet lidt højere, da maskinstationer kan drive deres maskinpark mere effektivt end et gennemsnitligt landbrug. I denne analyse

antages det, at alle traktorer er belastet 50% bortset fra de fire nyeste årgange af de største traktorer (over 118 kW), som antages at være belastet 60%.

Brændstofforbruget ligger på ca. 245 g/kWh, hvilket er det samme som i 1992, og sammenlignet med Traktorkontrollens rapporter er det en meget fornuftig værdi. På denne basis kan det samlede årlige brændstofforbrug for traktorerne bestemmes til 256 tusind tons.

6.2.1.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne for traktormotorerne er baseret på værdier fra det amerikanske EPA. Sammenligningen med EU-værdierne er gennemført i bilag B.

De endelige emissionsforhold kan beregnes på basis af det ovenstående efter den formel, der blev angivet i afsnit 3.1 – ”Generelt”.

Tabel 4 viser den samlede årlige emission fra traktorerne samt de værdier, der blev beregnet i 1992 [1].

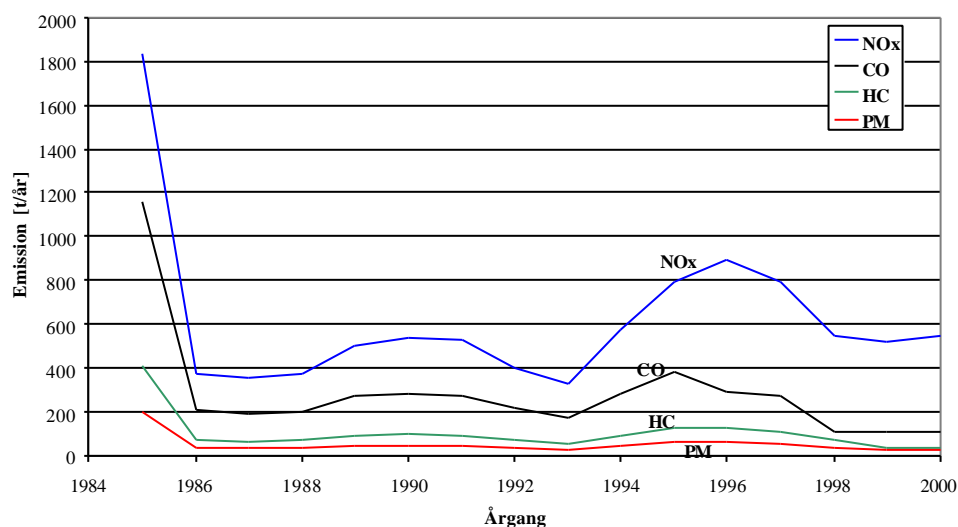
År	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	1.600	4.500	9.900	800	260	809.000
1990	3.100	14.500	20.000	2.600	1.400	1.041.000

Tabel 4: Beregnede emissioner i ton pr. år fra traktorer i 2000 samt de værdier, der blev beregnet i den tidligere rapport i 1992 [1].

Tabel 4 viser en meget stor reduktion af emissionen i forhold til beregningen i 1992. For HC og NO_x er det ca. en halvering, og for CO og partikler er emissionen kun en tredjedel.

Brændstofforbruget er reduceret ca. 25%, hvilket forklarer en del af reduktionen. Cirka halvdelen af CO-reduktionen skyldes, at der ikke længere benyttes benzindrevne traktorer; resten skyldes nyere traktorer og lavere emissionsfaktorer for motorerne.

Fordelt på traktorenes alder viser figur 6 emissionsforholdene.



Figur 6: Traktorenes emission i 2000 som funktion af årgang. Bemærk, at 1985 indeholder alle traktorer ældre end 1986.

Det fremgår af figur 3, at der er en købt en del traktorer midt i 1990'erne. Da disse stadig kører mange timer om året, giver de et væsentligt bidrag til emissionen, hvilket fremgår af figur 6.

De mange gamle traktorer benyttes ikke så meget, men deres antal og gamle motorer, der giver væsentlig større forurening, betyder, at de samlet giver et dominerende bidrag til forureningen.

Tabel 5 giver en oversigt over de basisdata, der er benyttet for traktorer.

Effekt kW	Antal traktorer	Driftstimer 1.000 h/år
<37	29.700	3.020
37-74	78.700	16.900
74-129	22.500	8.000
129-221	2.300	1.050
Sum	133.200	29.000

Tabel 5: Antal traktorer og driftstimer opdelt i effektgrupper, der passer til tabellerne over emissionsfaktorerne i bilag B.

6.2.2 Mejetærskere

Mejetærskerne er de dominerende specialmaskiner i landbruget, men der findes andre specielle maskiner såsom skårlæggere og selvkørende finsnitte. Det er dog mejetærskerne, der er dominerende i antal og brændstofforbrug hvilket analysen for 1990 [1] også viste.

Danmarks Statistik opgiver antallet af mejetærskere i Danmark i 1999 og i 2000 til henholdsvis 22.961 og 23.272. I 1999 var der desuden 1.222 andre fuldautomatiske høstmaskiner. I 1996 opgjorde Danmarks Statistik maskinbestanden ved maskinstationerne til 1.258 mejetærskere, heraf havde de 847 større skærebord end 15 fod. Desuden var der 711 andre selvkørende maskiner såsom skårlæggere og selvkørende finsnitte.

Landbrugsmaskin-Importørernes Brancheforening af 1919 har opgivet salget af mejetærskere i perioden 1986 til 2000 opdelt efter skærebordsbredde. Omregningen til motorydelse fra skærebordsbredde er baseret på data på relevante mejetærskere i Landbrugets Maskinoversigt fra 1989, 1997 og 2001.

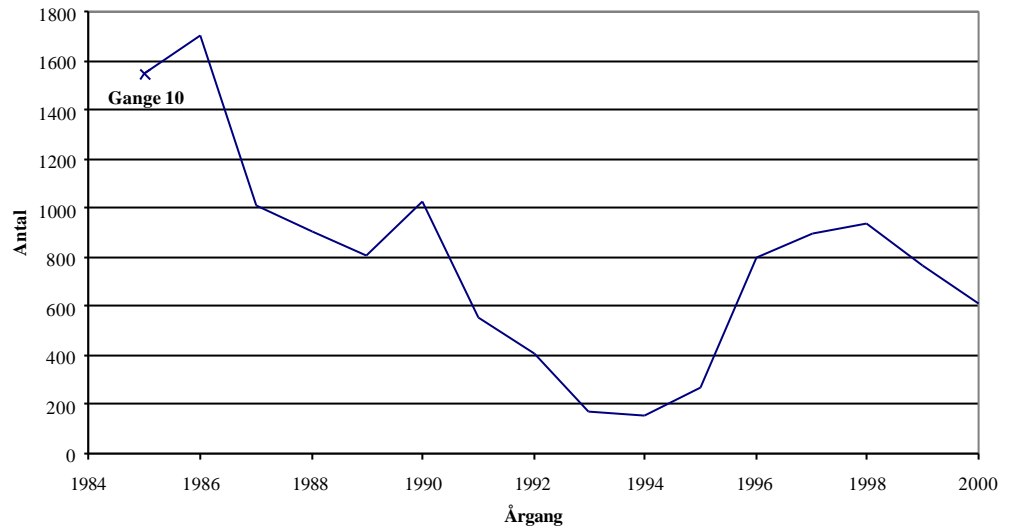
Danmarks Statistiks data viser, at der fra 1999 til 2000 kom 311 nye mejetærskere til. Dansk Maskinhandlerforenings nyindkøb viser, at der blev købt 380 nye i 1999. Der må altså være blevet skrottet 69, eller også er de i samme periode blevet solgt til udlandet.

Der er gjort følgende antagelser for mejetærskere:

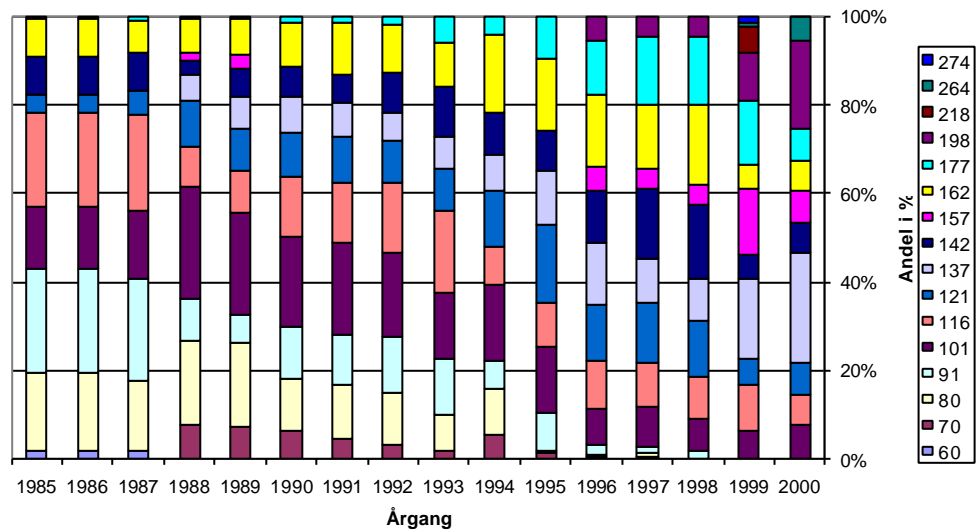
- Dansk Maskinhandlerforenings opgørelse indeholder alle nye mejetærskere.
- De mejetærskere, der derefter "mangler" i forhold til Danmarks Statistiks statistik, er fra før 1986.

- Fordelingen af ældre mejetærskere er som for Dansk Maskinhandlerfor- enings oversigt over nyindkøb 1986.
- De få "andre selvkørende" høstmaskiner medregnes som mejetærskere fordelt i effektområdet 100 til 200 kW og er købt inden for de seneste 5 år.

Resultatet af disse vurderinger fremgår af figur 7 og 8 for 2000.



Figur 7: Fordelingen af mejetærskere i 2000 på årgang. Bemærk, at 1985 indeholder alle maskiner før 1986. Værdien skal her ganges med 10.



Figur 8: Mejetærskernes fordeling efter effekt (kW) og årgang. Bemærk, at 1985 indeholder alle maskiner før 1986.

Figur 8 viser mejetærskerne opdelt efter størrelse og årgang. Som for traktorer bliver der købt færre små og flere store mejetærskere. Af de 24.530 mejetærskere er de 15.456 fra før 1986.

6.2.2.1 Driftstider og belastninger

Branchen vurderer, at en mejetærsker ved en landmand i gennemsnit kører 100 timer om året, mens den ved maskinstationerne kører 150 timer. I disse beregninger er det antaget, at maskiner over 116 kW fra 1999 eller 2000, kører 150 timer, mens resten kører 100 timer.

Driften af mejetærskere og de øvrige selvkørende høstmaskiner er mere ensartet end for traktorer. Hovedparten af brændstoffet bruges under høstning, og der bruges relativt lidt under transport, da motorens effekt udnyttes 70-90% under arbejdet. I disse beregninger er en belastning på 80% antaget.

Brændstofforbruget ligger på ca. 245 g/kWh. På denne basis kan det samlede årlige brændstofforbrug for mejetærskere og de øvrige selvkørende høstmaskiner bestemmes til 61.200 tons.

6.2.2.2 Emissionsforhold

Som for traktorerne er emissionsfaktorerne baseret på værdier fra det amerikanske EPA. Der er foretaget en vurdering, som fremgår af bilag B.

Tabel 6 viser den samlede årlige emission fra mejetærskere samt de værdier, der blev beregnet i 1992 [1].

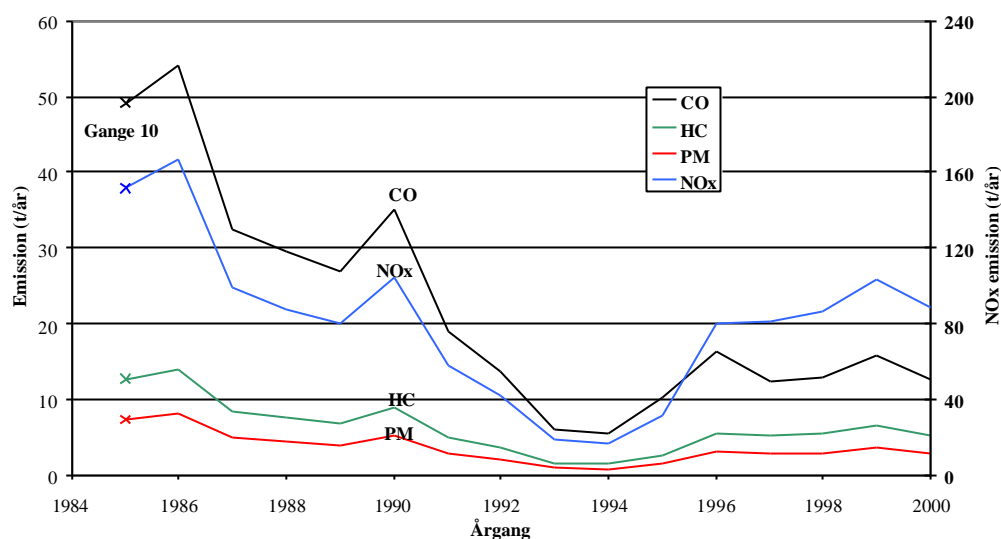
År	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	210	790	2.700	120	61	193.000
1990	420	1.200	3.400	560	250	173.000

Tabel 6: Beregnede emissioner i ton pr. år fra mejetærskere i 2000 samt de værdier, der blev beregnet i den tidligere rapport i 1992 [1].

Tabel 6 viser en meget stor reduktion af emissionen i forhold til beregningen i 1992. For HC er emissionen ca. halveret, for partikler er emissionen under en fjerdedel, og for CO og NO_x er reduktionerne mindre. Det skyldes lavere emissionsfaktorer for motorerne og nye maskiner.

Beregningen af brændstofforbruget er 61.200 ton mod 50.800 ton i 1990, altså en stigning på ca. 12%.

Fordelt på mejetærskernes alder viser figur 9 emissionsforholdene.



Figur 9: Mejetærskernes emission som funktion af årgang. Bemærk, at 1985 indeholder alle mejetærskere ældre end 1986. Værdierne skal her ganges med 10. NO_x relaterer sig til højre y-akse.

Det fremgår af figur 9, at det største bidrag kommer fra de mange ældre mejetærskere. I modsætning til traktorerne forventes det ikke, at antal driftstimer pr. år reduceres for de ældre mejetærskere. Det ville ellers have reduceret emissionen.

Samlet for landbruget er brændstofforbruget beregnet til 317.000 ton. Dette kan sammenlignes med Energistyrelsens statistik, som omregnet giver 335.000 ton. Der "mangler" altså 18.000 ton eller 5% af forbruget, hvilket er tilfredsstillende.

Tabel 7 giver en oversigt over de basisdata, der er benyttet for mejetærskere.

Effekt kW	Antal mejetærskere	Driftstimer 1.000 h/år
37-74	600	57
74-129	18.700	1.870
129-221	7.200	770
>221	13	2
Sum	26.500	2.700

Tabel 7: Antal mejetærskere og driftstimer opdelt i effektgrupper, der passer til tabellerne over emissionsfaktorerne i bilag B.

6.3 Trucks

Der benyttes motordrevne trucks i industrien til mange løfte- og transportopgaver. Gastrucks bruges til mindre opgaver, især indendørs, og store dieseldrevne trucks bruges bl.a. til håndtering af containere. De har meget forskellige driftsprofiler og emissionsforhold. Ud over industrien benytter såvel entreprenører som landbrugstrucks, men ikke i samme antal.

Brancheorganisationen IFAG's (Brancheforeningen for Importører og Fabrikker af Gaffeltrucks i Danmark) har hjulpet med salgstal for de sidste par år. De er fordelt på forskellige typer af trucks: kontravægtstrucks, gaffeltrucks, støttebenstrucks, reach-trucks, plukketrucks, pallettrucks mm. samt på deres løftekapacitet. Desuden fandtes en statistik fra IFAG, som dækkede de samlede salgstal fra 1992 til 1997. Desuden dækker figur 4.13 i rapporten fra 1992 [1] perioden fra 1976 til 1991. Dvs. at der bortset fra 1998 findes tal for hele perioden, og at der findes data for størrelsesfordeling for den første og sidste del af perioden.

I statistikkerne er gas- og benzintrucks samlet i én værdi. Da der er mange restriktioner mod at benytte benzintrucks indendørs, er det mest almindelige gastrucks. I denne opgørelse regnes der derfor med, at alle er gastrucks.

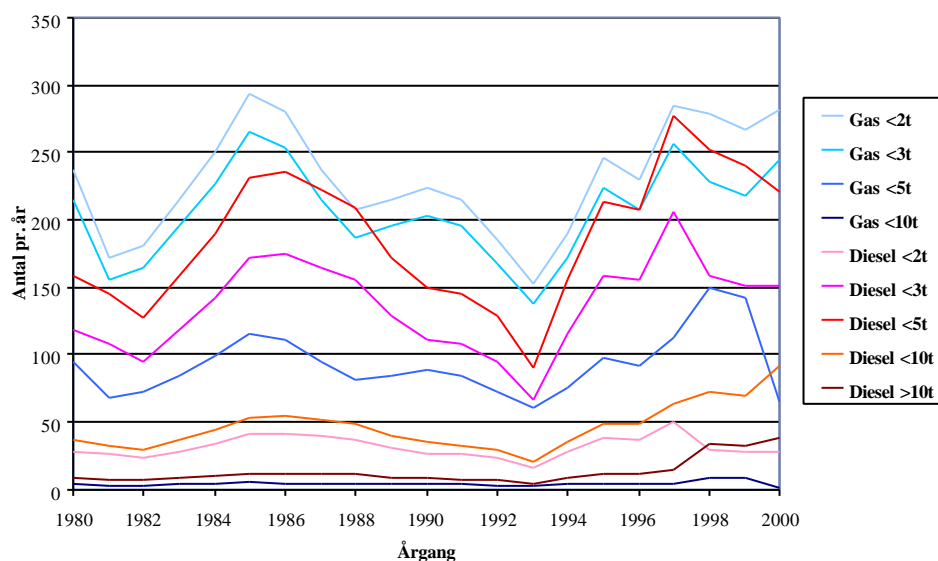
Tabel 8 viser de typiske motorstørrelser for trucks. Det er samme fordeling, der blev benyttet i 1990. En artikel i det tyske blad Marktbild Flurförderzeuge 2000/2001 viser, at dette stadig er fornuftige middelværdier.

Brændstof	Løfteevne				
	0-2 t	2-3 t	3-5 t	5-10 t	>10 t
Gas (kW)	33	40	50	78	120
Diesel (kW)	35	45	50	75	120

Tabel 8: Sammenhæng mellem løfteevne for trucks og den maksimale motorydelse.

For perioden fra 1990 til 1997 antages det, at nyindkøbte trucks er som fordelingen i 1992. For 1998 antages det, at middelværdien for 1997 og 1999 er gældende, men at de er fordelt som i 1999. Dette samt en estimeret levetid for trucks på 20 år gør det muligt at bestemme populationen af trucks.

Dette giver den udvikling i salget af trucks i perioden fra 1980 til 2000, som fremgår af figur 10.



Figur 10: Udvikling i salget af trucks i Danmark.

For diesel- og gastrucks fremgår fordelingen (populationen), der benyttes ved beregningerne af forbrug og emissioner, af figur 10. Tabel 9 viser værdierne fordelt på motorydelse og brændstof.

Brændstof	Løfteevne					I alt
	0-2 t	2-3 t	3-5 t	5-10 t	over 10 t	
Gas	4.840	4.330	1.950	90		11.210
Diesel	660	2.850	3.930	980	270	8.690
I alt	5.500	7.180	5.880	1.070	270	19.900

Tabel 9: Antal trucks i Danmark fordelt på brændstof og løfteevne, som det benyttes i beregningerne.

I forhold til 1990 er der blevet lidt flere store og færre små trucks. I 1990 var der 20.900 trucks. Der er således blevet lidt færre trucks.

6.3.1 Driftstider og belastninger

Driftsmønstret for trucks er meget forskelligt. Nogle trucks benyttes 1-2 timer om dagen (5-600 timer om året), andre trucks benyttes i treholdsdrift ca. 4.500 timer om året. En stor leverandør af gas har stillet data til rådighed, som gør det muligt at beregne det årlige gasforbrug til trucks, hvilket udgør ca. 22.000 ton. Dette betyder, at med den opgivne population kører gastrucks i gennemsnit 650 timer pr. år. Dette er ikke nok for de store dieseltrucks, som er estimeret til 1.200 timer pr. år for de 10 nyeste årgange.

Behovet for motoreffekt er størst, når trucken skal løfte en last på plads. Det er til dette arbejde, motoren dimensioneres og udnyttes 100%. Når lasten eller de tomme gafler skal ned igen, er der intet effektbehov, og middelbelastningen for disse operationer er omkring 50%. Kørsel med eller uden last er ikke særligt effektkrævende. Samlet vurderes en truck at være belastet ca. 25-30% af motorens maksimale ydelse i middel.

6.3.2 Emissionsforhold

På grund af arbejdsmiljøforholdene er en del trucks monteret med katalysator og/eller partikelfilter. Allerede i 1990 blev det vurderet, at ca. 25% af nye trucks var med efterbehandlingsudstyr.

I denne beregning antages det, at 25% af alle gastrucks har oxidationskatalysator, og at 5% af alle dieseltrucks har partikelfiltre. I bilag B findes de emissionsfaktorer, der benyttes for diesel og gas.

År	Br.stof	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	Diesel	110	480	870	70	23	73.600
	Gas	290	150	1.160	4,8	0,4	66.400
	I alt	400	630	2.030	75	24	140.000
1990	Diesel	240	780	1.950	230	120	96.200
	Gas	720	790	2.220	13	0,7	108.000
	I alt	960	1.560	4.170	240	120	204.200

Tabel 10: Beregnede emissioner i ton pr. år fra trucks i 2000 samt de værdier, der blev beregnet i den tidligere rapport i 1992 [1].

Som det fremgår af tabel 10, er CO₂ og dermed brændstofforbruget faldet væsentligt. Det skyldes, at belastningen af truckene er vurderet lavere og betynder samtidig, at de øvrige emissioner også bliver lavere.

6.4 Entreprenørmaskiner

Det har vist sig vanskeligt at bestemme populationen af entreprenørmaskiner. Maskinleverandørerne har salgstal for de forskellige maskiner fra 1987 til 2000, dog desværre ikke for årgangene 1993-95. For disse årgange kunne der sikkert have være estimeret værdier, men da salgstallene ikke ligger elektronisk, men kun som papirkopier, er det et særdeles tidskrævende arbejde at behandle så meget materiale.

Det er i stedet lykkedes at få detaljerede oplysninger fra en stor entreprenør. Oplysningerne indeholder maskinfordeling på størrelse, motor- og brændstofftype, alder og informationer om driftstider pr. år.

Opgivelserne dækker maskiner som:

- Kompressorer
- Betonhammere
- Jordbor
- Dozere
- Gravemaskiner
- Rendegravere
- Gummihjulslæssere
- Minigravere
- Dumpere
- Fræsere
- Rammemaskiner
- Motorbøre
- Traktorer
- Trucks
- Fejemaskiner
- Elgeneratorer

De forskellige maskiner er opdelt efter størrelse. Hovedparten af disse maskiner er med dieselmotorer. Betonhammere og jordbor er med totakts benzinmotorer. Motorbøre og de mindste generatorer er med firetakts benzinmotorer.

Den årlige driftstid er beskrevet for hver maskintype, og den varierer fra 100 timer for jordbor til 1.400 timer for mange af gravemaskinerne.

Baseret på Energistyrelsens statistik for bygge- og anlægsvirksomhed (udgivet 2001) og Skatteministeriets oplysninger kan et samlet forbrug på 7,1 mio. liter LPG, 1 mio. liter benzin og 164 mio. liter diesel estimeres for branchen, se bilag C. Den LPG, der benyttes, forventes enten at blive brugt til opvarmning (varmekanoner) eller til trucks. De sidste er allerede behandlet, og varme indgår ikke i disse beregninger. På denne basis er det muligt at beregne forureningen i entreprenørbranchen.

6.4.1 Emissionsforhold

Som for traktorerne er emissionsfaktorerne baseret på værdier fra det amerikanske EPA. Der er gennemført en vurdering, som fremgår af bilag B. For benzinmotorerne er EPA's faktorer for håndholdte maskiner benyttet.

De beregnede emissioner er:

År	Br.stof	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	Diesel	570	2.100	5.200	350	140	438.000
	Benzin	180	840	2,8	4,4	0,1	2.400
	I alt	750	2.980	5.180	350	140	440.500
1990	I alt	1.010	3.700	8.670	1.030	660	452.000

Tabel 11: Beregnede emissioner i ton pr. år fra entreprenørmateriel i 2000 samt de værdier, der blev beregnet i den tidligere rapport i 1992 [1].

Som det fremgår, er CO₂ reduceret lidt, fordi brændstofforbruget er reduceret, og de øvrige emissioner er reduceret. Især er SO₂ reduceret pga. det reducerede svovlindhold i dieselolien. Reduktionen skyldes primært, at der er benyttet lavere emissionsfaktorer for motorerne. For partiklerne betyder det også lidt, at der i beregningen for 2000 indgår en mindre andel benzin, hvilket ikke var ikke tilfældet for 1990.

6.5 Mindre maskiner

Mange af de benzinmotorer, der benyttes i de mindre maskiner, f.eks. plæneklippere, motorsave og havefræsere, er af samme type. Motorerne er alsidige standardprodukter, der gennem deres indbygning tilpasses den aktuelle maskine. Enkelte, især håndholdte maskiner, benytter totaktsmotorer. Ellers benyttes efterhånden næsten altid firetaktsmotorer. Motorerne er blevet forbedret miljømæssigt de seneste år. For at bevare de lavere emissioner skal mange ejere til at udføre et bedre vedligehold, end de hidtil har gjort. Motorerne har endnu ikke λ -styring, men nogle af de største kan leveres med katalysator.

Informationen om de mindre maskiner stammer især fra samtaler med John A. Madsen som repræsentant for Leverandørforeningen for Transportabelt Elværktøj og Havebrugsmaskiner samt fra Steen Grønlund fra Ketner, der er importør af en af de mest benyttede motorer, Briggs & Stratton.

For at forbedre arbejdsmiljøet benytter nogle miljøbenzin. Det er et benzinprodukt, hvor de giftige bestanddele som benzen og aromater er reduceret væsentligt. Det kom på markedet for ca. 15 år siden og benyttes specielt til totaktsmotorer. Dette vil kunne gøre arbejdsmiljøet bedre for brugeren og de nære omgivelser, men udledningen af de regulerede emissioner vil ikke ændres signifikant.

6.5.1 Plæneklippere

I Danmark sælges der hvert år ca. 70.000-125.000 små plæneklippere med forbrændingsmotor, 25.000 med elmotor og 25.000 uden motor. I 2001 blev der solgt ca. 80.000 motorklippere. I denne rapport regnes der med 100.000 i snit pr. år.

Plæneklippere med forbrændingsmotor forventes i gennemsnit at have en levetid på 7 år.

Det betyder, at der er ca. 700.000 plæneklippere med forbrændingsmotor, 250.000 med elmotor og 250.000 uden motor, i alt er der ca. 1.200.000 plæneklippere i Danmark.

Almindelige plæneklippere er stort set alle udstyret med samme motortype, en firetakts benzinmotor med en effekt på ca. 2,5 kW. Nogle enkelte er med to-taktsmotorer, men det er så få, at det er uden betydning. I de seneste år er der gjort meget for at reducere forureningen fra motorerne. Der er dog normalt ikke katalysator på motorerne.

6.5.1.1 Driftstid og belastning

En græsplæne slås ca. 20 gange om året: ca. én gang om ugen i starten og i slutningen af sæsonen og lidt sjældnere i juni og august, hvor der ofte kommer mindre regn. Det tager ca. ½ time hver gang svarende til ca. 400 m² græsplæne. Dvs., at de 700.000 motorplæneklippere kører ca. 7.000.000 timer pr. år.

Motorbelastningen vurderes til ca. 50-75% af motorenes maksimale ydelse. Der benyttes 65% i disse beregninger.

6.5.1.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne er EPA's data for mindre firetaktsmotorer.

Tabel 12 viser de beregnede emissionsværdier for de små motorplæneklippere.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂
2000	230	6.750	40	0,7	21.700
1990	997	14.420	62	29	31.600

Tabel 12: Beregnede emissioner i ton pr. år for de mindre græsklippere i 2000 og i 1990.

I afsnit 3.5.6 findes de samlede emissioner for de mindre maskiner.

6.5.2 Minitraktorer/riders

Der sælges ca. 12.000 minitraktorer og store græsklippere, som man kan sidde på (riders) pr. år. En del af disse kører professionelt. Riderne ventes at have en levetid på ca. 10 år, hvilket betyder, at der findes ca. 120.000.

Der har været katalysator på minitraktorerne/riderne de sidste ca. 5 år, men motorerne er ikke λ -styrede. Motorstørrelsen er fra 10-15 kW. En middelværdi på 13 kW benyttes ved beregningerne.

Det forventes, at ca. 20% af riderne benyttes professionelt, mens de øvrige 80% bruges af private. Når de professionelle udskifter deres rider efter ca. 3

år, overgår den normalt til privat brug. Det betyder, at ca. 7.200 ridere benyttes professionelt.

I 1992 blev det vurderet, at der var ca. 35.000 ridere. Der er altså sket en væsentlig stigning de sidste 10 år.

6.5.2.1 Driftstid og belastning

Den del af riderne, der køre professionelt, forventes at køre ca. 4-5 timer pr. dag i sommerhalvåret, mens de private bruges ca. 1 time de ca. 20 gange om året, en græsplæne skal slås. I alt bliver dette ca. 5.500.000 timer.

Motorbelastningen vurderes til ca. 50-75% af motorenes maksimale ydelse. Der regnes med et gennemsnit på 65%.

6.5.2.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne er EPA's data for mindre firetaksmotorer.

Tabel 13 viser de beregnede emissionsværdier for minitraktorerne/riderne.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂
2000	580	16.780	100	2,8	88.700
1990	449	12.436	54	10	28.272

Tabel 13: Beregnede emissioner i ton pr. år for minitraktorerne/riderne i 2000 og i 1990.

I afsnit 3.5.6 findes de samlede emissioner for de mindre maskiner.

6.5.3 Havefræsere

Der sælges ca. 8.000 større havefræsere pr. år. Ca. 80% (ca. 6.400 stk.) er til privat eller hobbybrug. Resten - ca. 20% (ca. 1.600 stk.) - er til professionelle. Desuden vurderes det, at der sælges en del af de helt små fræsere, ca. 2.000 pr. år.

De større havefræsere er alle udstyret med firetakts benzinmotorer. De 6.400 til privat brug ligger i effektområdet 2,5-4 kW, mens de mere professionelle fræsere ligger i effektområdet 6-8 kW. Især på de professionelle fræsere er motorerne blevet udviklet miljømæssigt de seneste år. De nyeste vil normalt være forsynet med en katalysator, men ikke med λ -styring. Dette antages at gælde for de seneste 5 år. De små fræsere er forsynet med totaktsmotorer på ca. 1 kW.

Levetiden for de private havefræsere skønnes til 15 år, mens de professionelle kun arbejder "professionelt" i ca. 5 år. Derefter sælges de til private, hvor de kører videre. De små havefræsere forventes at have en levetid på 5 år. Dette giver et totalt antal fræsere på ca. 130.000, heraf kører de 8.000 professionelt.

6.5.3.1 Driftstid og belastning

Det vurderes, at de private fræsere kører mellem 10 og 20 timer om året, mens de professionelle benyttes ca. 360 timer om året.

Belastningen vil for både de private og de professionelle ligge omkring 60%.

6.5.3.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne er EPA's data for mindre to- og firetaktsmotorer.

Tabel 14 viser de beregnede emissionsværdier for havefræsere.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂
2000	230	5.900	33	1,6	30.600
1990	449	12.436	54	10	28.272

Tabel 14: Beregnede emissioner i ton pr. år for havefræsere i 2000 og 1990.

6.5.4 Motorsave

Der sælges ca. 30.000 motorsave med forbrændingsmotor hvert år, hvoraf ca. 10.000 er til hobbybrug og ca. 20.000 er til mere professionelt brug såsom skovbrug (ca. 20%) og landbrug (ca. 80%).

Levetiden for en sav til hobbybrug er ca. 10 år, mens de professionelle allerede efter 2-3 år sælger deres sav – normalt til hobbybrug. Det betyder, at alle får en levetid på ca. 15 år, hvilket giver ca. 300.000 save på landsplan. Heraf benyttes de ca. 5.000 af professionelle til skovarbejde og ca. 20.000 i forbindelse med landbrug.

Motorene er udelukkende totakts benzinmotorer, da de er lettest og mest kompakte, hvilket er nødvendigt for, at saven er ikke bliver for tung at arbejde med. Effekten er omkring 1,5 kW for save til hobbybrug og ca. 2,5 kW til professionelt brug.

6.5.4.1 Driftstid og belastning

De motorsave, der ejes af private, kører næppe mere end ca. 5 timer om året, og landmænd bruger dem ca. 10 timer. I skovbruget bruges de hovedsageligt i 3-4 måneder i vintersæsonen eller ca. 70 arbejdsdage a ca. 6 timer, i alt ca. 420 timer.

Belastningen variere meget: fra tomgang, når man flytter sig, til omkring halv belastning, når grenene skæres af, til fuld belastning, når et træ fældes. I gennemsnit bliver det omkring 60% belastning af fuld motorydelse.

6.5.4.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne er EPA's data for totaktsmotorer.

Tabel 15 viser de beregnede emissionsværdier for motorsavene.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂
2000	1.500	4.200	5,4	42	11.000
1990	3.000	6.190	8,0	26	9.400

Tabel 15: Beregnede emissioner i ton pr. år for motorsavene i 2000 samt værdierne fra den tidligere rapport fra 1993 [2].

Tabellen viser, at der er en mindre stigning i CO₂-emissionen på grund af en mindre stigning i brændstofforbruget og en stor stigning i partikelemissionen. De øvrige emissioner er derimod reduceret.

Ændringerne skyldes for en stor del en revurdering af emissionsfaktorerne, specielt faktorerne for partikelmængden.

6.5.5 Andet maskineri (buskryddere, hæklippere)

I de sidste 10-15 år har professionelt maskineri såsom buskryddere og kantklippere været benyttet, og de sidste ca. 5 år er der også udviklet professionelle hæklippere med motor.

Der sælges ca. 10.000 buskryddere og ca. 5.000 hæklippere pr. år - heraf ca. 20% til professionelle. De første ca. 2 år benyttes de professionelt, hvorefter brugen bliver mere hobbypræget. De forventes at have en levetid på ca. 10 år, men hæklipperne har endnu kun været på markedet i 5 år. Der er derfor ca. 100.000 buskryddere og ca. 25.000 hæklippere i brug.

De er forsynet med totaktsmotorer på ca. 2 kW, og de har de sidste 5 år været forsynet med katalysator.

6.5.5.1 Driftstid og belastning

Begge typer maskineri benyttes af professionelle, og det vurderes, at de benyttes ca. 300 timer pr år, til hobby brug benyttes de ca. 20 timer pr. år. Motorens belastning vurderes i gennemsnit til at være ca. 50%.

6.5.5.2 Emissionsforhold

Emissionsfaktorerne er EPA's data for små firetaktsmotorer.

Tabel 16 viser de beregnede emissionsværdier for "andet maskineri".

År	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂
2000	730	2.000	2,6	32	8.500
1990	350	930	1,0	4	1.500

Tabel 16: Beregnede emissioner i ton pr. år for "andet maskineri" i 2000 og i 1990.

6.5.6 Samlet – mindre maskiner

Tabel 17 giver en oversigt over det samlede antal mindre maskiner og deres årlige driftstid.

Maskine	Antal	Driftstimer 1.000 h/år
Plæneklippere	700.000	7.000
Minitraktorer	120.000	5.500
Havefræsere	130.000	4.700
Motorsave	300.000	3.800
Andet maskineri	125.000	4.200
I alt	1.375.000	25.200

Tabel 17: Oversigt over antal og årlige driftstimer pr. år for de mindre maskiner.

Emissionerne fra de mindre maskiner summeret i tabel 18.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	3.300	35.600	180	79	5,0	160.600
1990	5.300	40.000	145	88	2,6#	81.000

Tabel 18: Beregnede emissioner i ton pr. år samlet for de mindre maskiner i 2000 og i 1990. #-værdien er baseret på en omregning af CO₂.

Tabellen viser, at CO₂-emissionen - altså brændstofforbruget - næsten er fordoblet fra 1990 til 2000. SO₂ er steget tilsvarende, HC er reduceret ca. 60%, CO og partikler er reduceret ca. 10%, mens NO_x er steget ca. 12%.

Årsagen til det øgede forbrug er, at der er solgt mange flere maskiner, herunder helt nye typer - en udvikling, der sandsynligvis vil fortsætte de kommende år. Grunden til, at nogle af emissionerne alligevel reduceres, er, at der benyttes firetakts- i stedet for totaktsmotorer i langt flere maskiner, og at de i løbet af de sidste år er udviklet til lavere emissioner.

6.6 Fritidsbåde

Det er vanskeligt at finde informationer om antal og fordelingen af fritidsbåde i Danmark. Det er heller ikke muligt at bestemme brændstofforbruget, da meget brændstof tankes andre steder end i havnen.

Den tidligere rapport [2] benyttede en opgørelse lavet af Søsportens Brancheorganisation fra 1986. En fornyet henvendelse til dem medførte en henvisning til Danmarks Statistik, som igen henviste til Søfartsstyrelsen, men Søfartsstyrelsen registrerer kun skibe med gæld eller med en vægt over 20 ton. Forsikrings-selskaberne blev kontaktet via Forsikringsoplysningen, men heller ikke de havde en oversigt.

Dansk Sejlunion har meddelt, at der er 50-55.000 både i Danmark, og Søfartsstyrelsen har i løbet af de sidste 2 år udstedt 10.000 speedbådskørekort.

Et speedbådskørekort er nødvendigt, hvis man ikke har et duelighedsbevis eller anden højere søfartsuddannelse og ønsker at føre en båd med en høj ydelse i forhold til størrelsen. Man skal have speedbådskørekort for at føre en båd:

- under 4 meter, når motoren kan yde mere end 19 kW
- over 4 meter, når motorydelsen (i kW), er større end bådens længde (i m) opløftet i anden +3.

Danmarks Statistik har opgjort antal faste bådpladser i danske havne til 52.511 i 2000 og 52.555 i 2001. Hertil kommer sandsynligvis ferskvandshavnene.

I Miljøstyrelsens opgørelse over Produktion og forbrug¹ findes en opgørelse over forbrug til den maritime sektor. I denne er det skønnet, at der findes 55.000 aktive og 10-15.000 passive både over 7,5 m. Endvidere skønnes der at være 250.000 aktive og 30-40.000 passive både under 7,5 m. I denne forbindelse betyder passive, at de ikke anvendes.

Disse informationer indikerer, at der er flere fritidsbåde med motor i 2000 end de ca. 41.000, der blev regnet med i 1990. Der regnes med 50.000 større motorbåde. Desuden antages det, at ca. 20% af de 250.000 både under 7,5 m er med motor.

¹ (www.mst.dk/udgiv/publikationer/2002/87-7944-963-8/html/kap02.htm)

Hvis det er relevant for 10.000 personer at erhverve et speedbåds-kørekort, må der være væsentligt flere motorbåde, og de må have en højere effekt end vurderet i 1992. F.eks. skal en båd på 9 m op på mindst 84 kW, før et kørekort er nødvendigt. Tabel 19 viser den opgørelse, der er foretaget i nærværende rapport, og som altså er en opdeling i andre grupper end i 1990.

Bådtype	Motortype Brændstof	kW	Antal	Belastning (%)	h/år
Speedbåde	Påhængsmotor, benzin	50	5.000	80	50
Speedbåde	Indenbords, benzin	90	5.000	50	75
Motorbåde u. 27 fod	Indenbords, diesel	40	5.000	50	75
Motorbåde 27-34 fod	Indenbords, diesel	150	8.000	25	150
Motorbåde over 34 fod	Indenbords, diesel	250	2.000	50	100
Sejlbåde u. 26 fod	Påhængsmotor, benzin	10	22.000	80	10
Sejlbåde over 26 fod	Indenbords, diesel	60	4.000	25	50
Motorsejlere	Indenbords, diesel	60	4.000	50	100
Joller og kabinebåde	Påhængsmotor, benzin	20	25.000	50	100
Andre både under 6 m	Påhængsmotor, benzin	8	25.000	50	30
Vandscootere	Benzin	45	1.000	60	20

Tabel 19: Anslået opdeling af fritidsbåde i 2000 inklusive gennemsnitlig motorstørrelse, belastning driftstid pr. år og antal både.

Af disse fritidsbåde behøver "joller og kabinebåde", "andre både" og "vandscootere" ikke at have en bådplads. Summen af de øvrige både er 55.000. Disse behøver bådpladser, hvilket passer i forhold til de 52.511 pladser, der findes ifølge Danmarks Statistik, plus de pladser, der findes i ferskvandshavnene.

Antallet af vandscootere forventes ikke ændret siden 1992 ud fra den betragtning, at de restriktioner, der er fastlagt for benyttelsen af dem, har gjort dem mindre attraktive.

6.6.1 Motorer

Alle indenbordsmotorer er firetakts dieselmotorer. De fleste udenbordsmotorer er benzinmotorer, og de fleste er af totaktstypen. Der er enkelte firetaktere, og de seneste år er kommet flere på markedet pga. emissionskrav. I denne analyse regnes der med, at 90% af udenbordsmotorerne er totaktere.

Det antages, at dieselmotorerne holder og er købt ligeligt ind over en 20 års periode.

Mange både leder deres udstødning ud under vandet, hvilket betyder, at nogle af de opløselige emissioner optages i vandet og aldrig når op i luften. Adskillige undersøgelser viser imidlertid, at det ikke er muligt at "fange" partikler i f.eks. scrubbere, hvor der er gjort meget for at opnå en god opblanding mellem vand og udstødningsgas. Derfor regnes der i denne rapport ikke med, at vandet reducerer emissionerne.

6.6.2 Driftstid og belastning

Tabel 19 indeholder i de to kolonner længst til højre et gennemsnitligt års antal driftstimer og belastning af motorerne.

6.6.3 Emissionsforhold

For emissionsfaktorerne er følgende benyttet:

- Diesel: EPA-værdierne for dieselmotorer til non-road-sektoren, som benyttes for de andre dieselmotorer i denne rapport.
- Benzinmotorer af totaktstypen: EPA-værdier for totakts udenbordsmotorer; dog mangler partikelemissionen og brændstofforbruget. For partikelemissionen benyttes EPA's værdier for motorcykler og snescootere, og for forbruget benyttes en middelværdi for totaktsmotorer til arbejdsmaskiner.
- Benzinmotorer af firetaktstypen: EPA-værdier for firetakts udenbordsmotorer; dog mangler partikelemissionen og brændstofforbruget. For begge benyttes EPA's værdier for firetaktsmotorer til arbejdsmaskiner.

Tabel 20 viser den samlede årlige emission fra fritidsbåde samt de værdier, der blev beregnet i 1992. Dengang var der 41.000 både, nu baseres analysen på i alt 105.000 både og 1.000 vandscootere.

År	HC	CO	NO _x	Partikler	SO ₂	CO ₂
2000	8.200	19.700	1.200	230	26	180.000
1992	3.700	4.300	560	100	37	47.000

Tabel 20: Beregnede emissioner fra fritidsbåde i 2000 samt de værdier, der blev beregnet i den tidligere rapport i 1993 [2].

Tabel 20 viser en meget stor øgning af emissionen i forhold til beregningen i 1992, men dette skyldes i høj grad det større antal medregnede både.

Fra 1990 til 2000 er brændstofforbruget steget fra 7.400 ton diesel og 8.300 ton benzin til 22.700 ton diesel og 33.900 ton benzin.

6.7 Nøjagtighed

En opgørelse som denne over emissioner og forbrug vil altid være behæftet med en vis usikkerhed vedr. resultaterne. Dette afsnit er en vurdering af disse analysers nøjagtighed.

Som beskrevet i starten af projektet, baserer emissionsvurderingerne sig på følgende formel:

- Antal maskiner (med samme motorydelse og samme brændstofftype)
- gange med brugstiden (timer pr. år)
- gange med belastning (% af maks. motorydelse)
- gange med emission eller forbrug.

Hver af disse fire parametre er behæftet med en vis usikkerhed. Usikkerheden afhænger af maskingruppen, f.eks. er antallet af traktorer sandsynligvis ret præcist opgjort, hvorimod antallet af fritidsbåde eller entreprenørmaskiner er temmelig upræcise. De samme forhold gør sig gældende for alle parametrene.

Usikkerhedstabellerne ved beregning af emission (tabel 21) og forbrug (tabel 22) baserer sig på anslåede usikkerheder på de fire indgående parametre. F.eks. er populationen for området landbrug anslået til 0,1 i tabellerne. Det betyder, at det forventes, at denne parameter er bestemt med en nøjagtighed på $\pm 10\%$. Som det ses af tabellen, forventes usikkerhederne at ligge mellem 10 og 40%. Usikkerhederne for population, brugstid og belastning er de samme for de to tabeller. Forskellen på de to tabeller er henholdsvis emission, som vurderes at have en nøjagtighed på 20-30%, og brændstofforbrug, som vurderes at have en nøjagtighed på 10-20%.

Den samlede sandsynlige usikkerhed for hver sektor er på normal vis beregnet som kvadratroden af summen af kvadratet på usikkerhederne. Det betyder, at usikkerheden for forureningen fra f.eks. landbruget vurderes til at være ca. 32%.

For at bestemme den samlede usikkerhed for non-road-sektoren er disse usikkerheder ganget med områdets relative forbrug og derefter summeret. Resultatet bliver ca. 40% for hele non-road-sektorens emission.

Område	Relativt forbrug	Vurderet usikkerhed på:				Samlet usikkerhed	Relativ usikkerhed
		Population	Brugstid	Belastning	Emission		
Landbrug	0,52	0,1	0,1	0,2	0,2	0,32	0,16
Industri (trucks)	0,07	0,2	0,2	0,2	0,2	0,40	0,03
Entreprenør	0,23	0,3	0,2	0,2	0,2	0,46	0,10
Både	0,09	0,3	0,3	0,3	0,2	0,56	0,05
Mindre maskiner	0,08	0,3	0,3	0,2	0,3	0,56	0,05
Sum	1,00						0,40

Tabel 21: Usikkerheder for emission fra non-road-sektoren.

Som det fremgår af tabel 22, forventes det, at usikkerheden på forbruget er ca. det halve af usikkerheden på emissionerne. Alligevel bliver resultatet en usikkerhed på ca. 36% for hele non-road-sektoren.

Område	Relativt forbrug	Vurderet usikkerhed på:				Samlet usikkerhed	Relativ usikkerhed
		Population	Brugstid	Belastning	Forbrug		
Landbrug	0,52	0,1	0,1	0,2	0,1	0,26	0,14
Industri (trucks)	0,07	0,2	0,2	0,2	0,1	0,36	0,03
Entreprenør	0,23	0,3	0,2	0,2	0,1	0,42	0,10
Både	0,09	0,3	0,3	0,3	0,2	0,56	0,05
Mindre maskiner	0,08	0,3	0,3	0,2	0,2	0,51	0,04
Sum	1,00						0,36

Tabel 22: Usikkerheder for forbrug fra non-road-sektoren.

Disse resultater betyder følgende:

- Hvis der er skønnet 5-10% forkert på enkelte usikkerheder, har det en lille indflydelse på det endelige resultat.
- Det hjælper ikke meget at bestemme mere nøjagtige data for en eller to af komponenterne.

I denne analyse er der set bort fra ældning og dårlig vedligeholdelse af maskinerne, forhold som IPA har undersøgt og beskrevet, men dette forventes at være forbedringer, der bør prioriteres lavere end at skaffe bedre data for de andre parametre.

For landbruget er det i afsnittet vist, at energiforbruget ligger inden for 5% af det, som Energistyrelsen har beregnet. Da landbrugets brændstofforbrug samtidig udgør 48% af det samlede forbrug (se tabel 22), er det sandsynligt, at nøjagtigheden er en del bedre, end ovenstående vurdering viser.

Usikkerhederne i rapporterne for 1990 var ca. 35% for brændstofforbrug og 40% for emission for landbrugs- og entreprenørbranchen. For de øvrige grupper, hvor brændstofforbruget er en del mindre, er værdierne 57% for brændstofforbruget og 63% for emissionerne. Men da landbruget er den væsentligste energiforbruger i sektoren, var usikkerhederne på samme niveau som i denne analyse.

6.8 Sammenfatning - emissionsforhold

Dette afsnit indeholder en sammenfatning af emissionsforholdene i non-road-sektoren i 2000 samt en sammenligning med forholdene for den almindelige trafik og med de forhold, der var i non-road-sektoren i 1990 baseret på rapporter fra 1992 [1] og 1993 [2].

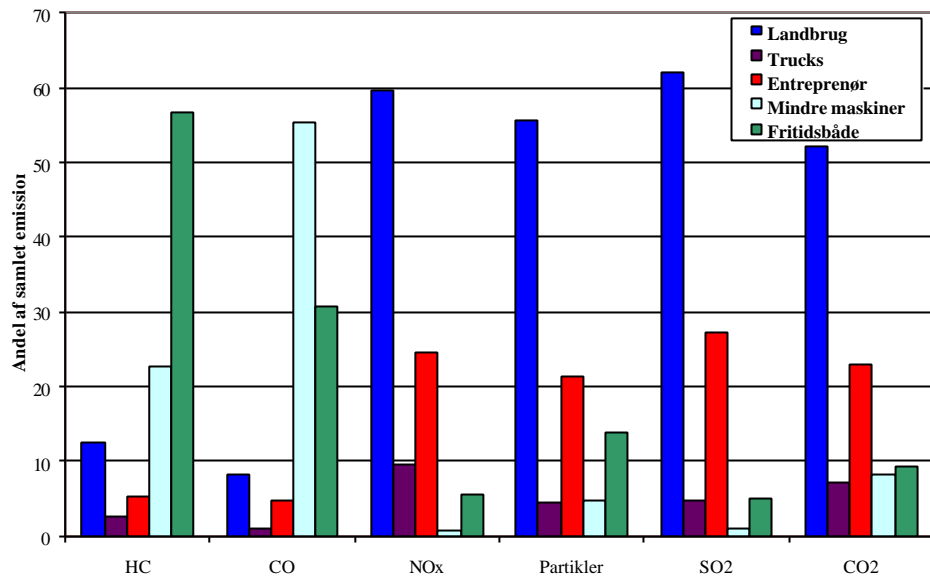
De samlede emissioner fra non-road-sektoren i 2000 fremgår af tabel 23.

	HC	CO	NO_x	Partikler	SO₂	CO₂
Landbrug	1.800	5.300	12.500	920	320	1.003.000
Trucks	400	630	2.000	75	24	140.000
Entreprenør	750	3.000	5.200	350	140	441.000
Mindre maskiner	3.300	35.600	170	79	5	160.000
Både	8.200	19.700	1.200	230	26	180.000
I alt	14.500	64.200	21.100	1.660	510	1.924.000

Tabel 23: Beregnede emissioner i ton for 2000 fra den ikke-vejgående trafik.

I 2000 var brændstofforbruget for non-road-sektoren fordelt på diesel, benzin og gas 502.000 ton, 85.000 ton og 22.000 ton.

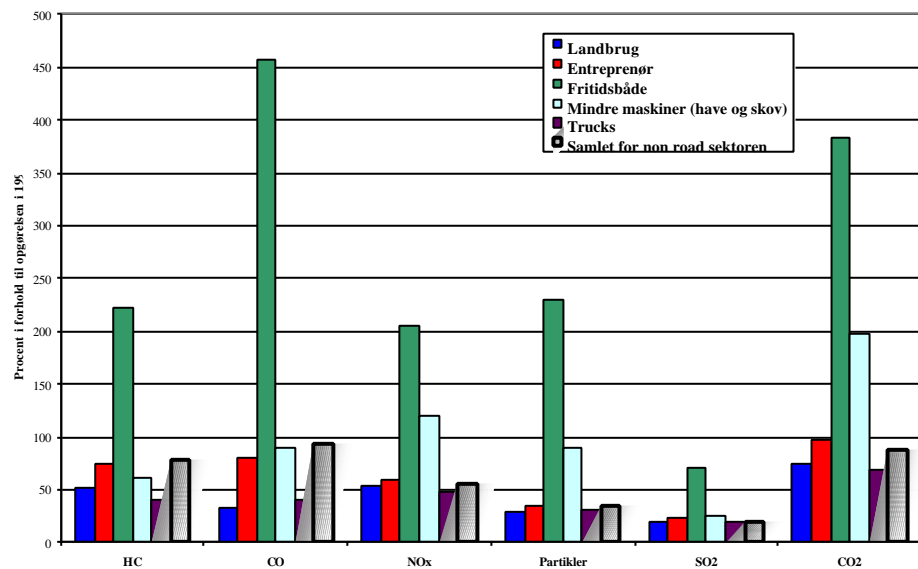
Figur 11 viser, hvordan emissioner fordeler sig på de forskellige grupper.



Figur 11: Fordelingen af emissionen fra non-road-sektoren i 2000.

Som det fremgår af figur 10, står landbruget for mere end halvdelen af energiforbruget og for lidt over halvdelen af NO_x -, partikel- og SO_2 -emissionen, mens bidraget til HC- og CO-emissionen er lavt på grund af dieselmotorernes lave emissioner af disse stoffer. HC- og CO-emissionen er domineret af fritidsbådene og de mindre maskiner, hvoraf mange benytter benzinmotorer, hvor hovedparten ikke har katalysator og derfor høje emissioner.

Figur 12 viser emissionerne for de ikke-vejgående maskiner i 2000 i forhold til 1990 for såvel de enkelte grupper som for hele sektoren.



Figur 12: Beregnede emissioner fra non-road-sektoren i 2000 i forhold til 1990 [1].

CO_2 -emissionen viser udviklingen i brændstofforbruget. Det fremgår af figur 12, at landbrugets CO_2 -udslip er faldet siden 1990, men dette er ifølge Energi styrelsen ikke tilfældet, idet forbruget af diesellole er steget fra 329 mio. liter 1990 til 397 mio. liter i 2000. Det er i afsnittet om landbrug vist, at nærværende beregninger nåede 95% af det energiforbrug, Energi styrelsen har opgi-

vet. De tidligere beregninger for 1990 må altså have givet for høje værdier. Dette er altså også en del af årsagen til de reducerede emissioner for landbruget.

Entreprenørbranchen viser ca. de samme CO₂-værdier som i 1990.

Fritidsbåde og de mindre maskiner har væsentligt højere forbrug end i 1990, hvilket skyldes, at der i 2000 er opgjort et langt større antal både og maskiner. For bådene er der dog en væsentlig usikkerhed vedr. antallet på grund af de data, der har kunnet fremskaffes.

Emissionerne fra trucks og fra landbruget er generelt reduceret, hvilket skyldes såvel reduceret brændstofforbrug som lavere emissionsfaktorer for motorerne og emissionsmæssigt bedre motorer i de nye maskiner. For entreprenørbranchen skyldes det lavere emissionsfaktorer for maskinerne.

For fritidsbådene stiger alle emissioner bortset fra SO₂. Dette skyldes først og fremmest det øgede antal både og det dermed øgede brændstofforbrug. At de ikke stiger helt som forbruget, skyldes bedre motorer og dermed lavere emissionsfaktorer. CO stiger dog mere end forbruget, hvilket skyldes, at forbruget af benzin er vurderet til stige mere end dieselforbruget. Samtidig benytter kun få bådmotorer katalysator, hvilket resulterer i høje CO-emissioner.

De mindre maskiner har på grund af deres stigning i brændstofforbruget også en stigning i emissionerne. HC og CO er faldet i forhold til forbruget, fordi der benyttes relativt flere firetakere end tidligere, og enkelte benytter uregulerede katalysatorer. NO_x- og partikelemissionen er steget, men ikke så meget som forbruget.

Trucks benytter mindre brændstof end i 1990, hvilket skyldes, at driftsbelastningen vurderes som lavere. Dette sammenholdt med nye motorer og dermed lavere emissionsfaktorer betyder desuden reducerede emissioner.

Samlet viser opgørelsen en reduktion af SO₂ på ca. 80% samt væsentlige reduktioner af NO_x og partikler, mens HC, CO og CO₂ reduceres nogenlunde lige meget.

I forhold til vejsektoren viser tabel 24 forholdene i 2000. Data for den vejgående sektor er opgivet af DMU.

Sektor	Brændstof	Maskine	T	Brændstof t/år	HC t/år	CO t/år	NO _x t/år	Partikler t/år	SO ₂ t/år	CO ₂ t/år
Non-road	Diesel	Traktorer		256.100	1.600	4.500	9.900	800	260	809.000
		Mejetærskere		61.200	210	790	2.700	120	60	193.000
		Trucks		23.300	110	480	870	70	23	73.600
		Entreprenørmaskiner		138.700	570	2.100	5.200	350	140	438.000
		Fritidsbåde		22.700	90	350	940	50	23	71.600
		Sum diesel		502.000	2.600	8.300	19.500	1.400	500	1.590.000
	Benzin	Entreprenørmaskiner	4	400	14	400	2,2	0,04	0,04	1.300
			2	370	160	440	0,6	4,4	0,04	1.200
		Plæneklippere	4	6.800	230	6.750	40	0,7	0,7	21.700
		Minitraktorer	4	27.700	580	16.780	100	2,8	2,8	88.700
		Havefræsere	4	9.510	200	5.850	33	1,0	1,0	30.400
			2	60	30	70	0,09	0,7	0,01	200
		Motorsave	2	3.450	1.500	4.200	5,4	42	0,3	11.000
		Andet	2	2.670	730	2.000	2,6	32	0,3	8.500
		Fritidsbåde	4	3.480	90	2.380	60	0,35	0,3	11.100
			2	30.400	8.000	17.000	150	170	3,0	97.000
	Sum Benzin		84.900	11.600	55.800	390	260	8,5	272.000	
	Gas	Trucks		22.200	290	150	1.160	4,8	0,4	66.400
	Samlet				14.500	64.200	21.100	1.660	510	1.924.000
	Vejsektoren	Diesel		1.621.000	4.840	12.600	40.200	3.200	160	5.121.000
Benzin			1.911.000	40.320	298.400	36.800	300	190	6.109.000	
Diesel (kun busser og lastbiler)			1.096.000	3.800	7400	32.700	1.700	110	3.464.000	
Samlet				45.160	311.000	77.000	3.500	350	11.230.000	
Sektor	Brændstof type		Brændstof %	HC %	CO %	NO _x %	Partikler %	SO ₂ %	CO ₂ %	
Non-road	Diesel		31	54	65	49	43	310	31	
	Benzin		4	29	19	1	75	4	4	
	Samlet			32	21	27	46	145	17	

Tabel 24: Oversigt over emissionerne i 2000 i ton pr. år for non-road-sektoren og vejsektoren fordelt på diesel og benzin. Samt non-road-sektoren i % af vejsektoren. "T" står for "takt" 2- eller 4-takts benzinmotor. Kilde til den vejgående trafik: DMU.

Det fremgår af tabel 24, at forbruget af diesel er ca. 31% af vejsektorens forbrug, mens benzinforsbruget kun er ca. 4%. For 1990 blev det vurderet, at non-road-sektorens dieselforbrug svarede til ca. 40% af vejsektorens.

Emissionen fra dieselmotorerne i non-road-sektoren er relativt højere end forbruget. Fra benzinmotorerne er emissionerne relativt meget højere end forbruget - dog er NO_x-emissionen lavere.

Tabel 24 viser, at den samlede SO₂-emission er næsten 1,5 gange højere i non-road-sektoren end i vejsektoren, og at partikelmængden i non-road-sektoren er næsten det halve af partikelmængden i vejsektoren.

7 Vurderinger og anbefalinger

Der er et godt kendskab til lovgivningen blandt importørerne, og de maskiner, der importeres, er mærket efter lovgivningen af producenterne. Det skriftlige materiale, der følger maskinen, viser, at i hvert fald førstegangsejeren er informeret om, at der ikke må foretages ændringer af motoren, der kan influere på emissionen.

Der er ingen tvivl om, at der bliver behov for information til ejerne og de virksomheder, der handler med brugte maskiner eller reparerer og justerer dem. Det vil være en årrække, inden de traktorer og maskiner, der er godkendt, bliver almindelige i branchen, og man bliver klar over, at de ikke må ændres.

Justering af traktorer og andre maskiner til højere effekt bør forsøges reduceret ved hjælp af information. For at holde maskinerne på det emissionsniveau, de har som nye, burde man overveje en kontrolordning.

For at reducere non-road-sektorens emissioner er det væsentligt, at der snarest stilles krav til benzinmotorer. Det vil kunne reducere sektorens emissioner af CO og HC. Heldigvis er levetiderne for de mindre motorer korte, hvilket vil give en hurtig reduktion af sektorens emissioner.

Selve opgørelsen af emissionerne er behæftet med forholdsvis stor usikkerhed. Ved fremtidige opgørelser ville det være en væsentlig forbedring, hvis der blev opbygget et bedre statistikgrundlag for antallet af maskiner og deres brugsmønster, eller hvis de forskellige segmenters brændstofforbrug kunne opgøres. Emissionsfaktorerne vil utvivlsomt blive lettere at fastsætte, fordi der er så stor fokus på sektoren i andre lande, og fordi der kommer emissionsgrænser for motorerne.

Selvom opgørelsen er behæftet med forholdsvis stor usikkerhed, og selvom der findes mange leverandører af maskiner, der ikke er blevet besøgt, er det vores opfattelse, at denne rapport over sektorens emissioner og sektorens indsigt i de nye regler og krav er retvisende.

8 Litteratur/kilder

1. Emission fra landbrugsmaskiner og entreprenørmateriel, 1992.
2. Emission fra motordrevne arbejdsredskaber og -maskiner, 1993.
3. Docket A-99-06, et Memorandum, date: May 31, 2000, Subject: Changes to the Non-Road Model for the April 2000 Version Used in Support of the 2007 Heavy-Duty Diesel Engine Rule.
4. The Estimation of 'Other Mobile Sources and Machinery' Subpart 'Off-Road Vehicles and Machines', 'Railways' and 'Inland Waterways' in the European Union.
5. European Commission: Emission Testing of Engines to be Installed in Non-Road Mobile Machinery. 20 August 1999.
6. European Commission: Expert Group on Emission from Non-Road Mobile Machinery Engines. Meeting 1 October 1999.
7. Energistyrelsens statistik. www.Energistyrelsen.dk

1 Emissionskrav

I rapportens kapitel 1 findes tabeller for emissionskravene i EU og USA. Tabel 1 viser, hvornår de forskellige krav til dieselmotorer til non-road-brug er trådt eller træder i kraft i EU og i USA.

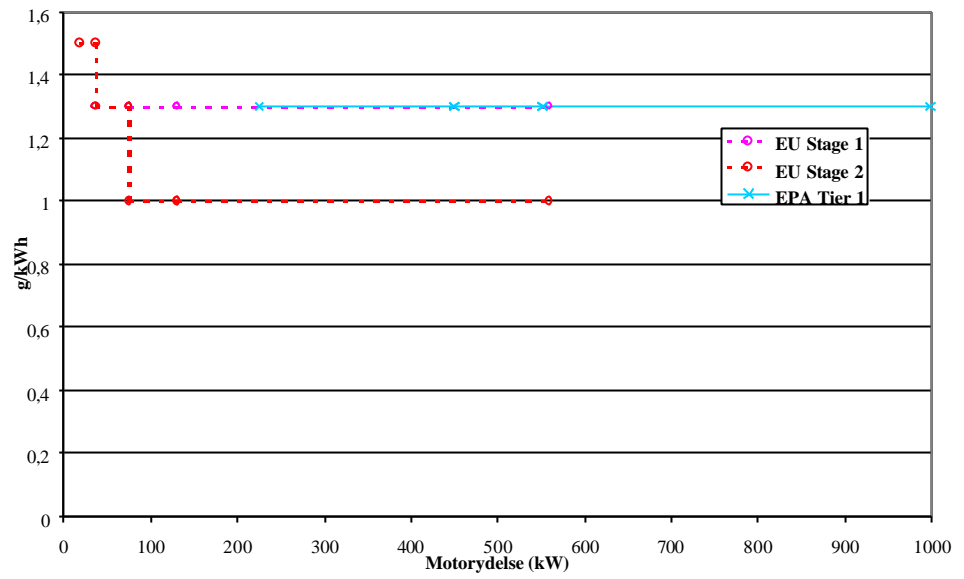
	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
EU-traktorer														
18-36 kW								E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
37-74 kW							E1	E1	E1	E2	E2	E2	E2	E2
75-129 kW							E1	E1	E2	E2	E2	E2	E2	E2
130-560 kW							E1	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
EU-maskiner														
18-36 kW							E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
37-74 kW					E1	E1	E1	E1	E1	E2	E2	E2	E2	E2
75-129 kW					E1	E1	E1	E1	E2	E2	E2	E2	E2	E2
130-560 kW					E1	E1	E1	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
USA														
<8 kW						T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2
8-19 kW						T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2
19-37 kW					T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2
37-75 kW				T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	<i>T3</i>
75-130 kW			T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	<i>T3</i>	<i>T3</i>
130-225 kW		T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	<i>T3</i>	<i>T3</i>	<i>T3</i>
225-445 kW		T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	<i>T3</i>	<i>T3</i>	<i>T3</i>
445-552 kW		T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	<i>T3</i>	<i>T3</i>	<i>T3</i>
<552 kW						T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2

Tabel 1: Oversigt over ikrafttrædelsesår for de forskellige krav. "E" står for Euro og "T" for Tier.

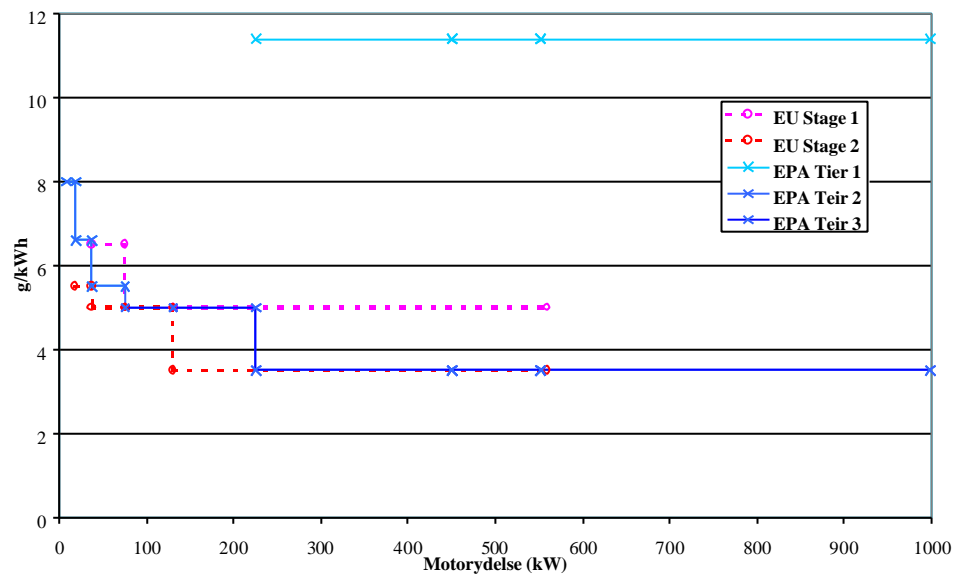
Det fremgår, at kravene trådte i kraft i USA 2-3 år, før det skete i Europa.

De følgende 5 figurer viser en sammenligning mellem kravene. Som det fremgår af tabel 3 i kapitel 1 i rapporten, stiller Tier 2 krav til summen af THC og NO_x - ikke til de enkelte komponenter. For at sammenligne er EU-kravene i figur 5 summeret.

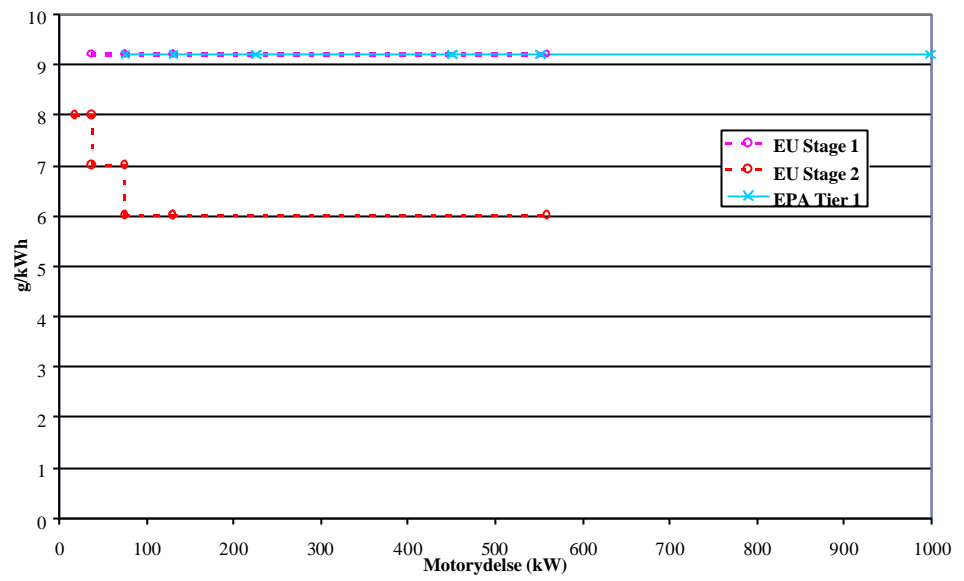
I EU gælder kravene typegodkendelse af motoren. I USA gælder kravene gennemsnittet af motorerne i produktion. EU og USA har samarbejdet om kravene, for at de samme motortyper kan godkendes begge steder. Dette forventes også at blive tilfældet med de kommende krav.



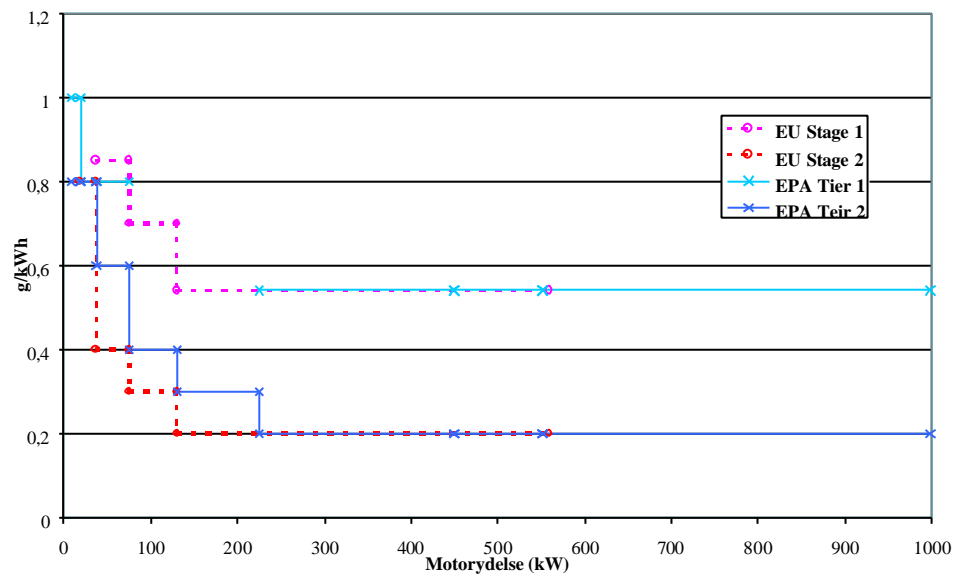
Figur 1: Krav til HC-emission.



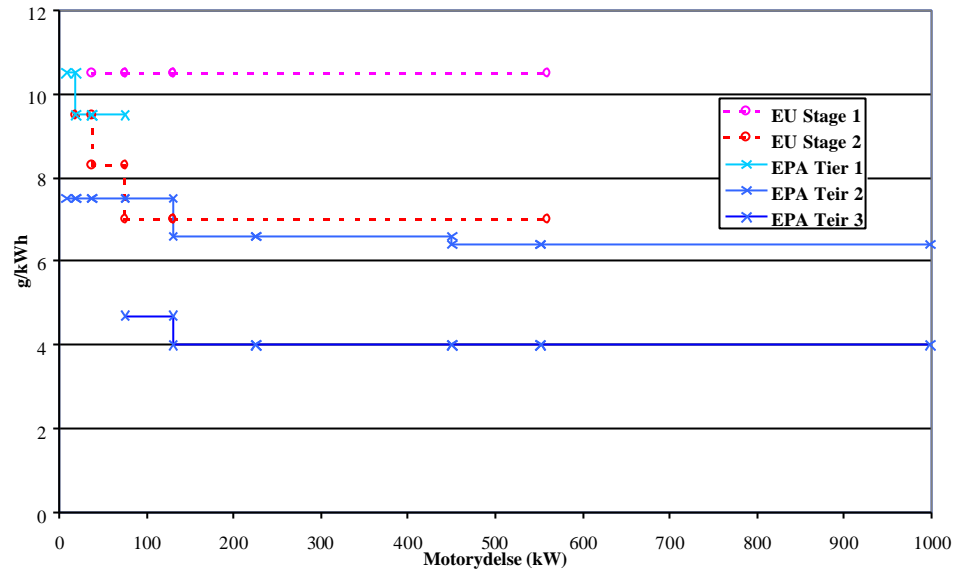
Figur 2: Krav til CO-emission.



Figur 3: Krav til NO_x-emission



Figur 4: Krav til partikelemmission.



Figur 5: Krav til NO_x + HC-emission. Bemærk, at for EU er dette ikke kravene, men en sum af kravene til NO_x og HC.

Som det fremgår af figurene, er der ikke stor forskel på de gældende krav i EU og EPA.

1 Emissionsfaktorer

De vigtigste kilder til dette afsnit er:

- EU: "Emission Testing of Engines to be Installed in Non-Road Mobile Machinery", August 1999, service contract B4-3040/97/MAR/D3
- EU: "Other Mobile Sources and Mashines", 1994
- EPA's data beskrevet i docket A-99-06 (EPA's hjemmeside)

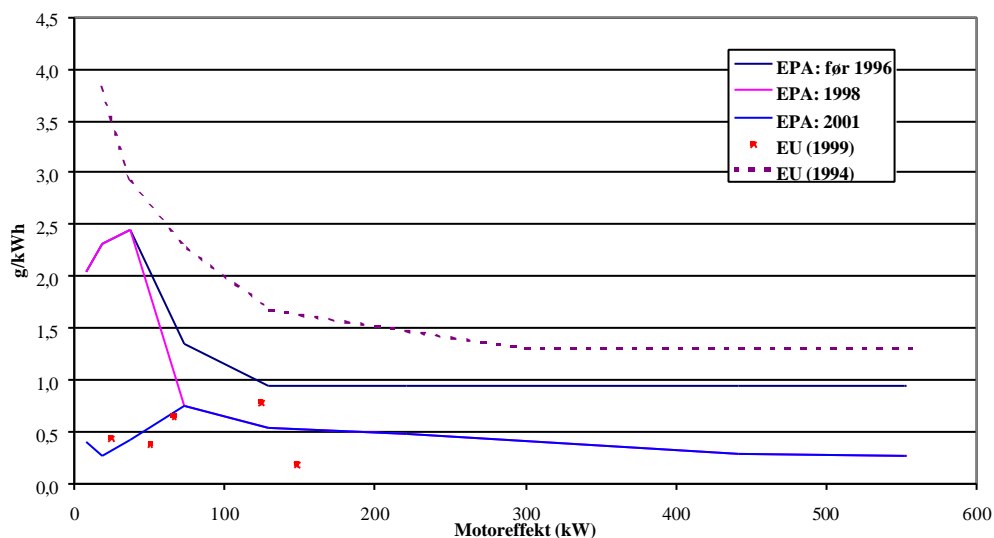
EU-rapport fra 1999 indeholder en serie målinger på nye motorer, hvorimod de to andre rapporter er beregnede faktorer.

EPA estimerer desuden indflydelsen på emissionerne fra slid og transiente forhold, men pga. af usikkerhederne i Danmark mht. opgørelse af antallet af maskiner, deres alder og brugsmønster, tages der ikke hensyn til disse korrektioner i denne rapport.

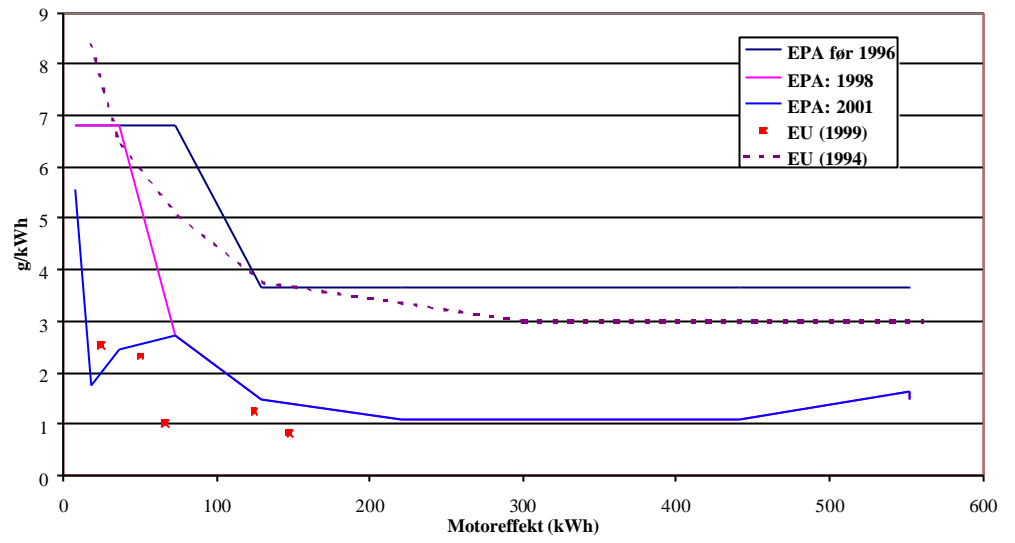
En sammenligning af data fra de tre kilder fremgår af nedenstående diagrammer for følgende motortyper:

- Diesel
- Benzin, firetakts
- Benzin, totakts

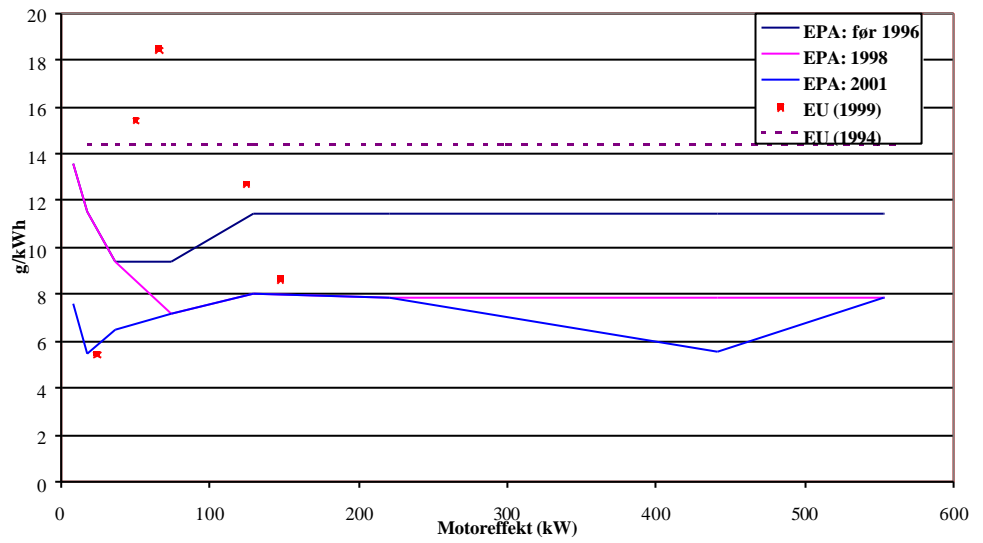
Desuden behandles gasmotorer til trucks.



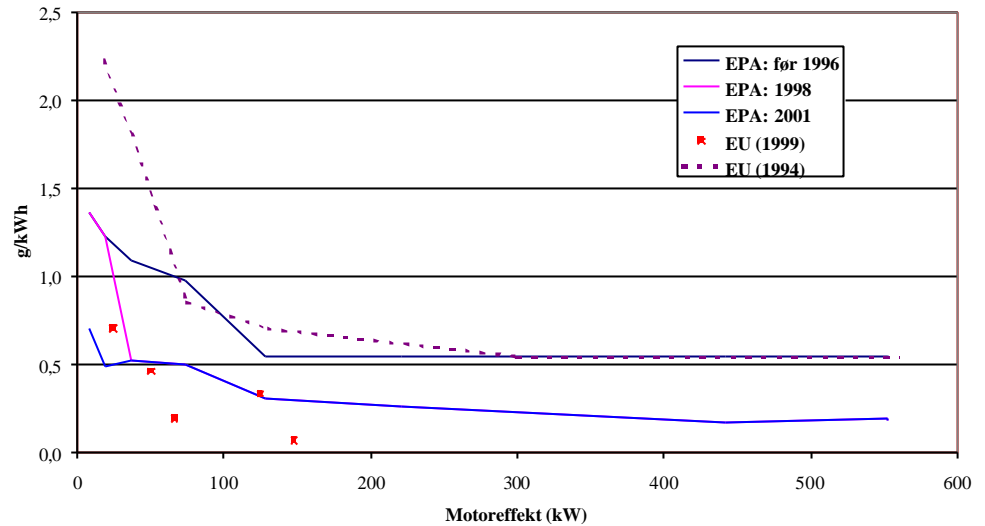
Figur 1: HC-emission fra diesel motorer.



Figur 2: CO-emission fra dieselmotorer.

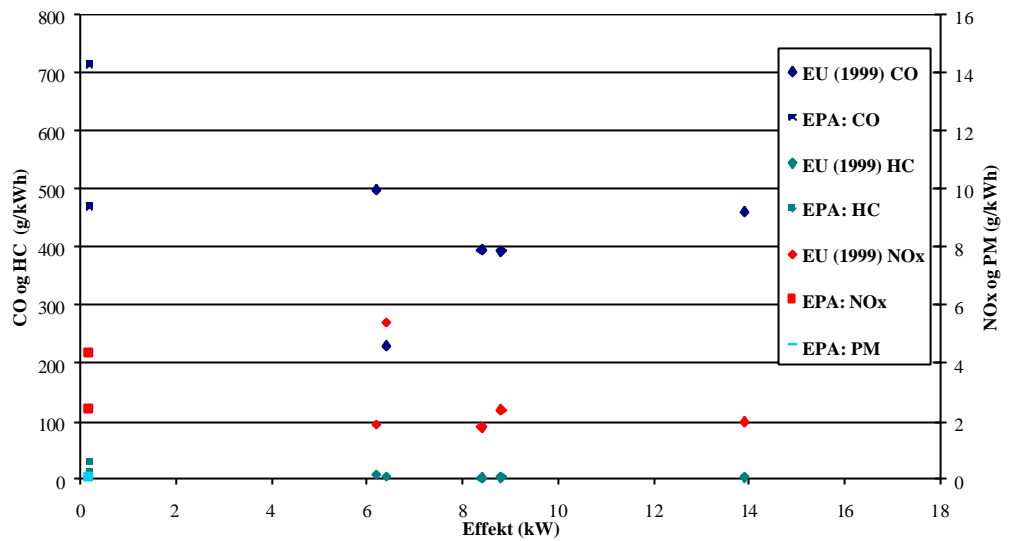


Figur 3: NO_x-emission fra diesel motorer.



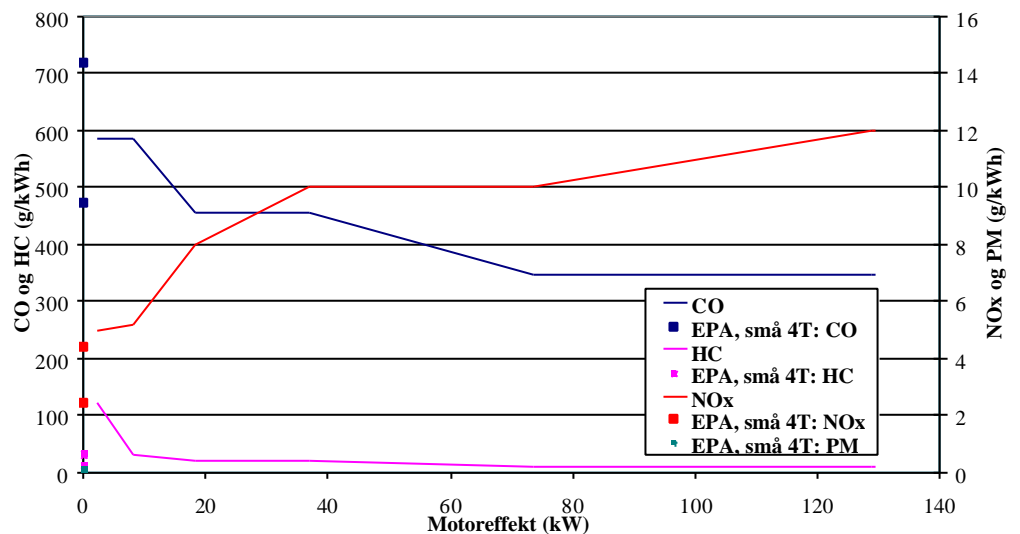
Figur 4: Partikel emission fra diesel motorer.

Det ses af figur 1-4, at der ikke er stor forskel på emissionsværdierne for dieselmotorer i de forskellige kilder. For NO_x viser EU (1999) dog et par meget høje værdier, men denne rapport giver måleresultater for konkrete motorer, det viser, at emissionerne kan variere meget for forskellige motorer.



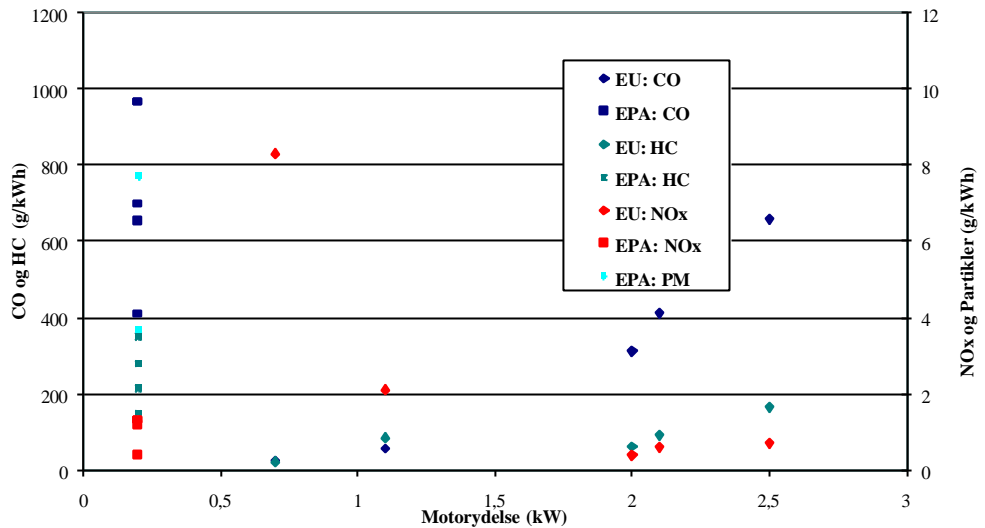
Figur 5: Emission fra firetakts benzinmotorer. EU-værdierne er mål inger for enkel t motorer. EPA's værdier er uafhængige af motoreffekten.

Figur 5 viser god overensstemmelse mellem de forskellige kilder for fire-taktsmotorer.

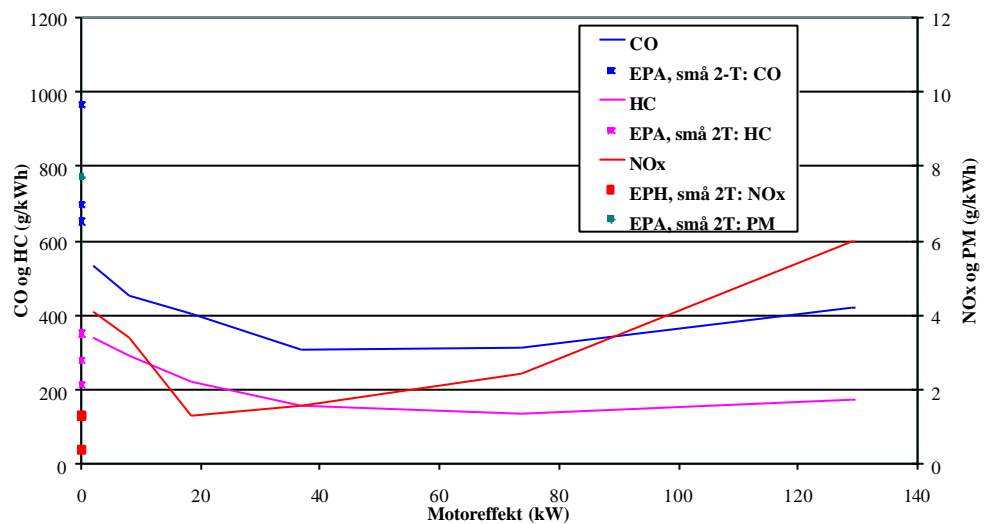


Figur 6: Emission fra firetakts udenbords benzinmotorer (EPA). De værdier, EPA benytter for små motorer, er også vist - altså de samme, som blev brugt i figur 5.

Figur 6 viser, at EPA's værdier for NO_x stiger med motorydelsen, mens HC og CO aftager. EPA's værdier for HC er højere for små udenbordsmotorer end for små motorer til havearbejde. EPA har ikke værdier for partikler fra udenbordsmotorer, hvilket kan skyldes, at udstødningen ledes ud under vandet.



Figur 7: Emission fra totakts benzinmotorer. EU-værdierne er målinger for enkel motorer. EPA giver værdier uafhængigt af motoreffekt.



Figur 8: EPA-værdier for emission fra totakts udenbords benzinmotorer med samme EPA-værdier for små motorer som vist i figur 7.

Af figur 7 fremgår det, at EU og EPA er meget enige om værdierne af emissionerne fra totaktsmotorerne. Sammenlignes med figur 5, ses, at HC og partikler er væsentligt større for totakts- end for firetaktsmotorer.

Figur 8 viser, at EPA's data for både NO_x, HC og CO stiger for de store og for de små motorer, således at der er et minimum på mellem 20 og 50 kW. EPA's NO_x-værdier for små udenbordsmotorer er noget højere end for de små motorer, der benyttes til havearbejde.

Samlet kan det konkluderes, at de forskellige kilder giver nogenlunde samme værdier for emissionerne.

Tabel 1, 2 og 3 giver en oversigt over de benyttede værdier:

kW	År	HC før	HC derefter	CO før	CO derefter	NO _x før	NO _x derefter	PM før	PM derefter
18-37	1999	2,45	0,42	6,79	2,45	9,38	6,52	1,09	0,52
37-74	1998	1,36	0,76	6,79	2,72	9,38	7,20	0,98	0,50
74-129	1997	0,95	0,54	3,67	1,49	11,41	8,02	0,54	0,30
129-221	1996	0,95	0,48	3,67	1,09	11,41	7,88	0,54	0,26
221-442	1996	0,95	0,30	3,67	1,09	11,41	7,88	0,54	0,16

Tabel 1: Emissionsfaktorer (g/kWh) benyttet for dieselmotorer. Der benyttes to faktorer for hver motorstørrelse - én før den angivne årgang og én for årgangen og de følgende årgange.

Firetakt	kW	HC	CO	NO _x	PM
Håndholdt	Alle	21	593	3,4	0,06
Udenbords	<8	30	585	5,2	0,06
Udenbords	8-18	18	455	8,0	0,06
Udenbords	18-37	20	455	10,0	0,06
Udenbords	37-74	11	346	10,0	0,06
Udenbords	74-129	10	346	12,0	0,06

Tabel 2: Emissionsfaktorer (g/kWh) benyttet for firetakts benzinmotorer. For udenbordsmotorerne er der faktorer, der afhænger af motorens maksimale ydelse.

Totakt	kW	HC	CO	NO _x	PM
Håndholdt	Alle	281	771	1,0	7,7
Udenbords	<8	293	450	3,4	3,7
Udenbords	8-18	221	404	1,3	3,7
Udenbords	18-37	156	310	1,6	3,7
Udenbords	37-74	137	313	2,5	3,7

Tabel 3: Emissionsfaktorer (g/kWh) benyttet for totakts benzinmotorer, for udenbordsmotorerne er der faktorer, der afhænger af motorens maksimale ydelse.

EPA har også værdier for to- og firetaktsmotorer med katalysator, men sammenlignet med de tilsvarende uden katalysator ser dataene ikke konsistente ud – reduktionerne er for små, også selvom motoren ikke har λ -styring. Uden λ -styring vil motoren i nogle perioder med luftoverskud reducere HC og CO. I perioder med luftunderskud vil NO_x reduceres. I beregningerne antages der en 50% reduktion af disse tre emissioner i forhold til værdier for motorer uden katalysator.

EPA angiver emissionsværdier for LPG-gasmotorer for motorer større eller mindre end 25 Hk (18,4 kW). EU-rapporten fra 1999 angiver resultater fra måling på to motorer, heraf en med oxidationskatalysator. Tabel 4 viser resultaterne.

	Maks. effekt	CO	HC	NO_x	PM	Brændstof-forbrug
EU	kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
#	36,9	0,2	0,3	21,7		301
	32,5	2,2	4,5	19,1		306
EPA						
	<18,4	5,8	153,5	9,6	0,07	427
	>18,4	2,3	38,4	16,3	0,07	312

Tabel 4: Emissionsdata for LPG-motorer, kil derne er EU- og EPA-rapporterne. #-data målt efter oxidationskatalysator.

For motoreffekter over 18 kW er der overensstemmelse mellem emissionsværdier og brændstofforbrug bortset fra HC-emissionen. EPA's værdi for HC-emissionen er meget høj. I stedet benyttes EU-data ved beregningerne. EPA's data for mindre motorer giver store værdier for CO og HC, men en lav værdi for NO_x. Dette passer teknisk sammen og skyldes, at en mindre motor - måske med lidt lavere kompression - har en lidt dårligere forbrænding.

Oxidationskatalysatoren er målt til at have en virkningsgrad på 90% på CO og 82% på HC, men den har ingen indflydelse på NO_x, da det er en oxidationskatalysator.

Ved beregningerne benyttes EPA's emissionsværdier bortset fra HC, hvor EU's værdi benyttes. For katalysatorens virkningsgrad benyttes EU's værdier.

1 Brændstofforbrug i entreprenørbranchen

Det har været vanskeligt at opgøre den samlede maskinbestand i entreprenørbranchen. I stedet er det totale brændstofforbrug for branchen bestemt. Skatteministeriet har på deres hjemmeside følgende tabel, hvor én af rækkerne omfatter entreprenørmaskiner.

Tabel XI.5. Salget af beskattet dieselolie i Danmark i 2000 fordelt på forskellige anvendelser

Anvendelse	Mio. liter	Pct.
Personbiler	275	14
Varebiler	650	33
Turistbusser	75	4
Lastbiler, national transport	575	29
Entreprenørmaskiner mv.	200	10
International transport, danske vognmænd	200	10
International transport, udenlandske vognmænd	25	1
I alt salg i Danmark	2.000	100

Tabel 1: Tabellen er "klippet" direkte fra kilden: Skatteministeriets hjemmeside: <http://www.skat.dk/pub1/rapporter/graensehandel%202001/kap11.htm>

Energistyrelsen opgiver energiforbruget i forskellige brancher i energienheder. For 2000 opgives følgende for bygge- og anlægsbranchen:

	2000	
	TJ	Mio. liter
LPG	165	7,1
Motorbenzin	33	1,0
Gas/dieselolie	5.950	164

Tabel 2: Energienhederne er fra Energistyrelsens statistik, hvorefter en omregning til liter er foretaget.

Entreprenørmaskiner i Skatteministeriets opgørelse er de maskiner, der ikke er registreret til vejbrug. Derimod kan Energistyrelsens opgivelser godt indeholde forbrug til registrerede køretøjer. Det var derfor ventet, at Energistyrelsens data for bygge- og anlægsbranchen var større end Skatteministeriets opgørelse, men måske ligger det i, hvad "mv." dækker over.

I denne rapport benyttes Energistyrelsens værdier - de mindste - til beregningerne for entreprenørmaskiner, der ikke er indregistreret.

Gasforbruget forventes at være til opvarmningsformål - varmekanoner - eller til gastrucks. Disse behandles i afsnittet trucks.

1 Konstanter

Følgende konstanter benyttes i analyserne til omregninger.

	Brændværdi MJ/kg	Vægtfylde kg/l	CO₂/kg
Diesel	42,7	0,84	3,159
Benzin	43,8	0,75	3,197
LPG	46	0,5	2,990

Tabel 1: Data for brændstofferne

	1990 ppm	2000 ppm
Diesel	2.000	500
Benzin	50	50
LPG	10	10

Tabel 2: Data for svovlindhold i brændstoffet i 1990 og 2000.
dataene benyttes til beregning af SO₂.

Omregningen fra ppm svovl til g SO₂ foretages ved at gange med $2 \cdot 10^6$ (2 fordi molekylvægten af SO₂ er det dobbelte af molekylvægten for svovl og 10^6 for omregningen fra ppm).