



# Arbetsmaskiner

Uppdatering av metod för emissionsberäkningar

Erik Fridell, IVL

2008-06-26

Avtal nr 309 0809

**På uppdrag av Naturvårdsverket**

Publicering: [www.smed.se](http://www.smed.se)

Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

Adress: 601 76 Norrköping

Startår: 2006

ISSN: 1653-8102

*SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI. Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete inom olika områden, bland annat som ett svar på Naturvårdsverkets behov av expertstöd för Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall samt farliga ämnen. Målsättningen med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, och att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter, luft- och vattenvårdsförbund, näringsliv m.fl. Mer information finns på SMEDs hemsida [www.smed.se](http://www.smed.se).*

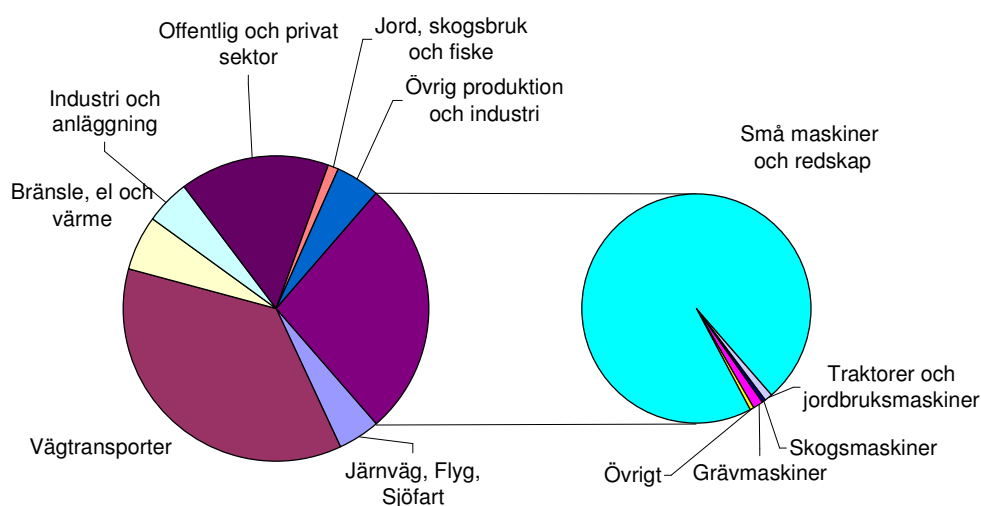
# Innehåll

Innehåll	
Bakgrund	1
Syfte	4
Avgränsning	5
Metod	5
Beståndsdata (N), Motoreffekt (HP)	7
Tillgänglig data	7
Uppdatering 2008	7
Osäkerhet	8
Förbättringsförslag	8
Årlig drifttid (HRS)	9
Tillgänglig data	10
Uppdatering 2008	10
Osäkerhet	10
Förbättringsförslag för framtida rapportering	11
Belastningsfaktor (LF)	11
Tillgänglig data	11
Uppdatering	12
Osäkerhet	12
Förbättringsförslag	12
Bränsleförbrukning och emissionsfaktorer	13
Tillgänglig data	15
Uppdatering	16
Osäkerhet	16
Förbättringsförslag	16
Sektorsfördelning	17
Tillgänglig data	17
Uppdatering	17
Osäkerhet	18
Förbättringsförslag	18
Sammanfattning	18
Metod för beräkning av emissioner till submission 2009	18
Prioriterade förbättringsförslag på sikt	19
Referenser	21
Appendix A	23

# Bakgrund

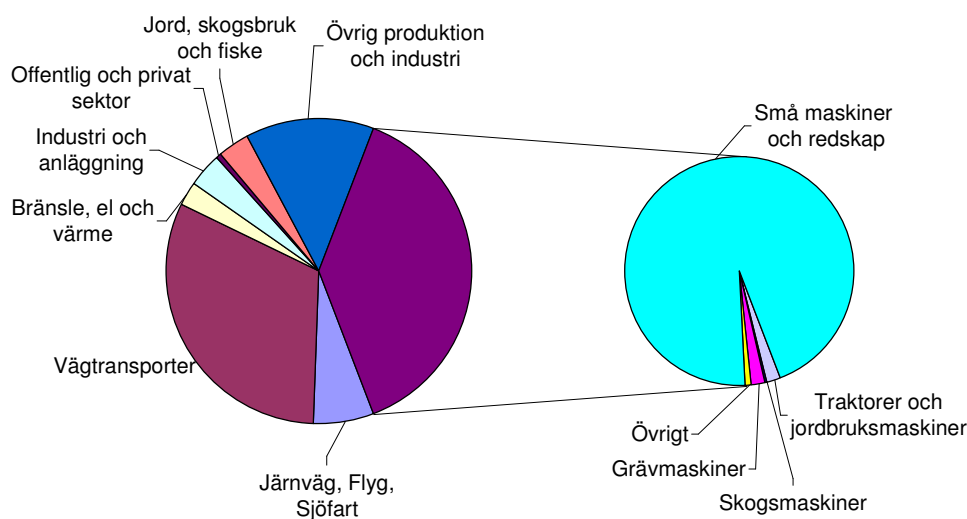
Inom ramen för Sveriges årliga internationella rapportering till FN:s klimatpanel (UNFCCC), EU Monitoring Mechanism, EU:s Takdirektiv samt Konventionen om långväga gränsöverskridande luftföroreningar (CLRTAP) ingår utsläpp från arbetsfordon och arbetsredskap (vilka härnäst sammantaget benämns arbetsmaskiner). Arbetsmaskiner står i flera fall för en väsentlig del av Sveriges totala utsläpp, framförallt vad avser utsläpp av exempelvis kolmonoxid (CO), icke-metan kolväten (NMVOC) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>).

Figurerna 1 till 3 visar både arbetsfordons och arbetsredskaps bidrag till de årliga utsläppen av CO, NMVOC samt NO<sub>x</sub> i Sverige samt den inbördes fördelningen för gruppen arbetsmaskiner. Uppgifterna bygger på data rapporterat till UNFCCC/CLRTAP för 2006 (Naturvårdsverket, 2008), samt utsläpp från arbetsmaskiner enligt två rapporter från IVL (Fridell m fl, 2007) och Svensk Maskinprovning SMP (Wetterberg m fl, 2007). De data som ligger till grund för sektorsindelningen i rapporteringen till UNFCCC/CLRTAP har modifierats, bland annat har flera av de sektorer som används i rapporteringen slagits samman till en gemensam grupp, t.ex. redovisas sektorerna 1A3aii (flyg), 1A3c (järnväg) samt 1A3dii (sjöfart) gemensamt under järnväg, flyg och sjöfart. Vidare har utsläpp som härrör från arbetsmaskiner flyttats från respektive sektor till gruppen arbetsmaskiner, exempelvis har ca 10 ton kväveoxider flyttats från jordbruk, skogsbruk och fiske till arbetsmaskiner. De totala utsläppen enligt rapporteringen till UNFCCC/CLRTAP har dock inte förändrats.



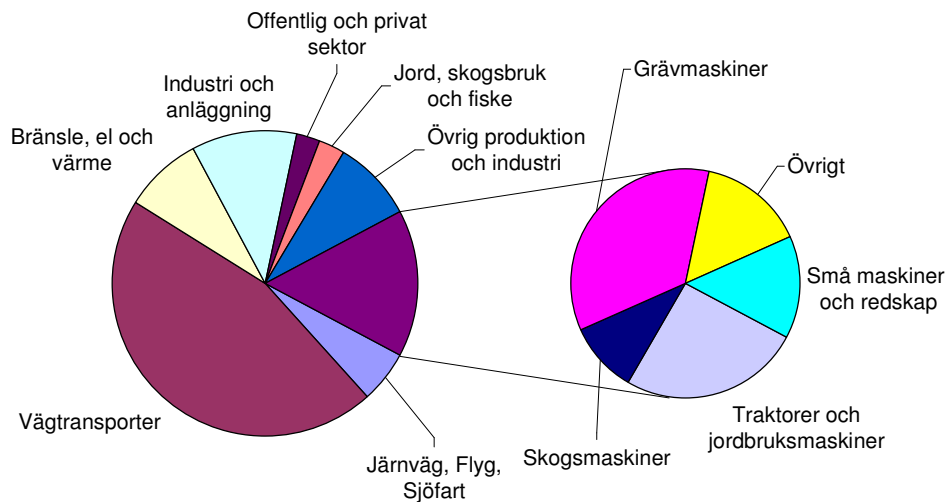
Figur 1. Utsläpp av kolmonoxid i Sverige år 2006 fördelat på olika sektorer. **Error! Bookmark not defined.** **Error! Bookmark not defined.** **Error! Bookmark not defined.**

Av Figur 1 framgår tydligt att arbetsmaskiner står för en väsentlig del av utsläppen av kolmonoxid till luft i Sverige. Arbetsmaskinerna är den näst största källan till utsläpp av CO med knappt 160 ton, endast vägtransporter är större. Majoriteten av utsläppen från arbetsmaskiner härrör från små maskiner och redskap, främst gräsklippare och snöskotrar. Dock innehåller bedömningarna av utsläppen från dessa maskiner relativt stora osäkerheter med avseende på drifttid, belastningsfaktor och antal.



Figur 2 Utsläpp av NMVOC i Sverige 2006 år fördelat på olika sektorer

Arbetsmaskiner är den enskilt största källan till utsläpp av NMVOC i Sverige enligt data från UNFCCC/CLRTAP samt IVL och SMP. Totalt bedöms arbetsmaskiner släppa ut ca 43 ton NMVOC per år eller nästan 40 % av de totala utsläppen. Inom sektorn arbetsmaskiner är det framförallt snöskotrar som bidrar till de stora utsläppen av NMVOC. Bidragen de från större, dieseldrivna arbetsmaskinerna är mycket begränsade. Även i detta fall är dock osäkerheterna i utsläppsuppskattningarna förhållandevis stora. För snöskotrar har nyligen en rapport publicerats av länsstyrelsen i Norrbotten som visar att antalet snöskotrar i drift är betydligt högre än vad som anges av trafikregistret (Edin, 2007). Samtidigt är den årliga körsträcka kortare än vad som antagits i tidigare beräkningar som varit underlag för rapporteringen.



Figur 3 Utsläpp av kväveoxider till luft i Sverige år 2006 fördelat på olika sektorer

Beträffande utsläpp av kväveoxider skiljer sig situationen något jämfört med CO och NMVOC. Sektorn arbetsmaskiner är fortfarande en av de största enskilda sektorerna med ca 16 % av de totala utsläppen. Dock är bidraget från små maskiner och redskap mycket mindre, de största bidragen kommer från dieseldrivna traktorer och entreprenadmaskiner. Inom grävmaskiner återfinns band och hjulgrävare samt hjullastare, medan övriga entreprenadmaskiner har allokerats till övrigt. Traktorer och jordbruksmaskiner omfattar samtliga traktorer oberoende av inom vilken näringsgren ägaren finns samt skördetröskor. Handhållna och icke-handhållna bensindrivna maskiner och redskap, snöskotrar, samt dieseldrivna arbetsfordon med en motoreffekt under 37 kW återfinns inom gruppen små maskiner och redskap. De mest betydande osäkerheterna avser årlig drifttid och belastningsfaktorer för större dieseldrivna arbetsmaskiner.

Man kan alltså notera att för utsläppen av NMVOC och CO är andelen av utsläppen som härrör till arbetsmaskiner stor och denna del domineras i sin tur helt av små arbetsmaskiner. Som diskuteras nedan finns det relativt stor osäkerhet kring dessa utsläpp, varför det är klart motiverat att fördjupa kunskapen i ämnet. Som ett exempel på osäkerheten kan nämnas att i den nyligen gjorda undersökning om användningsgraden av snöskotrar fann man att de förut använda siffrorna överskattade emissionerna med ca en faktor två.

För kväveoxider bidrar större arbetsmaskiner med en inte obetydlig del. Underlaget har här på senare tid förbättrats genom bl a projekt på SMP m fl, men det är motiverat att fortsätta förbättra metoden med syfte att kunna genomföra de mest effektiva åtgärderna för att minska Sveriges utsläpp av NO<sub>x</sub>.

I dag baseras de rapporterade utsläppen i huvudsak på resultaten från ett SMED-projekt som genomfördes under 2004 (Flodström m fl, 2004). Detta projekt byggde i sin tur på en genomgripande inventering genomförd av IVL 1999 (Persson och Kindbom, 1999). Med utgångspunkt från den tidigare inventeringen genomfördes nya beräkningar av bränsleförbrukning och emissionsfaktorer för arbetsmaskiner fram till 2002. För åren efter 2002 saknas uppdaterade data och emissionerna i Sveriges internationella rapportering skattats genom att anta samma förbrukningsnivå och emissionsfaktorer som för 2002.

Under 2007 publicerades i två rapporter från projekt genomförda av IVL (Fridell m fl, 2007) och Svensk Maskinprovning SMP (Wetterberg m fl, 2007) uppdaterade uppgifter avseende arbetsmaskinernas utsläpp år 2006. I de båda rapporterna presenteras nya uppgifter om exempelvis bestånd, driftstider, emissionsfaktorer etc. De emissionsnivåer som de båda projekten resulterar i skiljer sig en hel del från de Sverige rapporterar internationellt, då bland annat avgaskraven på arbetsmaskiner har förstärkts sedan den senaste inventeringen. Det finns därför goda argument för att uppdatera den metod som används för beräkning av emissioner från arbetsmaskiner så att de uppdaterade data som idag finns tillgängliga tas tillvara.

I de olika projekt som genomförts har konstaterats att informationen och kunskapen kring många av de parametrar som påverkar utsläpp från arbetsmaskiner är jämförelsevis begränsad, och att osäkerheterna i beräknade utsläpp måste bedömas som relativt stora. Detta gäller inte minst faktorer som användningsgrad och lastnivå. För att få till stånd mer tillförlitliga utsläppsberäkningar efterlystes därför förbättrad statistik och mätdata. För att precisera behovet av uppdaterade data behövs en inventering av vilka konkreta behov som föreligger och hur man bäst skulle kunna minska osäkerheten i emissionsberäkningarna.

Minskad osäkerhet skulle möjliggöra en redovisning av utsläppen på mer detaljerad nivå, som exempelvis per maskintyp eller industrigren. En sådan redovisning är efterfrågad för bland annat för uppföljning av eventuella styrmedel och för att bättre kunna fördela arbetsmaskinernas utsläpp geografiskt.

## Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva en föreslagen metod för beräkning av utsläpp från arbetsmaskiner för åren från 1990 och framåt för den internationella rapporteringen till UNFCCC, EU Monitoring Mechanism, EU:s Takt direktiv samt CLRTAP. I rapporten kommer att redogöras för val av metod samt vilka, var och hur underlagsdata ska ingå i beräkningarna. Syftet är också att beskriva var och vilka insatser som bör göras för att höja kvaliteten på framtida utsläppsdata och därmed möjliggöra mer detaljerad redovisning.

## Avgränsning

Föreslagen metod avser beräkning av bränsleförbrukning samt avgasemissioner av CO<sub>2</sub>, svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), NO<sub>x</sub>, NMVOC, Metan (CH<sub>4</sub>), dikväveoxid (N<sub>2</sub>O), ammoniak (NH<sub>3</sub>), total partikelmassa (TSP), PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>. Underlaget till rapporten begränsas till idag tillgänglig information och kunskaper från existerande undersökningar och rapporter.

Den föreslagna metoden ska omfatta beräkningar av utsläpp från arbetsfordon och arbetsredskap i enlighet med de krav som föreligger för rapportering enligt CRF (Common Reporting Format) och NFR (Nomenclature For Reporting) formaten. Detta innebär att metoden ska omfatta utsläpp från arbetsfordon och arbetsredskap som ryms inom SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) 0806 – 0810 dvs. används inom jordbruk, skogsbruk, industri (inkl. byggindustri), hushåll eller övrigt (se tabell 1).

**Tabell 1. Olika sektorsbenämningar inom rapportering av emissioner**

SNAP	Namn	UNFCCC/CRF	CLRTAP/NFR
0806	Jordbruk	1A4c	1A4c ii
0807	Skogsbruk	1A4c	1A4c ii
0808	Industri	1A2a-f	1A2a-f
0809	Hushåll	1A4b	1A4b
0810	Övrigt	1A3e	1A4a ii

Appendix A innehåller exempel på typer av arbetsmaskiner vilka kan eller bör redovisas under de olika kategorierna enligt EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook 2007 (EMEP/CORINAIR, 2007).

## Metod

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2006) erbjuder tre alternativa metoder för att beräkna utsläpp från arbetsmaskiner (Tier1 – Tier3). Enligt riktlinjerna så ska länder välja metod efter hur detaljerade data som finns tillgängliga, och i Sveriges fall innebär detta att emissioner bör skattas enligt Tier 3. Detta är den nivå som bör användas av länder vilka har tillgång till uppgifter om bestånd etc. på maskintypsnivå.

EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook 2007 förordar även den att länder ska välja metod utifrån nivån på tillgängliga grunddata. Dessa riktlinjer presenterar två alternativa metoder, en enkel metod och en avancerad metod. I den enklare metoden skattas utsläppen med utgångspunkt från en given bränsleförbrukning, medan den avancerade metoden förordas där bränsleförbrukningen inte är känd. Efter som det i Sverige saknas direkta uppgifter över arbetsmaskinernas



bränsleförbrukning måste den avancerade metoden tillämpas för emissionsberäkningar.

Både Tier 3 metoden från 2006 IPCC Guidelines och den avancerade metoden från EMEP/CORINAIR Guidebook 2007 fastslår att emissioner från arbetsmaskiner ska beräknas med ekvationen:

$$E = N * HRS * HP * LF * EF$$

E = Emissioner  
N = Bestånd  
HRS = Drifttid  
HP = Motoreffekt  
LF = Belastningsfaktor  
EF = Bränsleförbrukning och emissionsfaktorer

Uppdateringen av metoden för emissionsberäkningar inom Sveriges internationella rapportering kommer därför att utgå från den enligt de internationella riktlinjer fastslagna beräkningsmetoden. Huvudfokus i denna rapport kommer därmed att bli att redogöra för vilka data som ska ligga till grund för de värden som ska ansättas för de parametrar som ingår i ekvationen. En skillnad mot de av EMEP/CORINAIR Guidebook fastslagna riktlinjerna blir dock att samtliga parametrar som ingår i ekvationen kommer att hanteras som matriser och inte enskilda variabler. Varje rad i matrisen kommer att representera en specifik typ och motoreffektklass av arbetsmaskiner, medan varje kolumn kommer att representera en årsmodell. Genom detta tillvägagångssätt kan effekterna av maskinparkens sammansättning med avseende på olika typer och storlekar av maskiner samt utvecklingen av lagkrav hanteras på ett tillförlitligt sätt.

I följande kapitel redogörs för var och en av de parametrar som ingår i ekvationen. Vilka data finns tillgängliga, vilka justeringar bör göras inför årets beräkningar, vilka osäkerheter förekommer, vilka förbättring bör göras till kommande beräkningar?

Slutligen beskrivs även hur beräknade emissioner ska allokeras över CRF/NFR kategorier för att aggregerade emissionsfaktorer per CRF/NFR kategori ska kunna skattas.

# Beståndsdata (N), Motoreffekt (HP)

Beståndsdata utgörs av uppgifter om antalet arbetsmaskiner i drift från 1990 och framåt, per maskintyp samt idealt maskinernas årsmodell och motoreffekt.

## Tillgänglig data

För mindre arbetsmaskiner (motorer < 37 kW) avser de mesta aktuella bestånds-uppgifterna 2006 och redovisas i IVL-rapporten från 2007 **Error! Bookmark not defined.** Dessa baseras i sin tur på beståndsdata från SMED-rapporten från 2004 **Error! Bookmark not defined.**, vilken i sin tur baseras på beståndsdata från IVL:s inventering 1999 **Error! Bookmark not defined.** Uppgifterna om beståndet av mindre arbetsmaskiner bygger m.a.o. till stor del på gamla uppskattningar. I de uppgifter som redovisas i IVL-rapporten från 2007 har vissa uppdateringar gjorts där ny känd kunskap funnits tillgänglig. Detta avser bland annat bestånd av gräs-klippare, snöskotrar samt vissa hushållsmaskiner.

För större arbetsmaskiner (motorer > 37 kW) avser de mesta aktuella bestånds-uppgifterna 2006 och redovisas i SMP-rapporten från 2007. SMP:s uppgifter bygger på egen besiktningsstatistik tillsammans med försäljningsstatistik från Maskinleverantörerna. Uppgifter om bestånd av större arbetsmaskiner är fördelat på effektklasserna (kW); 37-75, 75-130 samt 130-560.

## Uppdatering 2008

Med utgångspunkt från tillgänglig data måste tidsserier över arbetsmaskinsbeståndet från 1990 till 2007 skapas.

För större arbetsmaskiner skattas beståndet för 1990-2007 genom att justera beståndsdata per maskintyp enligt 2006 års uppgifter ur SMP rapport. För att skatta beståndet före och efter 2006 kan man anta att beståndsutvecklingen följer utvecklingen i traktorbeståndet. Att använda förändringen i traktorbeståndet för att justera beståndet av samtliga arbetsmaskiner vilar på antagandet att utvecklingen av antalet av samtliga arbetsmaskiner inklusive traktorer (undantaget hushållsmaskiner) styrs av konjunktur och övrig samhällsutveckling. Därmed bör en minskning eller ökning i antalet registrerade traktorer vara korrelerad med en ökning eller minskning i antalet övriga arbetsmaskiner.

För traktorer bör skattningen av trenden fördelas på effektklasser då man över åren kunnat se en övergång mot maskiner med allt högre effekt. För övriga arbetsmaskiner där en sådan utveckling inte är lika tydlig bör den genomsnittliga utvecklingen av traktorbeståndet användas för att uppskatta trenden. För beståndet av traktorer från 1990 finns antalsuppgifter inklusive årsmodell och effektklass att tillgå från fordonsregistret på SCB.

Från 2007 och framåt kan även data inhämtas via Svensk Maskinprovningens databas över besiktningsverksamheten enligt liknande principer som beskrivits i SMP-

rapporten. Från och med 2005 finns även data över motoreffekt med i databasen. Antalsdata bör dock kompletteras och verifieras via försäljningsstatistik från berörda branschorganisationer.

För mindre arbetsmaskiner skattas bestånd för 1990-2007 genom att justera beståndsdata per maskintyp enligt 2006 års uppgifter ur IVL-rapporten. Beståndet av mindre arbetsmaskiner kan delas in i två grupper, maskiner som nyttjas inom offentlig eller privat sektor samt maskiner som nyttjas inom hushållssektorn. För att skatta beståndet hos maskiner som används inom offentlig eller privat sektor före och efter 2006 kan man anta att även denna beståndsutveckling följer utvecklingen i traktorbeståndet av samma orsaker som för de större arbetsmaskinerna. Utveckling av beståndet av maskiner som används inom hushållssektorn är däremot svårare att koppla till någon form av indikator. Mot bakgrund av hushållens ekonomiska utveckling bör antalet arbetsmaskiner inom hushållssektorn ha ökat ganska markant sedan 1990. Mot den ökningen står dock en ökad andel elektriska arbetsredskap. I dagsläget finns inga data att luta sig mot som beskriver denna utveckling. Mot bakgrund att de aktuella uppgifterna ur IVL-rapporten från 2007 är mycket osäkra förordas ingen justering av beståndet av arbetsmaskiner inom hushållssektorn. Tills dess uppgifter av högre kvalitet finns tillgängliga får vi anta att ökningen i antalet hushållsmaskiner motverkas av ökningen av antalet eldrivna maskiner och därmed anta ett konstant bestånd från 1990.

### **Osäkerhet**

De råder stora osäkerheter kring beståndet av framförallt små arbetsmaskiner men även för stora arbetsmaskiner finns frågetecken kring antalet enheter och dess ålder och effekt. De enda uppgifter av god kvalitet som finns att tillgå avser de maskintyper vilka förekommer i stor omfattning samt berörs av någon form av återkommande besiktning eller registerhållning.

### **Förbättringsförslag**

Det finns som tidigare nämnts mycket dåligt underlag avseende bestånd av mindre arbetsmaskiner och kanske framförallt då arbetsredskap. För att i slutänden kunna beräkna kvalitativa uppgifter avseende utsläpp från arbetsmaskiner måste beståndet av mindre arbetsmaskiner kartläggas. För att kunna göra detta krävs troligtvis en enkätundersökning riktad mot hushåll och eventuellt även mot professionella användare. I samband med detta bör också uppgifter avseende drifttid samlas in då denna parameter också är mycket osäker för de mindre arbetsmaskinerna.

Även för större arbetsmaskiner bör insatser göras för att få bättre data avseende bestånd och motoreffekt. De data som SMP-rapporten baseras på ger en relativt bra uppskattning av de arbetsmaskiner som undergår någon form av regelbunden besiktning eller kontroll, för övriga maskiner är underlaget inte fullt lika detaljerat. Dessutom är underlaget för indelning i olika motoreffektklasser begränsat. För att förbättra underlaget med avseende på antalet större arbetsmaskiner och dess motor-

effekter behövs troligen en registrering av motoreffekt i samband med besiktning/kontroll av arbetsmaskinerna, samt en undersökning av beståndet hos entreprenörer och andra användare av större arbetsmaskiner.

För att kontinuerligt kunna uppdatera beståndet av olika maskiner, främst de mindre, bör årliga försäljningsdata samlas in från exempelvis branschorganisationer. Detta kommer att göra det möjligt att följa beståndet framöver med utgångspunkt från resultaten från de enkäter som föreslås ovan.

## Årlig drifttid (HRS)

Driftdata för arbetsmaskiner kan beräknas på olika sätt. För flertalet olika typer av större arbetsmaskiner utförs årliga föreskrivna besiktningar och frivilliga kontroller i form av registreringsbesiktning, kontrollbesiktning, arbetarskyddsbesiktning, brandskydds kontroll och andra typer av säkerhetsbesiktningar. Svensk Maskinprovning har en majoritet av denna marknad samt ett fungerande system där även timmätarställning registreras vid varje besiktning/kontroll. Drifttiden har sedan ett antal år noterats för dessa maskiner vilket sammanvägt gett en bra statistik för driftstimmar. Detta gäller framförallt entreprenadmaskiner såsom grävlastare, band- och hjulgrävmaskiner, hjullastare och teleskoptruckar. Ett annat alternativ är att uppskatta drifttid genom enkäter och frågor till branschorganisationer och användare. Detta är den enda framkomliga vägen vad gäller t ex små hushållsmaskiner. I ett fåtal speciella fall finns tillgängligt underlag men oftast är informationen bristfällig. Tabell 2 visar exempel på driftstider använda i olika emissionsinventeringar för ett antal olika maskintyper. Man kan notera att de antagna driftstiderna varierar betydligt mellan studierna.

**Tabell 2. Årlig drifttid ur ett antal emissionsstudier.**

HRS (h/år)	Flodström m fl (2004)	Fridell m fl (2007), Wetterberg m fl (2007)	Winther m fl (2006)	EMEP /CORINAIR (2007)	IFEU (2004)	US EPA (2002)
Gräsklippare handledd hus- håll 4kW 4-takt	24	24	25		15	25
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	250/40	250/40				57
Lantbrukstraktor 75-130 kW	350	500	500		430	475
Hjullastare 130- 560 kW	1 100	1 400	1 200		500	1 135

En av länsstyrelsen i Norrbotten genomförd studie av snöskoteranvändningen i den svenska fjällvärlden visar på en betydligt kortare årlig drifttid än vad som anges i tabell 2. Den genomsnittliga körsträckan angavs till ca 50 mil per år vilket motsvarar en årlig drifttid av ca 15 timmar.

### **Tillgänglig data**

SMP-rapporten och tidigare EMMA projekt (Lindgren m fl, 2002) gav information om hur drifttiden varierar med ålder för större arbetsmaskiner. Dock var dataunderlaget för traktorer begränsat då dessa maskiner inte omfattas av obligatoriska besiktningar. Dessa maskiner har i princip endast besiktats vid omregistrering av maximalt tillåten hastighet.

Drifttiden för små arbetsmaskiner är dåligt känd. För professionellt använda maskiner antas drifttiden oftast vara flera storleksordningar högre än för hushållsägda maskiner. Typiska drifttider för de senare kan röra sig om ett fåtal timmar per år. Trots detta kan dock emissionerna bli betydande (bl.a. avseende kolväteemissioner från tvåtaktsmotorer).

För mindre maskiner utgick Flodström m fl (2004) från drifttider som angavs av Persson m fl (1999). De i sin tur fick fram drifttider från frågor till branschorganisationer samt en del användare (offentlig förvaltning mm). Dessutom användes uppskattningar för ett antal maskiner, typ mindre hushållsmaskiner. I rapporten av Winther m fl (2006) används uppskattningar från branschfolk för att få årsarbetstiden för mindre maskiner.

För gräsklippare finns en undersökning från 2002 (Pettersson, 2002) och från SMED (Flodström m fl, 2004) där årsarbetstiden har uppskattats. I det förra fallet är det oklart vad som var bakgrunden till uppskattningarna.

Årsarbetstiden för snöskotrar har tidigare uppskattats från uppgifter från branschorganisationer. Som nämnts är de antagligen överskattade (Edin, 2007).

### **Uppdatering 2008**

Uppdatering av existerande data från IVL/SMP kan göras med nämnda undersökning av snöskoteranvändningen som grund. Uppgifterna kan även uppdateras med data från Winther m fl (2006) och/eller IFEU (2004) där det bedöms lämpligt.

### **Osäkerhet**

Det finns stora osäkerheter i årsarbetstiden för små arbetsmaskiner, speciellt för de som ägs av hushåll. För traktorer, vilka står för en mycket stor andel av de större arbetsmaskinerna är den tillgängliga informationen om årsarbetstid begränsad. På senare år har den årliga drifttiden med stor sannolikhet ökat markant, speciellt för större lantbrukstraktorer, på grund av större driftsenheter och utökad maskinsamverkan, bland annat s.k. maskinringar.

## Förbättringsförslag för framtida rapportering

Kunskapen kring årsarbetstiden för små arbetsmaskiner behöver förbättras. Detta gäller framförallt de som ägs av hushåll men även professionellt använd utrustning. För vissa emissioner, framförallt kolväten från tvåtaktsmotorer, är detta av relativt stor betydelse. Data över drifttid för traktorer, fördelat på olika användningsområden motsvarande CRF- och NFR-kategorierna, bör uppdateras då dessa maskiner har en stor påverkan på de totala utsläppen och bränsleförbrukningen. Dessa förbättringar kan göras med enkätundersökningen som diskuteras ovan.

## Belastningsfaktor (LF)

Belastningsfaktorn anger hur stor del av maximala effekten för en viss maskin som används vid drift. Det är ofta den faktor där kunskapsläget är sämst, vilket ger en stor osäkerhet i emissionsuppskattningar. Faktorn kan fås fram från mätningar av bränsleförbrukning vid drift, förutsatt att den specifika bränsleförbrukningen är känd. Den kan även fås fram ur studier av hur maskiner används eller uppskattas utifrån certifieringscykler. Ofta bygger använda belastningsfaktorer på uppskattningar från branschfolk. Tabell 3 anger använda belastningsfaktorer för ett antal maskiner i olika emissionsinventeringar.

**Tabell 3. Belastningsfaktorer från olika studier.**

LF	Flodström m fl (2004)	Fridell m fl (2007), Wetterberg m fl (2007)	Winther m fl (2006)	EMEP /CORINAIR (2007)	IFEU (2004)	US EPA (2002)
Gräsklippare handledd hus- håll 4kW 4-takt	0,40	0,40	0,40	ca 0,47	0,5	0,33
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	0,30/0,25	0,30/0,25				0,34
Lantbrukstraktor 75-130 kW	0,40	0,33	0,50	Ca 0,55	0,50	0,59
Hjullastare 130- 560 kW	0,55	0,48	0,5	Ca 0,55	0,5	0,48

### Tillgänglig data

Persson och Kindbom (1999) ger belastningsfaktorer som kommer från uppskattningar från främst branschorganisationer. I Flodström m fl (2004) uppges att dessa belastningsfaktorer uppdaterats med utgångspunkt om information kring bränsle-

förbrukning. Winther m fl (2006) bygger sina värden på uppskattningar från branschen. EMMA-projekten har resulterat i en mängd data vilka har nyttjats i SMP-rapporten för att uppskatta belastningsfaktorer för lantbruks och skogsmaskiner. Även det arbete som har legat till grund för den transienta testcykeln (NRTC) för arbetsmaskiner inom EU och USA har använts för att uppskatta belastningsfaktorer för främst entreprenadmaskiner. Både EMMA-projekten och förarbetet till NRTC är baserat på fältmätningar. US EPA har via NONROAD-modellen redovisat belastningsfaktorer främst baserat på branschuppgifter (US EPA, 2004; 2005).

### **Uppdatering**

De redovisade belastningsfaktorerna i Fridell m fl (2007) och Wetterberg m fl (2007) jämförs med data från Winther m fl (2006), IFEU (2004), USEPA (2002) och EMEP/CORINAIR (2007) för motsvarande maskintyper. I de fall inga relevanta data finns att tillgå används den princip som beskrivs i utkastet till ny EMED/CORINAIR handbok. Denna föreskriver att nationella data skall appliceras i första hand. I andra hand kan data från Winther m fl (2006) utnyttjas. Som alternativ kan belastningsfaktorer beräknas från de statiska belastningscyklerna som finns beskrivna i ISO 8178. ISO 8178 redovisar de olika belastningspunkterna i form av normaliserat varvtal och moment vilket försvårar en direkt beräkning av genomsnittlig belastningsfaktor. Detta är speciellt viktigt för dieselmotorer med en påtaglig momentreserv, dvs att momentet ökar med sjunkande varvtal från varvtalet för maximal effekt till varvtalet för maximalt moment. Denna momentökning kan uppgå till mer än 30 %. Om beräkningarna inte korrigeras för denna momentökning kommer belastningsfaktorer baserade på ISO-testcyklerna att underskattas med 10-15 %

### **Osäkerhet**

Det finns en stor osäkerhet i belastningsfaktorn. Denna parameter mäts mycket sällan och få uppskattas från bränsleförbrukningen. För flertalet arbetsmaskiner är troligtvis belastningsfaktorerna överskattade, trots att de är uppdaterade via bränsleförbrukning. Av förare/användare av maskiner och redskap uppskattad belastningsgrad och bränsleförbrukning tenderar att vara baserad på situationen under de vanligast förekommande arbetsoperationerna utan hänsyn till tomgångskörning och lättare arbete. Osäkerheten i denna faktor är den största svagheten i bottom-up metodiken för arbetsmaskiner.

### **Förbättringsförslag**

Det vore mycket värdefullt med oberoende mätningar av belastningsfaktorn för ett antal arbetsmaskiner. Detta bör göras för de olika maskinerna typiska användnings-sätt. Detta bör göras av forskningsorganisationer eller motsvarande i samarbete med tillverkare, entreprenörer och andra användare av arbetsmaskiner. Det finns antagligen olika angreppssätt, t ex kan bränsleförbrukning och användningstid klockas noga, för de fall att specifika bränsleförbrukningen kan anses oberoende av lastfaktorn.

## Bränsleförbrukning och emissionsfaktorer

Beroende på källa och beräkningsmetod kan det förekomma stora skillnader i emissionsfaktorer och därigenom även totala utsläpp från den berörda sektorn. Den metod och de emissionsfaktorer som beskrivs i EMEP/CORINAIR Guidebook, Tier 3, är baserade på de gränsvärden som anges i den Europeiska lagstiftningen för arbetsmaskiner och traktorer. Metoden omfattar inga beskrivna modifieringar av dessa emissionsfaktorer utöver åldersberoende försämringar. I den studie som genomfördes av SMP modifierades emissionsfaktorerna även utifrån bränslekvalitet, arbetsoperation (transienta belastningar), och certifierade utsläppsvärden. Liknande metodik har applicerats i den amerikanska NONROAD-modellen samt studierna av IFEU **Error! Bookmark not defined.** och Winther **Error! Bookmark not defined.** vilka har anammat den amerikanska metodiken. Denna metodik utgår ifrån basemissionsfaktorer vilka har modifierats utifrån transienta belastningar och åldersberoende försämringar. Basemissionsfaktorerna är till skillnad från de som redovisas i EMEP/CORINAIR Guidebook baserade på uppmätta data vid certifiering. Tabell 4 visar basemissionsfaktorer för NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC och bränsleförbrukningen för olika typer av maskiner.

**Tabell 4a-d. Basemissionsfaktorer för utvalda maskiner från ett antal studier.**

<b>a NO<sub>x</sub> g/kWh</b>	Flodström m fl (2004)	Fridell m fl (2007), Wetterberg m fl (2007)	Winther m fl (2006)	EMEP /CORINAIR (2007)	IFEU (2004)	US EPA (2004; 2005)
Gräsklippare handledd hus- håll 4kW 4-takt	4,04	4,04	4,7	4,00	5,1	4,29
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	1,15	0,72	0,5	1,19		1,14
Lantbrukstraktor 75-130 kW	7,0	3,00	3,23	3,5	3,14	3,49
Hjullastare 130- 560 kW	7,0	3,27	3,23	3,5	3,14	3,49
<b>b CO g/kWh</b>						
Gräsklippare handledd hus- håll 4kW 4-takt	433	433	132	871	350	465
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	397	516	418	342		392
Lantbrukstraktor 75-130 kW	5,0	1,91	2,3	5,0	2,3	1,78
Hjullastare 130-	3,5	1,11	2,3	3,5	2,3	1,11



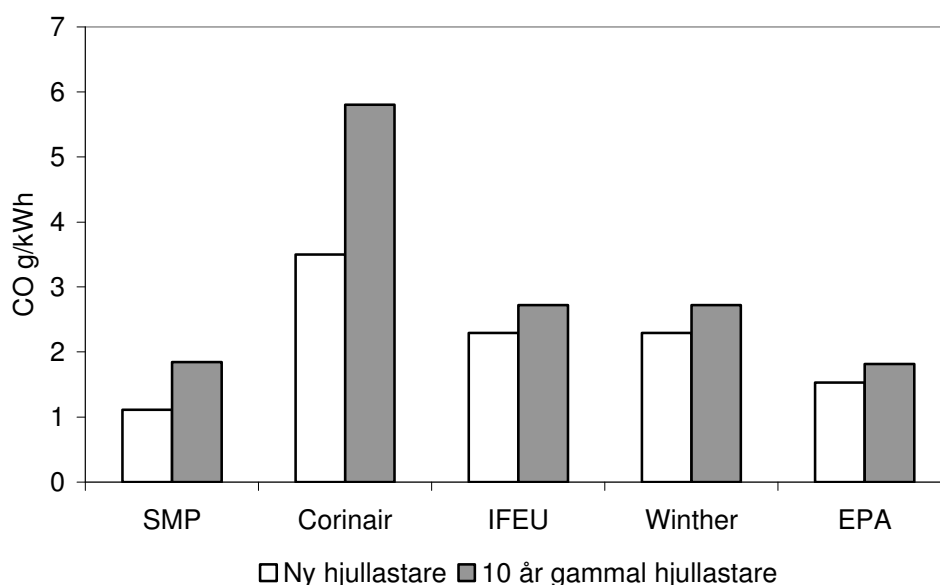
560 kW						
--------	--	--	--	--	--	--

<b>c NMVOC g/kWh</b>	Flodström m fl (2004)	Fridell m fl (2007), Wetterberg m fl (2007)	Winther m fl (2006)	EMEP /CORINAIR (2007)	IFEU (2004)	US EPA (2004; 2005)
Gräsklippare handedd hus- håll 4kW 4-takt	19,1	19,1	22	45,1	9,4	11,3
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	149	189	155	200		147
Lantbrukstraktor 75-130 kW	1,0	0,52	0,32	0,5	0,32	0,26
Hjullastare 130- 560 kW	1,0	0,28	0,32	0,5	0,32	0,26
<b>d BF g/kWh</b>						
Gräsklippare handedd hus- håll 4kW 4-takt	386	386	406	409	546	496
Snöskoter 2-takt 20-37 kW bruks/hushåll	438	656	652	438		998
Lantbrukstraktor 75-130 kW	260	278	258	260	258	226
Hjullastare 130- 560 kW	254	239	253	254	253	226

IFEU (2004) och Winther m fl (2006) baseras båda på korrektionsfaktorer från USEPA (NONROAD-modellen), dock har basemissionsfaktorerna i regel beräknats utifrån nationella data. För de större arbetsmaskinerna är skillnaderna i emissionsfaktorer för NO<sub>x</sub> relativt små, mindre än 20%. För NMVOC är däremot skillnaden emissionsfaktorerna mellan de olika studierna påtaglig, EMEP/CORINAIR (2007) anger ett mycket högre värde än de övriga. Detta kan få påtagliga effekter på de totala emissionerna från hela maskinparken.

För äldre maskiner är skillnaderna än mer påtagliga, EMEP/CORINAIR (2007) redovisar mycket högre emissionsfaktorer för både NO<sub>x</sub> och NMVOC. IFEU (2004) och Winther m fl (2006) redovisar de lägsta emissionsfaktorerna för NMVOC för större arbetsmaskiner, dock är basemissionsfaktorerna satta till samma värde som för nya maskiner vilket kan ifrågasättas.

Ytterligare en aspekt som har stor betydelse är det basår som har använts i de olika studierna. Flodström m fl (2004) har beskrivit situationen 2002 medan Fridell m fl (2007) och Wetterberg (2007) har med data fram till och med 2006. För större arbetsmaskiner har utsläppen sjunkit markant, t.ex. har lagkraven för NO<sub>x</sub> för en medelstor ny dieselmotor skärpts från 9,2 g/kWh till ca 3,3 g/kWh. Dessutom påverkas emissionsfaktorn av hur gammal en maskin är. Ett antal studier korrigerar därför emissionsfaktorn med en åldersfaktor som oftast innebär ökade emissioner ju äldre maskinen blir. I figur 4 redovisas effekterna på emissionsfaktorer för CO av ny (steg IIIa) respektive 10 år gammal (steg 1) hjullastare med en motoreffekt på 130-560 kW med hänsyn taget till både olika avgasklasser och ålder.



Figur 4. Emissionsfaktorer för CO för ny respektive 10 år gammal hjullastare baserat på olika studier.

### Tillgänglig data

Ofta används en metod där en basemissionsfaktor från en körcykel justeras för en rad faktorer. De senare kan vara t ex ökade eller minskade emissioner med ökad ålder, avvikelse mellan "verklig" användning och de körcykler som används. Vanligen utgår man från emissionsfaktorer från EMEP/CORINAIR Guidebook (Flodström m fl, 2004; Persson och Kindbom, 1999) för mindre maskiner. Att nyttja emissionsfaktorer från EMEP/CORINAIR Guidebook utan att korrigera för åldring, certifieringsdata samt transienta belastningar kan resultera i emissionsfaktorer som är mer än dubbelt så höga jämfört med data redovisat av Wetterberg (2007), IFEU (2004), Winther m fl (2006) och USEPA (2005).

Fridell m fl (2007) använde emissionsfaktorer från EMEP/CORINAIR Guidebook men med uppdaterade emissionsfaktorer för en del små bensindrivna maskiner

byggda på tester från motorlaboratorier. Winther m fl (2006) utgår från IFEU (2004) som har sammanställt tyska mätdata. Dessa emissionsfaktorer skiljer sig en del från de som används i EMEP/CORINAIR Guidebook. De senare utgår från EUs avgaslagstiftning och beskriver därmed en maximalt tillåten nivå under den motorbelastning som stipuleras i standarden. De båda övriga metoderna, Wetterberg m fl (2007) och IFEU (2004), har korrigerat dessa värden utifrån en rad andra parametrar för att bättre beskriva utsläppen under verklig användning. Bägge har hämtat stora delar av datamaterialet från US EPA, bland annat certifieringsdata samt NONROAD-modellen (USEPA, 2004; 2005). Utöver detta bör emissionsfaktorer korrigeras med hänsyn till den svenska dieselkvaliteten.

Framtida studier av utsläppen från arbetsmaskiner i Sverige bör i första hand bygga på nationella data som är representativa för svenska förhållanden. I brist på dylika data bör basemissionsfaktorer i regel inhämtas från de föregående rapporterna från Flodström m fl (2004) och Wetterberg m fl (2007) samt från Winther m fl (2006) och IFEU (2004). Dessa bör även modifieras utifrån den metodik och de data som redovisas av US EPA (2004; 2005) för åldersberoende försämring och transienta belastningar samt från Wetterberg m fl (2007) för bränslekvalitet.

### **Uppdatering**

Grundläggande emissionsfaktorer redovisas och uppdateras kontinuerligt av USEPA för större dieselmotorer. Eventuellt kan liknande data finnas tillgängliga även för mindre maskiner och redskap. Befintliga emissionsfaktorer för motorer motsvarande Steg III A bör uppdateras genom att analysera ovan beskrivna data-material. Även effekterna av åldring samt transienta belastningar bör uppdateras via NONROAD-modellen.

### **Osäkerhet**

De av US EPA redovisade emissionsfaktorerna för större arbetsmaskiner är baserade på de krav och körsätt som råder i USA. Dessa kan för vissa applikationer t.ex. för traktorer vara betydande.

### **Förbättringsförslag**

Utred möjligheten att erhålla certifieringsdata från europeiska typgodkännanden för arbetsmaskiner. Dessa data bör även jämföras med data enligt Wetterberg m fl (2007), Flodström m fl (2004) samt US EPA (2004; 2005). Inom EU pågår för närvarande ett projekt kring PEMS (portable emissions measurement system) där utsläpp från större arbetsmaskiner skall mätas under drift. Eventuellt skall detta program utökas till att även omfatta mindre arbetsmaskiner. Ett projekt för uppdatering av emissionsfaktorer för svenska förhållanden bör även följa utvecklingen inom PEMS-projektet.

# Sektorsfördelning

De utsläpp som beräknas måste för den internationella rapporteringen allokeras över CRF- och NFR-kategorier i enlighet med internationella riktlinjer. De olika kategorierna definieras i 1996 IPCC Guidelines enligt Tabell 5. Motsvarande definitioner gäller även NFR kategorierna.

**Tabell 5: CRF och NFR definitioner**

Namn	CRF	NFR	Definition IPCC riktlinjer
Industri	1A2a-f	1A2a-f	The remaining emissions from fuel combustion in industry. This also includes emissions from the construction branch.
Övrigt	1A3e ii	1A4a ii	Combustion emissions from all remaining transport activities including ground activities in airports and harbors, and off-road activities not otherwise reported under 1A4c or 1A2a-f.
Hushåll	1A4b	1A4b	All emissions from fuel combustion in households.
Jordbruk	1A4c	1A4c ii	Emissions from fuel combustion in agriculture, forestry or domestic inland coastal and deep-sea fishing. Highway agricultural transportation is excluded.
Skogsbruk	1A4c	1A4c ii	

## Tillgänglig data

En fördelning av utsläpp över CRF/NFR kategorier har inte genomförts i Persson och Kindbom (1999) respektive Wetterberg m fl (2007). Istället presenteras utsläppen fördelade enligt Flodström m fl (2004). Med andra ord så är alltså senaste tillgängliga fördelningsdata från 2004. Den fördelningsnyckel som då användes finns tillgänglig på SCB och bygger till stor del på grova uppskattningar.

I underlagsdata till Flodström m fl (2004) var samtliga arbetsmaskiner i beståndet kopplade till bransch. Branschindelningen baserade sig dels på uppgifter från tidigare undersökning av IVL från 1999 där insamlade uppgifter kopplades till de rapporterade organisationernas bransch, dels på en samkörning mellan trafikregistret och SCB:s företagsregister där företagsägda maskiner kunde kopplas till näringsgren enligt SNI.

## Uppdatering

Koppling mellan maskin och bransch/SNI finns inte i de senaste beståndsdata enligt Fridell m fl (2007) respektive Wetterberg m fl (2007), varför en fördelning baserad på uppgifter ur dessa inte kan göras. Innan nya data avseende bestånd kopplat till bransch finns tillgängligt måste utsläppen från arbetsmaskiner fördelas över CRF/NFR proportionerligt mot de fördelningar som genomfört för 1998 och 2002 i SMED rapport från 2004. Justeringar bör dock göras av 2004 års data då vissa utsläpp är allokerade på fel kategori i den gamla fördelningen.

## **Osäkerhet**

För arbetsmaskiner med mycket specifikt användningsområde är osäkerheterna kring sektorstillhörighet små, som exempelvis skördare som naturligt hör till skogsbruket, men för de flesta mer branschövergripande arbetsmaskinerna är osäkerheterna mycket stora. Eftersom det saknas registeruppgifter med koppling mellan bransch och arbetsmaskiner så saknas möjligheter att minska denna osäkerhet utan specifika insatser för att kartlägga arbetsmaskinsbeståndet.

## **Förbättringsförslag**

För att kunna förbättra allokeringen av arbetsmaskinernas utsläpp över sektorer bör en grundlig inventering av branschbestånd av olika typer av arbetsmaskiner genomföras. En sådan branschinventering är också nödvändig för att en eventuell ytterligare redovisning som svarar mot miljömålsuppföljningens och den geografiska fördelningens behov ska kunna genomföras. Dagens grova sektorsfördelning håller alldeles för hög osäkerhet för att medge en mer detaljerad redovisning.

En branschinventering kan med fördel samordnas med en beståndsinventering. Även om det inte finns en direkt koppling mellan osäkerheter i bransch och bestånd bör eventuella insatser samordnas för att ge ett så komplett underlag som möjligt. Sannolikt kommer en inventering till viss del att kräva någon form av enkätundersökning.

# Sammanfattning

## **Metod för beräkning av emissioner till submission 2009**

### **Bestånd och effekt**

- Beräkningarna görs utgående från IVL/SMP-rapporterna från 2007.
- Beståndsdata för större arbetsmaskiner uppdateras med uppgifter om beståndsutveckling 1990-2007 från trafikregistret.
- Traktorer uppdateras med avseende på antal och motoreffekt från trafikregistret.
- För större arbetsmaskiner uppdateras eventuellt, om tid finns, antalsdata och drifttid för 2007 baserat på SMP:s register över besiktade/kontrollerade maskiner
- För mindre arbetsmaskiner antas konstant bestånd.
- Uppgifter för snöskotrar uppdateras utgående från rapporten från länsstyrelsen i Norrbotten och trafikregistrets databas.

## Årlig drifttid

- Beräkningarna görs utgående från IVL/SMP rapporterna från 2007.
- Uppgifter för snöskotrar uppdateras utgående från rapporten från länsstyrelsen i Norrbotten
- Den amerikanska NONROAD-modellen och Winther m fl (2006) studeras för eventuella ytterligare uppdateringar

## Belastningsfaktor

- Beräkningarna görs utgående från IVL/SMP rapporterna från 2007.
- Belastningsfaktorer beräknas från testcykler om ingen annan information finns
- Winther m fl (2006), IFEU (2004), USEPA (2002; 2004; 2005) och EMEP/CORINAIR Guidebook studeras för eventuella ytterligare uppdateringar

## Bränsleförbrukning och emissionsfaktorer

- Beräkningarna görs utgående från IVL/SMP rapporterna från 2007.
- Emissionsfaktorerna uppdateras eventuellt utifrån den metod som beskrivs i NONROAD-modellen, basemissionsfaktorer som modifieras med avseende på åldersberoende försämring samt transienta motorbelastningar.
- Studien av Winther används för uppdatering.

## Sektorsfördelning

- Indelning i sektorer görs enligt Flodström m fl (2004).

## Prioriterade förbättringsförslag på sikt

### Undersökning hushåll

Befintligt underlag avseende bestånd och användningstid för de småmaskiner som finns hos hushåll är mycket bristfälligt. För öka kunskapen rörande detta bör en undersökning av bestånd, maskintyp, maskinålder och utnyttjandetid göras. I detta arbete bör också ingå att utreda hur dessa parametrar förändrats genom åren från 1990 och framåt. Förslagsvis bör detta åtminstone delvis ske i form av en enkätundersökning riktad mot hushållen.

Eventuellt bör även samma eller motsvarande undersökning riktas mot professionella användare då motsvarande brister finns i underlag avseende deras användning av exempelvis motorsågar, gräsklippare mm.

### **Studie av belastningsfaktorer m.m**

Belastningsfaktorn är en stor osäkerhet som ej kan minskas via enkäter. Vi föreslår att en studie initieras med uppgift att undersöka belastningsfaktorn för små maskiner vid verklig användning samt för vissa större maskiner. Eventuellt bör även studeras hur linjär emissionen av olika ämnen är med utvecklad motoreffekt.

### **Allokeringsunderlag**

För att få att erhålla bättre underlag kring inom vilka samhällssektorer olika arbetsmaskiner utnyttjas bör detta undersökas med lämplig metod. Eventuellt bör en ny inventering genomföras där beståndet kartläggs enligt de behov som föreligger för den internationella inventeringen, men även med avsikt att möjliggöra en mer detaljerad redovisning av emissioner från arbetsmaskiner som svarar mot miljömålsuppföljningens och den geografiska fördelningens behov.

### **Årlig försäljning**

För att på sikt kunna uppdatera innehavet av olika maskiner, främst de mindre, föreslår vi att försäljningsdata insamlas årligen från branschorganisationer. Detta kommer att göra det möjligt att följa beståndet framöver med utgångspunkt från resultatet i föreslagna beståndsundersökningar (se ovan).

## Referenser

1. Naturvårdsverket (2008) Sveriges rapportering till UNFCCC.
2. Fridell, E., Åström, S., Belhaj, M. (2007) Emissioner från små arbetsmaskiner Emissionsberäkningar och åtgärdsdiskussioner, IVL rapport B1711.
3. Wetterberg, C., Magnusson, R., Lindgren, M., Åström, S. (2007) Utsläpp från större dieseldrivna arbetsmaskiner – Inventering, kunskapsuppbyggnad och studier om åtgärder och styrmedel. Rapport – miljö, teknik och lantbruk 2007:03 Institutionen för biometri och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.
4. Edin, R. (2007) Terrängkörning i svenska fjällvärlden. Länsstyrelsen i Norrbotten, Rapportserie nr 13/2007.
5. Flodström, E., Sjödin, Å., Gustafsson, T. (2004) Uppdatering av utsläpp till luft från arbetsfordon och arbetsredskap för Sveriges internationella rapportering" SMED rapport Nr 2, 2004.
6. Persson, K., Kindbom K. (1999) Kartläggning av emissioner från arbetsfordon och arbetsredskap i Sverige. IVL rapport B1342.
7. EMEP/CORINAIR (2007) EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook 2007.
8. IPPC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
9. Winther, M., Nielsen, O.-K. (2006) Fuel-use and emissions from non-road machinery in Denmark from 1985-2004 - and projections from 2005-2030. Danish Ministry of the Environment, project 1092.
10. IFEU (2004) Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen - Endbericht, UFOPLAN Nr. 299 45 113, Heidelberg.
11. USEPA Median life, annual activity, and load factor values for non-road engine emissions modeling. EPA420-P-005, NR-005c.
12. Lindgren, M., Petterson O., Hansson, P.-A., Norén, O. (2002) Jordbruks- och anläggningsmaskiners motorbelastning och avgasemissioner – samt metoder att minska bränsleförbrukning och avgasemissioner. Rapporter lantbruk och industri R 308 Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
13. Wetterberg, C. (2002) EMMA - Emissioner från arbetsmaskiner - delrapport 2 "Mätning av emissioner vid dynamiska förlopp". Rapporter lantbruk och industri R 307 Institutet för jordbruks- och miljöteknik.



14. Hansson, P.-A., Haupt, D., Holmgren, K., Johansson, B., Lindgren M., Löfgren, B., Nord, K., Norén, O., Pettersson, O., Wetterberg, C. (2002) Utveckling av relevanta arbetscykler och emissionsfaktorer samt reducering av bränsleförbrukning för arbetsmaskiner (EMMA). Rapporter lantbruk och industri R 309 Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
15. Wetterberg, C. (2002) EMMA - Emissioner från arbetsmaskiner - delrapport 1 "Kartläggning av antal arbetsmaskiner och deras användning". Rapporter lantbruk och industri R 306 Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
16. Pettersson, M. (2002) Uppskattad miljövinst vid användning av svanmärkta gräsklippare. [www.svanen.nu](http://www.svanen.nu) 2002
17. US EPA (2004) Exhaust and crankcase emission factors for nonroad engine modeling – compression-ignition. EPA420-P-04-009, NR-009c
18. US EPA (2005) Exhaust emission factors for nonroad engine modeling: spark-ignition. EPA420-R-05-019, NR-010e

# Appendix A

**Table 1-1: Proposal for a Reference List of 'Off-road' machinery, which should be covered under SNAP codes 0801 to 0803 and 0806 to 0809**

SNAP Code	Name	Machinery included
080100	Military	
080200	Railways:	01 Shunting locs
		02 Rail-cars
		03 Locomotives
080300	Inland Waterways:	01 Sailing Boats with auxiliary engines
		02 Motorboats / Workboats
		03 Personal Watercraft
		04 Inland Goods Carrying Vessels
080600	Agriculture:	01 2-wheel tractors
		02 Agricultural tractors
		03 Harvesters / Combines
		04 Others (sprayers, manure distributors, agriculture mowers, balers, tillers, swathers)
080700	Forestry:	01 Professional Chain Saws / Clearing Saws
		03 Others (tree processors, haulers, forestry cultivators, fellers/bunchers, shredders, log loaders, piling machines)
080800	Industry:	01 Asphalt/Concrete Pavers
		02 Plate compactors / Tampers / Rammers
		03 Rollers
		04 Trenchers / Mini Excavators
		05 Excavators (wheel/crawler type)
		06 Cement and Mortar Mixers
		07 Cranes
		08 Graders / Scrapers
		09 Off-Highway Trucks
		10 Bull Dozers (wheel/crawler type)
		11 Tractors/Loaders/Backhoes
		12 Skid Steer Tractors
		13 Dumper/Tenders
		14 Aerial Lifts
		15 Forklifts
		16 Generator Sets
		17 Pumps
		18 Air/Gas Compressors
		19 Welders
		20 Refrigerating Units
		21 Other general industrial equipment (broomers, sweepers/ scrubbers, slope and brush cutters, pressure washers, pist machines, ice rink machines, scrapers, blowers, vacuums)
		22 Other material handling equipment (conveyors, tunnel locs, snow clearing machines, industrial tractors, pushing tractors)
		23 Other construction work equipment (paving/surfacing equipment, bore/drill rigs, crushing equipment, concrete breakers/saws, post breaking machines, pipe layers, rod benders/cutters)
080900	Household & Gardening	01 Trimmers/Edgers/Bush Cutters
		02 Lawn Mowers
		03 Hobby Chain Saws
		04 Snowmobiles/Skidoos
		05 Other household and gardening equipment (wood splitters, snowblowers, chippers/stump grinders, gardening tillers, leaf blowers/vacuums)
		06 Other household and gardening vehicles (lawn and garden tractors, all terrain vehicles, minibikes, off-road motorcycles, golfcarts)