

RAPPORT

Arbetsmaskiners klimatpåverkan och hur den kan minska

Ett underlag till 2050-arbetet



Rapport utförd av:

Titel: Arbetsmaskinens klimatpåverkan och hur den kan minska. Ett underlag till 2050-arbetet
Publikationsnummer: 2012:223
Utgivningsdatum: November 2012
Utgivare: Trafikverket
ISBN: 978-91-7467-417-0
Författare: WSP Sverige AB
Produktion omslag: Grafisk form, Trafikverket
Tryck: Trafikverket
Distributör: Trafikverket

Konsulter inom samhällsutveckling

WSP Analys & Strategi är en konsultverksamhet inom samhällsutveckling. Vi arbetar på uppdrag av myndigheter, företag och organisationer för att bidra till ett samhälle anpassat för samtiden såväl som framtiden. Vi förstår de utmaningar som våra uppdragsgivare ställs inför, och bistår med kunskap som hjälper dem hantera det komplexa förhållandet mellan människor, natur och byggd miljö.

Förord

Klimatfrågan är en av de riktigt stora framtidsfrågorna. Utmaningen är stor och alla stenar måste vändas för att vaska fram kostnadseffektiva åtgärder som leder mot målet.

Inom byggande, industri och transport pågår ett intensivt arbete för att minska energianvändning och klimatpåverkan. Inom arbetsmaskinkollektivet är denna utveckling, mildt uttryckt, mindre påtaglig. Trots att energianvändningen är avsevärd, bränslen nästan helt kommer från fossila källor och likheterna med transporsektorn är stor händer påfallande lite. Inom arbetsmaskinernas område finns uppenbart ett antal kostnadseffektiva stenar att vända på.

Inom ramen för det nu pågående arbetet Färdplan 2050, som syftar till ett fossilenergifritt Sverige 2050, har arbetsmaskinerna uppmärksammats. Trafikverket har getts uppdraget att utreda området och översiktligt redovisa vilka potentialer som finns och vad som krävs för att dessa ska kunna utnyttjas. WSP Analys & Strategi har bistått Trafikverket i detta arbete och denna rapport är resultatet av det samarbetet. För det är verkligen frågan om ett samarbete. Viktiga bidrag har lämnats av Skogsstyrelsen, Jordbruksverket och Energimyndigheten. Trafikverket har, förutom leverans och prioriteringsstöd av underlag, deltagit mycket aktivt i arbetet under alla dess faser.

På WSP har Jarl Hammarqvist varit uppdragsansvarig och huvudredaktör. Heide Backman har gjort research och analys avseende arbetsmaskiners teoretiska potential för besparing.

Vi vill tacka beställaren Magnus Lindgren på Trafikverket för det stora förtroende han visat, men inte minst för det stora kunnande han frikostigt delat med sig av.

Vi hoppas att denna rapport bidrar till att arbetsmaskiner kommer upp på klimatbanan och lämnar kostnadseffektiva bidrag till målet ett fossilfritt Sverige 2050.

Stockholm i juni 2012

Fredrik Bergström
Affärsområdeschef
WSP Analys & Strategi

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
1 BAKGRUND	8
1.1 Uppdraget.....	8
1.2 Metod	8
1.3 Rapporten.....	9
2 ARBETSMASKINER OCH KLIMATET	11
2.1 Vad är en arbetsmaskin?.....	11
2.2 Emissioner av klimatgaser	11
2.3 Trend.....	13
2.4 Klimatmål och andra mål	15
2.5 Slutsats:	19
3 MASKINERNAS ANVÄNDNING OCH ANTAL.....	20
3.1 Antal, slag och användning.....	20
3.2 Ägande.....	22
3.3 Ansvariga myndigheter	23
3.4 Om förutsättningar för minskade emissioner.....	24
4 TEORETISK POTENTIAL	29
4.1 Inledning.....	29
4.2 Effektivare maskiner	29
4.3 Effektivare användning av maskiner	31
4.4 Förnybar energi	34
4.5 Det arbetsmaskinsnåla samhället	37
5 BIDRAG TILL MINSKADE EMISSIONER.....	38
5.1 Effekter av utveckling i andra sektorer	38
5.2 Entreprenadsektorn	39
5.3 Jordbrukssektorn	42
5.4 Skogsbrukssektorn	45
5.5 Hushållssektorn	47
5.6 Totalt bidrag från arbetsmaskinkollektivet.....	50
6 AVSLUTANDE BETRÄKTELSE.....	54
BILAGOR	56
REFERENSER	80

Sammanfattning

Bakgrund

Användning av arbetsmaskiner genererar betydande koldioxidutsläpp men fram till nu har ingen brytt sig påtagligt om det. Detta hänger troligen samman med att arbetsmaskiner finns inom flera samhällssektorer och ansvaret för utvecklingen är oklart.

Fordon och arbetsmaskiner har mycket gemensamt såväl tekniskt som hanteringsmässigt. EU har ett mål för transportsektorn som innebär en minskning av klimatgaser med minst 60 procent fram till 2050 jämfört med 1990. För Sverige har ett än ambitiösare mål satts som innebär att transportsektorn ska ha 0-utsläpp av koldioxid detta år och redan 2030 ska fordonsflottan vara fossiloberoende. Motsvarande mål för arbetsmaskiner har inte diskuterats trots de stora likheterna. Klarar transportsidan sina mål utan att en motsvarande utveckling sker hos arbetsmaskiner kommer de senares andel av utsläppen att öka dramatiskt. För EU:s del från motsvarande 18 procent till nästan 50 av utsläppen från transportsektorn, dvs från 1:5 till 1:2.

Arbetsmaskiner används i flera olika samhällssektorer och ett samlat ansvar saknas. Det oklara ansvaret är i sin tur måhända förklaringen till att ett klimatmål för arbetsmaskiner saknas. Denna rapport har tagits fram som ett underlag åt Trafikverket inom ramen för det uppdrag som gavs åt verket angående arbetsmaskiner inom färdplan 2050. Syftet är att belysa vilka möjligheter som står till buds för att minska klimatgasutsläppen och vilka potentialerna är. Korresponderande arbete på fordonssidan Trafikverkets planeringsunderlag för minskad klimatpåverkan har tjänat som utgångspunkt såväl strukturellt som potentialmässigt.

Genomförande

Uppdraget har genomförts genom att utifrån internationella studier och underlag från Jordbruksverket, Skogsstyrelse och Energimyndigheten, identifiera tänkbara insatser för att minska arbetsmaskinernas klimatpåverkan. Dessa insatser aggregerades i potentialområden och analyserades med avseende på den teoretiska potentialen under helt ideala förutsättningar. Nästa steg var att studera de förutsättningar de fyra olika sektorerna; Jordbruk, Skogsbruk, Entreprenad och Hushållssektorn, har för att utnyttja denna potential. Det vill säga få fram den faktiska potentialen, som i praktiken kan ge en minskning av klimatgasutsläppen. De olika potentialområdena var; effektivare maskiner, effektivare användning av maskinerna samt förnybar energi.

Såväl den teoretiska som faktiska potentialen och inte minst vägen dem emellan har varit föremål för diskussion med företrädare inom branschen i de olika sekto-

terna. Dels genom att ett seminarium anordnades för entreprenadsektorn dels genom att tidigare version av rapporten sänts för kommentarer till såväl sektors- som branschföreträdare.

Slutsatser i sammandrag

Arbetsmaskinkollektivet är en brokig skara med stora skillnader inom sig. Som helhet bör det dock kunna prestera en minskning av klimatgasutsläppen i paritet med vad transportsektorn kan åstadkomma. Likhetererna är stora men det finns ett par viktiga skillnader; Förutsättningarna för en kostnadseffektiv användning av alternativa bränslen är större för arbetsmaskiner då dessa generellt sett tankar på ett ställe och någon kostsam infrastruktur för bränslen ej behöver byggas.

Potentialområdet transportsnålt samhälle har förvisso en motsvarighet på arbetsmaskinsidan. Men potentialen för det arbetsmaskinsnåla samhället torde vara påfallande mindre.

Den samlade potentialen för minskad användning av fossila drivmedel inom arbetsmaskiner är likväl avsevärd och bedöms till 45-55 procent 2030 och till 2050 bedöms det vara möjligt att helt eliminera användningen av fossila drivmedel. Störst potential bedöms finnas inom entreprenadsektorn, den sektor som även har de största utsläppen idag. Det hänger samman med att denna sektor har den största potentialen till elektrifiering som i sig hyser mycket stor potential. Jord- och skogsbruk har små förutsättningar till elektrifiering men även där finns stora besparingsmöjligheter, i synnerhet inom den senare. I hushållssektorn kan flertalet små maskiner kunna elektrifieras men det ger mindre effekt då de samlade utsläppen där är relativt sett lägre.

Detta kommer dock inte till stånd av sig själv. De styrmedel som sätts in för att driva utvecklingen inom transportsektorn mot målet kommer visserligen att verka även på arbetsmaskiner men inte fullt ut. Mer måste till!

Följande är det viktigaste att finna styrmedel som verkar mot

- Ett tydligt ansvar för arbetsmaskinernas klimatanpassning
- Utveckling av goda mät- och redovisningsmetoder för bränsleförbrukning.
- Nationell sammanställning av emissioner från arbetsmaskiner från Sverige och andra EU-länder.
- Mål för arbetsmaskiners emissionsminskningar och tillämpning av dessa såväl nationellt som sektoriellt.
- Harmonisering av bränsleskatt
- Ökad tillgång på förnybara drivmedel inklusive maskiner och infrastruktur
- Utbildning i energieffektivitet för maskinförare på gymnasieskola.
- Kunskapsstöd inom ramen för branschorganisationernas och myndigheters verksamhet.
- Upphandling som premierar verifierbart bränslesnåla tjänster.

- Miljömärkning av arbetsmaskiner utifrån klimatprestanda inom hushållssektorn.

1 Bakgrund

För att nå det så kallade 2-gradersmålet har mål satts såväl för utsläpp av klimatgaser i Sverige totalt som för olika sektorer. Arbetsmaskiner är inte någon sektor utan delar av andra och inga speciella mål har satts för dem. Deras samlade klimatpåverkan är dock ansevärd och förbättringspotentialen kan antas vara i paritet med den inom transportsektorn. Inom ramen för Färdplan 2050 har detta uppmärksamats och ansvaret för att utreda frågan och föreslå åtgärder inom arbetsmaskinkollektivet lagts på Trafikverket.

1.1 Uppdraget

På uppdrag av Trafikverket sammanställer WSP befintligt och under arbetet framtaget material med bäring på bränsleförbrukning från arbetsmaskiner och hur denna kan sänkas. Bland det material som inkommit under arbetet är de bedömningar som gjorts av Jordbruksverket, Skogsstyrelsen och Energimyndigheten speciellt viktiga att framhålla, då de är dedicerade underlag till detta arbete.

Underlaget analyseras och värderas med avseende på vilket faktiskt bidrag till klimatmålet som är rimligt att anta från arbetsmaskiner år 2030 och 2050 såväl sammantaget som för de fyra ingående segmenten; entreprenad, jordbruk, skog och hushåll.

1.2 Metod

Den metodik som använts för att komma fram till potentialerna för de olika segmenten består av följande steg:

1. De åtgärder i vid mening som i underlagsmaterialet uppges ha potential listades och dess teoretiska potential bedömdes genom att befintliga bedömningar jämkades och värderades. Med teoretisk potential menas vad som är tekniskt möjligt att uppnå i ett idealt tillstånd. Med jämkning menas här att finna ett rimligt värde i fall där bedömningar i underlaget gick kraftigt isär.
2. Åtgärderna aggregerades därefter i de tre potentialområdena:
 - a. Effektivare maskiner (=ökad teknisk verkningsgrad)
 - b. Effektivare användning (körsätt, logistik mm)
 - c. Förnybar energi

Även här skedde en analys för att undvika dubbelräkning då åtgärder inom a och b delvis utnyttjar samma potential. Exempelvis slåss den tekniska åtgärden hybridisering om delvis samma potential som körsätt.

Resultatet av detta utgör 100 procent av den teoretiska potentialen och därmed basen för fortsatt analys om vad som är möjligt att uppnå totalt i samtliga fyra sektorer. De följande stegen består därför av det måhända lätt deprimerande men helt nödvändiga arbetet att skruva ned förväntningarna till det praktiskt möjliga för respektive sektor.

3. Respektive sektors tekniska förutsättningar för att nyttja potentialen värderades. Exempelvis står elektrifiering för en stor del av potentialen inom effektivare maskiner men denna potential kan bara delvis utnyttjas inom vissa sektorer (entreprenad- och hushållssektorn) och knappast alls inom andra (skogssektorn)
4. Därefter bedömdes åtgärdernas tillämpbarhet utifrån graden av kommersiell tillgänglighet. Somt kan tillämpas direkt medan annat befinner sig på laboratorier. I detta steg sattes dels ett årtal då åtgärdsområdet fanns framme, dels gjordes en bedömning av hur färdigt det då var.
5. Den högsta hastigheten i införandet bedömdes därefter genom att beakta utbytestakten för de viktigaste maskinslagen i de olika sektorerna. Här skiljer ju sektorerna sig avsevärt åt. Vissa entreprenadmaskiner går exempelvis mycket och har en kort avskrivningstid medan en jordbrukstraktor har lång livslängd och den gamla blir dessutom ofta kvar vid en nyinvestering.
6. Därefter gjordes en bedömning av i hur hög grad denna högsta hastighet kan antas ske. Det är ju långt ifrån självklart att alla i varje given situation köper (i energiavseende) bästa tillgängliga produkt.
7. Resultatet förelades representanters för samtliga sektorer (förutom hushållssektorn som saknar företrädare) Samtliga sektorer delade på det hela taget synen på den teoretiska potentialens storlek. Entreprenadsektorn hade däremot synpunkter på hur denna kan nyttiggöras. Detta föranledde justeringar inom entreprenadsektorns bidrag år 2030.

Denna metodik har använts fullt ut för de båda potentialområdena; *Effektivare maskiner* och *Effektivare användning*. För *Förnybar energi* har en delvis annan metodik använts. Problematiken är ju här en annan. Å ena sidan kan samtliga dieselmotorer redan i dag drivas med fettsyrametylestrar (FAME) eller andra förnybara dieselsubstitut. Å andra sidan räcker dessa inte till detta, det finns inget bränsle alls att tillgå. Tillgången på hållbara bränslen som direkt kan nyttjas för dieselmotorer är inom ramen för 2050-arbetet redan intecknad av transportsektorn. Däremot finns det bränslen (alkoholer och biogas) att tillgå för att driva bensinmotorer vilka spelar en marginell roll bland arbetsmaskiner. Vi har därför antagit att en del av dessa bränslen likväl används inom transportsektorn och att dieselsättare då frigörs som kan nyttjas för arbetsmaskinerna. Vi har även antagit att låginblandning av hållbara bränslen kommer att vara densamma som för vägtransportsektorn vilket de rimligen kommer att bli av praktiska skäl.

1.3 Rapporten

I kapitel 2 beskrivs arbetsmaskinernas klimatpåverkan, vad som menas med arbetsmaskiner, hur de sammantaget påverkar klimatgasemissionerna och hur detta kan utvecklas framgent.

I kapitel 3 ges en orientering av var de finns i vilket antal, vem som äger och hur ansvaret för dem fördelas. Här förs även en diskussion om de förutsättningar som finns för att åstadkomma förbättringar.

I kapitel 4 redovisas de grupper av åtgärder som kan tänkas vara aktuella för att minska arbetsmaskiners klimatpåverkan samt dessas teoretiska potential.

I kapitel 5 analyseras de olika sektorernas förutsättningar att bidra närmare och en skattning görs av de bidrag respektive sektor kan stå för. Avslutningsvis listas i kap 6 ett antal åtgärder och styrmedel som bör till för att driva på arbetsmaskinernas klimatanpassning.

2 Arbetsmaskiner och klimatet

2.1 Vad är en arbetsmaskin?

Den juridiska definitionen av arbetsmaskiner (eller mobil maskin som det kallas i regelverken) är:

En transportabel industriell utrustning, eller ett mobilt fordon med eller utan karosseri som inte är avsett att användas för transporter på väg av personer eller gods.

En ganska vid definition som synes. Då det står transportabel och inte något som för egen maskin transporterar sig, räknas även motorredskap till arbetsmaskiner. Till gruppen (motorer för) mobila maskiner räknas i juridisk mening även lok, motorvagnar och fartyg för inre vattenvägar, vilket vidgar definitionen ytterligare.

Kraftigt förenklat kan man säga att till arbetsmaskiner räknas alla fordon, maskiner och utrustningar som inte är vägfordon och som kan förflyttas. Stationära motorer har inte inkluderats.

Vanliga typer av arbetsmaskiner är

- Gula maskiner eller entreprenadmaskiner så som hjullastare, dumprar och grävmaskiner.
- Traktorer och skördetröskor.
- Skotare och skördare.
- Hjälpmotorer som finns i vanliga vägfordon. Exempel på hjälpmotorer är de små dieselmotorer som driver kylaggregaten eller kranar på lastbilar.
- Transportabla redskap som kompressorer, elaggregat, kompaktorer mm.
- Trädgårds- och skogsredskap, t.ex. gräsklippare, häcksax, trimmer, röj- och motorsåg.
- Till arbetsmaskiner räknas även delar av terrängfordonen så som snöskotrar och vissa 4-hjulingar.

Till kollektivet arbetsmaskiner hör definitionsmässigt även delar av inlandssjöfarten, t.ex. Trafikverkets färjor.

2.2 Emissioner av klimatgaser

Den enskilt största utsläppskällan är vägtrafiken som svarar för närmare 40 procent av koldioxidutsläppen i Sverige. Enligt Sveriges officiella rapportering till EU och FN:s Klimatkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change) var utsläppen av klimatgaser från arbetsmaskiner ca 4 miljoner ton koldioxidekvivalenter under 2010. Till detta räknas både arbetsmaskiner, redskap och snöskotrar, oberoende av inom vilken sektor som maskinerna och redskapen använts. Om redskapen och snöskotrarna undantas släpper arbetsmaskinerna ut cirka 3,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter, varav 177 ton CH₄ (metan) 1 238 ton N₂O (lustgas).

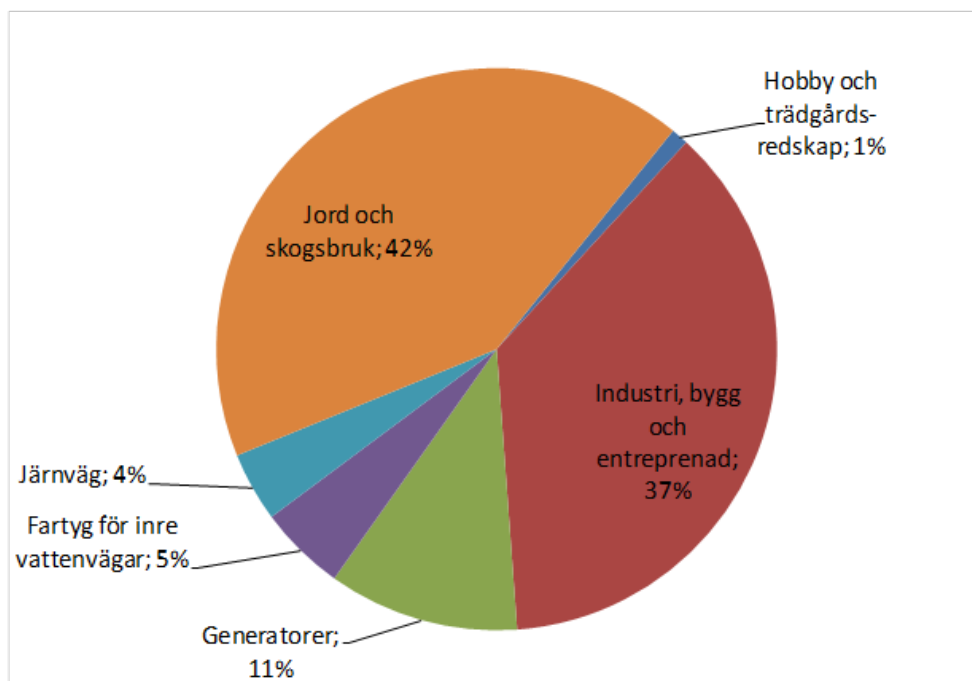
Arbetsmaskiner står för cirka 6 procent av de totala utsläppen av koldioxid i Sverige. Drygt var tjugonde fossil kolatom som seglar ut i det svenska lufthavet kommer alltså från en arbetsmaskin. Det vill säga emissioner i samma storleksordning som den från tunga godstransporter i fjärrtrafik.

I underlaget till Sveriges officiella rapportering till EU och FN:s Klimatkonvention delas utsläppen och därmed användningen av arbetsmaskiner in i fyra olika sektorer.

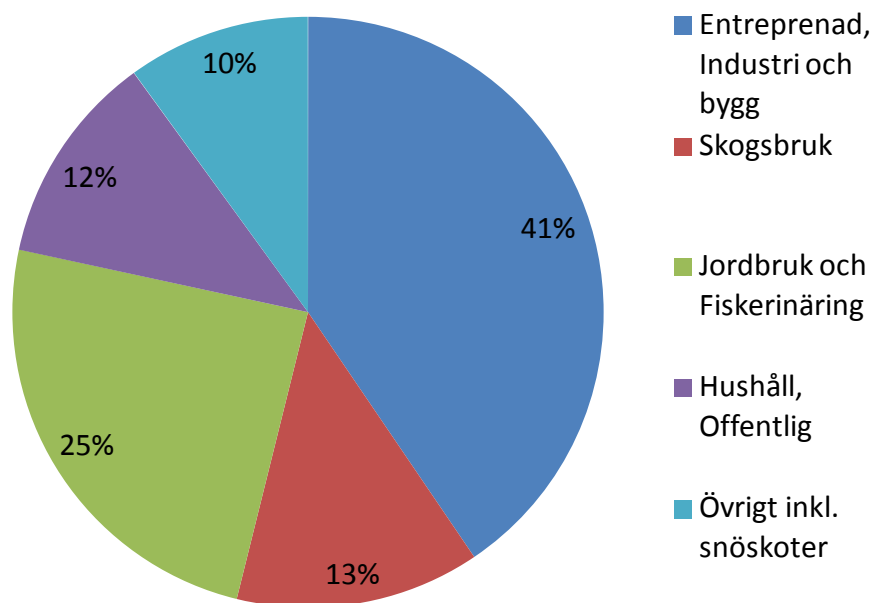
- Entreprenadsektorn
- Jordbruk
- Skogsbruk
- Hushåll

Arbetsmaskinernas klimatpåverkan redovisas därmed som en (ej alltid urskiljbar) del av respektive sektors klimatpåverkan.

För EU som helhet fördelar sig arbetsmaskinernas förbrukning av fossila bränslen och därmed klimatpåverkan på olika sektorer enligt nedan.



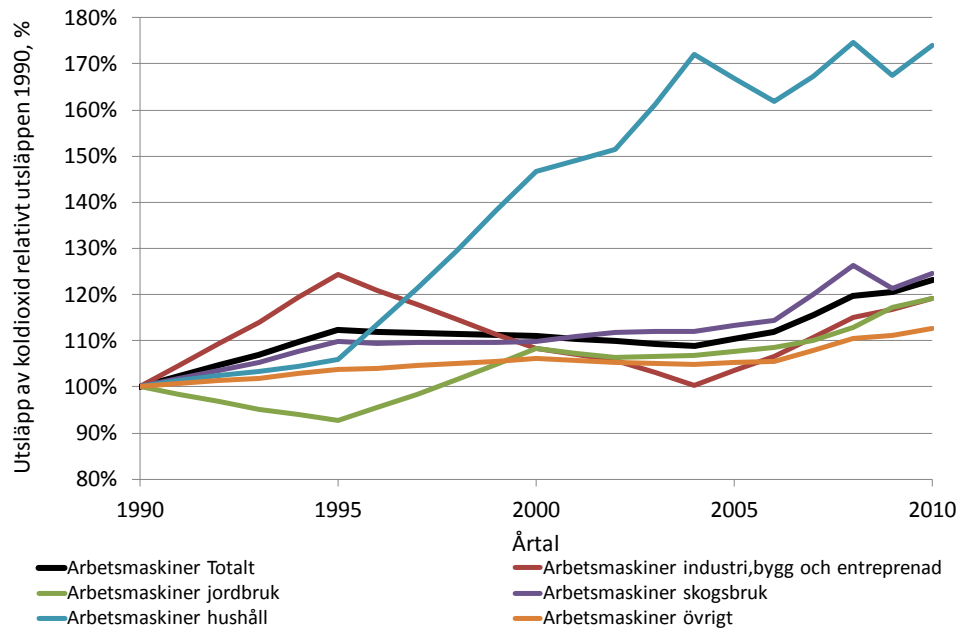
För Sverige, med sitt stora skogsbruk och relativt lilla jordbruk fördelar sig procentsatserna lite annorlunda:



2.3 Trend

Vi har tidigare sett att arbetsmaskiner i Sverige står för ca 6 procent av de nationella utsläppen av CO₂ eller motsvarande 1/5 av utsläppen från transportsektorn. För EU är siffrorna likartade, motsvarande 18 procent av utsläppen från transportsektorn. En andel att beakta såväl ur ett europeiskt som svenskt perspektiv med andra ord.

Utsläppen från arbetsmaskiner uppvisar en svagt ökande trend. Utsläppen av CO₂-ekvivalenter har ökat med drygt 20 procent eller 700 ton sedan 1990. Störst relativ ökning har skett inom hushållssektorn som har ökat med över 70 procent. I absoluta tal motsvarar det 170 ton CO₂-ekvivalenter. För övriga sektorer ligger ökningen runt 20 procent.



För att nå det sk. 2-gradersmålet har klimatmål satts såväl för utsläpp av klimatgaser totalt som för olika sektorer. Då arbetsmaskiner inte är någon sektor utan delar av andra, har inga speciella mål satts för dem. Vilket även har resulterat i att det inte finns några specifika åtgärder eller styrmedel för att minska utsläppen av klimatgaser från arbetsmaskinerna.

Exempelvis har EU ett mål för transportsektorn som innebär en minskning av klimatgaser med minst 60 procent fram till 2050 jämfört med 1990. För Sverige har ett än ambitiösare mål satts som innebär att transportsektorn ska ha 0-utsläpp av koldioxid detta år och redan 2030 ska vägtrafiken vara fossiloberoende och hänsynsmålets precisering på klimat talar om ett brutet fossilberoende inom transportsektorn. Ett motsvarande mål för arbetsmaskiner diskuteras inte trots att det handlar om samma eller snarlika dieselmotorer, samma drivmedel och snarlika möjligheter att förändra förarbeteende. Det är med andra ord å ena sidan rimligt att anta ett visst spill från utvecklingen inom transportsektorn till arbetsmaskiner som innebär att bränsleförbrukningen sjunker. Å andra sidan är denna utveckling inte självklar då det dels i dagsläget saknas direkta drivkrafter, dels finns en risk för att arbetsmaskinsektorn blir en elefantkyrkogård dit gammal utprövad teknik kommer att kanaliseras.

Om ansträngningarna för att nå satta klimatbeting till 2050 kröns med framgång utan att offensiva mål satts för arbetsmaskinerna kommer dessas andel av utsläppen då ha ökat dramatiskt. För EU:s del från motsvarande 18 procent till nästan 50 av utsläppen från transportsektorn, dvs från 1:5 till 1:2. För Sveriges del har mer ambitiösa mål satts för transportsektorn än i EU, tex fossiloberoende fordonsflotta som har tolkats som 80 procent lägre utsläpp till 2030 av Trafikverket. Detta skulle

innebära att utsläppen från arbetsmaskiner 2030 är lika stora som utsläppen från hela transportsektorn.

2050 ligger förvisso bekvämt långt bort. För Sveriges vidkommande förväntas dock mycket ha skett fram till 2030 då vi ska ha en fossiloberoende fordonsflotta. Då en mycket stor del av arbetsmaskinerna är fordon och samtliga tekniskt har mycket gemensamt med fordon är det rimligt att räkna in dem i en fordonsflotta. Därmed skulle samma krav på effektivisering, teknisk utveckling av såväl fordonet/maskinen som bränslet gälla såväl fordon som arbetsmaskiner. Så är det inte idag.

2.4 Klimatmål och andra mål

- För hälsovådliga avgasutsläpp och buller finns sedan många år mål för arbetsmaskiner. Ett system med ständig förbättring likt det som finns för tunga fordon, finns även för arbetsmaskiner i form av de sk EU-stegen. Det finns inom EU även ett arbetsmaskinsdirektiv som övergripande reglerar säkerheten för användaren och närmaste omgivningen. För vägfordon finns det flertalet mål med anknytning till klimat, vilka sannolikt även skulle kunna ha kopplingar mot arbetsmaskiner

Transportpolitiska mål

Det övergripande målet för transportsektorn som beslutades 2009 är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet. Det övergripande målet har brutits ner i ett hänsynsmål och ett funktionsmål. Enligt funktionsmålet ska transportsystemet ge alla en grundläggande tillgänglighet med god kvalitet och användbarhet samt bidra till utvecklingskraft i hela landet. Transportsystemet ska även vara jämställt. Enligt hänsynsmålet ska transportsystemet och dess användning anpassas så att ingen dödas eller skadas allvarligt samt bidra till att miljökvalitetsmålen uppnås och till ökad hälsa.

Till målen finns flera preciseringar. Hänsynsmålets precisering med avseende på klimat lyder:

Transportsektorn bidrar till att miljökvalitetsmålet begränsad klimatpåverkan nås genom en stegvis ökad energieffektivitet i transportsystemet och ett brutet beroende av fossila bränslen. År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.

Syftet med denna precisering är att transportsystemet ska tillgodose en god tillgänglighet samt fylla behovet av resor och transporter på ett sätt som stimulerar till mer klimatsmarta, energieffektiva och säkra lösningar och skapar goda förutsättningar för sådana.

Nationella miljö kvalitetsmål

Det nationella miljö kvalitetsmålet om begränsad klimatpåverkan anger att ”halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig”. Riksdagen har även beslutat om visionen att Sverige år 2050 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser. Detta är ett generellt mål som även har inverkan på arbetsmaskiner

Fossiloberoende fordonsflotta 2030

Brutet beroende av fossila bränslen gäller samtliga trafikslag och är ett långsiktigt ej tidssatt mål. Målet om fossiloberoende fordonsflotta till 2030 gäller vägtrafik och kan ses som en följd av den första delen av hänsynsmålets precisering på klimat. Att nå miljö kvalitetsmålet för begränsad klimatpåverkan, och därmed tvågradersmålet, ställer stora krav. Till 2030 behöver då vägtrafikens beroende av fossila bränslen i Sverige och internationellt minska kraftigt.

Målet om en fossiloberoende fordonsflotta är inte definierat. Trafikverkets tolkning är att det handlar om att kraftigt reducera vägtrafikens beroende av fossila bränslen jämfört med idag. För att åstadkomma detta räcker det inte med energieffektivare fordon och förnybara drivmedel. Det krävs även åtgärder och styrmedel för att minska mängden resor och transporter samt för att påverka sättet att genomföra dem.

Mål till 2020

Utöver preciseringen på klimat i hänsynsmålet finns flera nationella mål för 2020 som är vägledande för arbetet med att begränsa klimatpåverkan från transportsektorn:

- 10 procent förnybar energi i transportsektorn
- 20 procent effektivare energianvändning
- 40 procent minskning av utsläppen av klimatgaser.

De två första målen bygger på motsvarande EU-mål och gäller alla länder inom unionen. Det sista målet är ett nationellt mål för den del av Sveriges totala utsläpp som inte ingår i EU:s handelsystem för utsläppsrätter. Det innebär att väg, järnväg, inrikes sjöfart och arbetsmaskiner ingår i målet. Flyget, både inrikes och utrikes, ingår däremot i EU:s handelssystem för utsläppsrättigheter. Utrikes sjöfart ingår inte i de nationella utsläppen och omfattas därmed inte heller av målet.

EU-kommissionens vitbok om transporter

I EU-kommissionens vitbok om transporter anges som mål att transportsektorn ska minska utsläppen av växthusgaser med 20 procent till 2030 och med 70 procent till 2050 jämfört med 2008. Utsläppsmålen i vitboken utgår från ”Roadmap to a low

carbon economy”. Utgångspunkten där är att de globala utsläppen av växthusgaser bör halveras till 2050 och att EU bidrar till detta genom att minska sina utsläpp med 80 - 95 procent. Utsläpp från arbetsmaskiner nämns inte en enda gång, varken i vitboken eller i färdplanen.

-
- Klimat och energi regleras som tidigare nämnts via EU-direktiv och inte minst finns det svenska mål inom området. Dock finns inget specifikt mål eller regelverk som pekar ut vad arbetsmaskiner förväntas bidra med och än mindre krav i detta avseende.

Sammanfattande klimatmål för arbetsmaskiner

Klimat och energi har alltså inte samma tydliga koppling mot arbetsmaskiner som övriga mål. Där skiljer sig arbetsmaskiner helt från transportsektorn där detaljerade mål och rekommendationer finns på flera nivåer. Detta dels inom ramen för EU:s vitbok, mål för alternativbränsleandel, för genomsnittlig förbrukning av nya fordon men även inom ramen för det svenska klimatmålet.

Arbete inom andra områden

I skrivande stund pågår två utredningar med stor betydelse för det svenska klimatarbetet. Dels Kapacitetsutredningen som ska ligga till grund för utformningen av det svenska transportsystemets utveckling, dels Färdplan 2050 som ska staka ut vägen mot det 2050 där emissionerna av klimatpåverkande ämnen ska vara nära noll och där det mer närliggande 2030 ska hysa en fossiloberoende fordonsflotta.

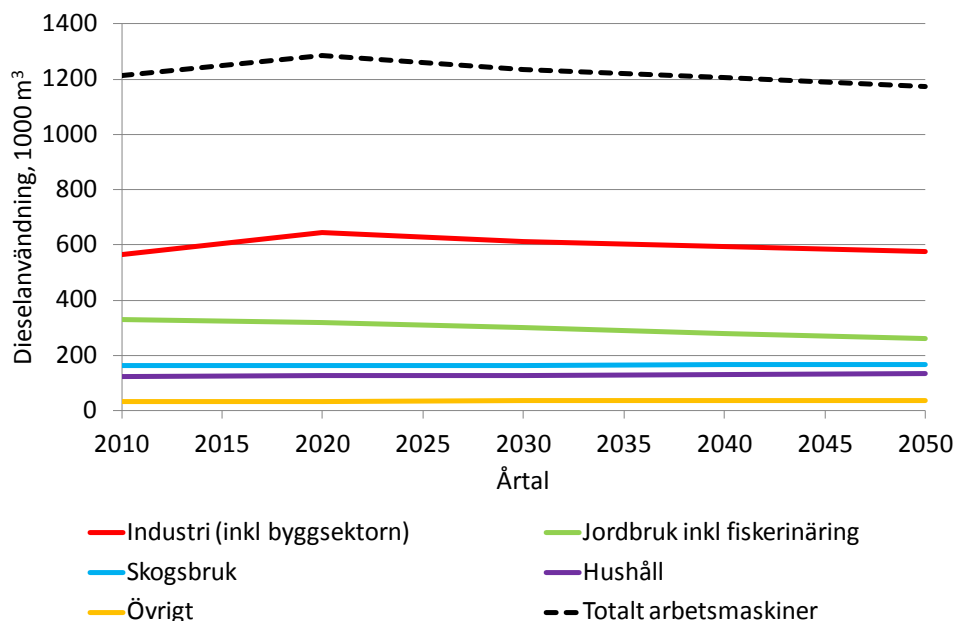
Trafikverket har en tung roll i båda dessa arbeten. Det första är man huvudman för och det andra har man ansvaret för transportdelarna i. Kapacitetsutredningen behandlar endast arbetsmaskiner flyktigt då de ej är en självklar del av transportsystemet. Färdplan 2050 däremot har ett bredare anslag och täcker samtliga samhällssektorer. Här är dock upplägget just utifrån samhällssektorer och arbetsmaskinerna tillhör ju som nämnts flera av dessa. För att inte detta segment ska hamna mellan stolarna har Trafikverket fått ett samlat ansvar för att arbetsmaskinerna får en adekvat behandling inom ramen för 2050-arbetet.

Stora arbetsmaskiner liknar tunga fordon i mycket. I många fall härrör motorerna från tunga fordon, om än modifierade för den aktuella användningen i arbetsmaskiner. Det finnas även många kopplingar mellan motortillverkare för tunga fordon och för arbetsmaskiner. Rent tekniskt och hanteringsmässigt torde en likartad utveckling kunna ske med dem som för tunga fordon.

Samma tydliga koppling finns inte mellan lastbilstillverkare och arbetsmaskinstillverkare, även om det även här finns aktörer som tillverkar båda typerna av produkter. Det är däremot troligt att erfarenheter och kunskap rörande transmissioner,

hydraulik, elektronik och andra strategier utvecklade för den tunga sektorn kommer till gagn även för arbetsmaskiner.

Det saknas som sagt tydliga klimat och energimål för arbetsmaskiner, men Energimyndigheten har tagit fram en långsiktsprognos för utsläpp från arbetsmaskiner inom ramen för färdplan 2050. Prognosen omfattar dieselförbrukning inom sektorerna industri, bygg, jordbruk och skogsbruk, dock är trenden för CO₂ och energi-användning densamma.



Jordbruksektorn antas minska relativt kraftigt, drygt 20 procent som en följd av minskad mängd odlad areal medan dieselanvändningen är förhållandevis konstant i övriga sektorer efter en topp 2020. Det är rimligt att anta att den trenden även kan appliceras på andra sektorer. För hushållssektorn har utsläppen historiskt sett ökat kraftigt, samtidigt som antalet elektrifierade produkter ständigt ökar.

I Trafikverkets bedömningar av transportsektorns utsläpp finns tre huvudscenarion beskrivna:

- Utveckling baserat på redan beslutade åtgärder och styrmedel, men inga nya
- Transportsystemet och samhället 2030 där de svenska målen nåtts, framförallt målet om fossiloberoende fordonsflotta.
- Transportsystemet och samhället 2030 där EU:s mål har nåtts, baserat på antingen transportsnålt samhälle eller med fokus på teknik

Om inga nya beslut tas kommer utsläppen från transportsektorn sakta att börja öka igen som ett resultat av ökat trafikarbetet. Uteblivna effekter inom transportsektorn innebär givetvis att inget kan spilla över till arbetsmaskinerna.

I de båda andra scenarierna antas användandet av fossil energi att minska med mellan 80 procent och 45 procent jämfört med 2004, där den lägre siffran härrör till EU:s mål utifrån ett transportsnålt samhälle. Ett transportsnålt samhälle står för ca 40 procent av minskningen, där det rimligen inte finns några stora analogier med arbetsmaskinsektorn. Effektivare fordon har bedömts ha en potential mellan 30 procent och 60 procent beroende på scenario (högst i EU:s mål med fokus på teknik). Den tekniska utvecklingen mot effektivare fordon och effektivare användning av fordon inom transportsektorn kommer sannolikt även att komma till gagn för arbetsmaskiner även i frånvaro av specifika mål för arbetsmaskiner.

En betydande anledning till att förvänta sig ett överspill från transportsektorn är den ökande kostnaden för fossila drivmedel. Höga bränslepriser slår lika hårt mot användare inom arbetsmaskinsektorn som inom transportsektorn. Detta förutsätter givetvis att regeringen fortsätter på inslagen linje att utjämna skillnaderna i beskattning och inte tar några beslut som leder till lägre drivmedelspriser inom olika arbetsmaskinsektorer jämfört med inom transportsektorn.

2.5 Slutsats:

- Arbetsmaskiner är en brokig skara med skiftande förutsättningar för att spara bränsle av såväl tekniska, ekonomiska och strukturella skäl
- En stor del av arbetsmaskinerna är fordon, om än inte vägfordon. De har dessutom generellt mycket gemensamt med fordon. Det är därför rimligt att de på något vis ska omfattas av målet fossiloberoende 2030.
- Arbetsmaskiner står sammantaget för en ansevärd del av såväl energi- och dieselförbrukning som CO₂-emission.
- Detta bokförs dock på (minst) fyra samhällssektorer och sticker därför inte så i ögonen.
- Arbetsmaskinernas bidrag till sektorernas klimatpåverkan är ej enkelt urskiljbar men bedöms likväl stå för en ansevärd del i de sektorer (jordbrukssektorn möjligen undantagen) där de används
- Specifika klimatmål för arbetsmaskiner finns inte. Det innebär en risk att arbetsmaskinernas andel kommer att öka kraftigt då andra emitterare uppnår de mål som satts för dem.

3 Maskinernas användning och antal

3.1 Antal, slag och användning

I Sverige finns runt 300 000 större dieseldrivna arbetsmaskiner. De flesta, ca 200 000, är traktorer. Traktorn kan betraktas som en universell redskapsbärare vilken i princip återfinns inom samtliga samhällssektorer. Vanligast förekommande är dock traktorerna inom jordbruks- och hushållssektorn. Den svenska arbetsmaskinsparken har en förhållandevis hög medelålder, där mer än 40 procent av maskinerna är 25 år eller äldre. Dessa maskiner bedöms dock inte användas så frekvent utan representerar snarare en reservkraft eller till och med en grupp samlarföremål.

Entreprenadmaskiner, svarar för drygt 40 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner. Till entreprenadmaskiner räknas arbetsmaskiner verksamma inom bygg, anläggning och industri, i princip alla hjullastare, grävmaskiner dumprar etc. Jordbruket och skogsbruket följer med 24 respektive 13 procent. I tabell 1 redovisas förbrukning och utsläppen av koldioxidekvivalenter från respektive sektor ovan. I kategorin Övrigt återfinns bland annat snöskotrar och hjälpmotorer inom transportsektorn (t.ex. motor som driver kylaggregat för kyltransporter).

Sektor	Drivmedels- Förbrukning (TWh)	Utsläpp av kol- dioxid- ekvivalenter (1000 ton)	Procent av ut- släpp från ar- betsmaskiner
Entreprenad	5,5	1 630	41
Jordbruk och fiskerinäring	3,4	990	24
Skogsbruk	1,9	540	13
Hushåll	1,6	470	12
Övrigt	1,5	400	10
Totalt	13,9	4 030	

Det förekommer stora skillnader i användningen av maskinerna inom entreprenadsektorn, jordbruket och skogsbruket. Inom skogsbruket används maskinerna mycket intensivt. Det är inte ovanligt att en maskin kan gå mer än 3 500 timmar per år. Däremot används maskinerna i regel inte längre än 7 år innan de antingen skrotas eller säljs till en andrahandsmarknad med betydligt färre driftstimmar. Antalet maskiner är ganska begränsat, men i och med den intensiva användningen av maskinerna i kombination med stora motoreffekter blir de totala utsläppen av koldioxid relativt stora.

Jordbrukssektorn är i mycket den totala motsatsen till skogsbrukssektorn. Här finns ett mycket stort antal maskiner som används relativt lite. Jordbruket karakteriseras även av att maskinföraren oftast inte är maskinförare på heltid utan snarare en mångsysslare som ska uppfylla en rad olika sysslor samma dag. En ny traktor används i genomsnitt 600 timmar per år, dock är variationen stor. En del av traktorerna används även inom andra sektorer och då har utsläppen förts till den sektorn. Att utsläppen av koldioxid från jordbruket är större än från skogsbruket trots de låga drifttiderna förklaras av det stora antalet maskiner, främst traktorer men även skördetröskor.

Den sektor som har de högsta utsläppen av koldioxid inom gruppen arbetsmaskiner är entreprenadsektorn. I likhet med skogsbruket karakteriseras entreprenadsektorn av en hög grad av industrialisering, en förare av en entreprenadmaskin är i de flesta fall en yrkesförare. Trots att entreprenadmaskinerna motsvarar mindre än 30 procent av det totala antalet större dieseldrivna arbetsmaskiner släpper dessa maskiner ut mer än 40 procent av den totala mängden koldioxid från samtliga arbetsmaskiner i Sverige.

Inom respektive sektor kan ett antal olika maskintyper identifieras som extra intressanta ur deras potential för minskade utsläpp av koldioxid. Detta urval kan göras genom en rad olika variabler så som:

- Stora utsläpp per maskinslag
- Stora utsläpp per maskin/förare
- Ägarförhållanden
- Företagarstruktur
- Befintliga kanaler för informationsspridning

Maskiner som ej behandlas i studien

Trafikverkets färjor (och viss annan inlandssjöfart)

Dessa ligger i gränslandet mellan arbetsmaskiner och den egentliga transportsektorn. De är definitionsmässigt arbetsmaskiner men skiljer sig så avsevärt från andra i detta kollektiv att de bör behandlas separat, men inte glömmas.

Totalt använder Trafikverket färjor 11 miljoner liter diesel och 5 GWh el. Mål för minskning av emission och energianvändning ska finnas inom ramen för rederiets miljöledningsarbete och ingår också i Trafikverkets styrkort.

Här har sedan länge en utveckling mot elektrifiering och hybridteknik pågått men säkerligen finns en hel del mer att göra. De kan dessutom i många fall ersättas av broar vilket dock som klimatåtgärd är en mycket dyr lösning. Utöver tekniska lös-

ningar finns stor potential i bränslebesparing genom ecoshipping (sjöfartens variant på sparsam körning) vilket just nu införs på Trafikverkets frigående färjor.

Snöskotrar och andra terrängskotrar

Dessa maskiner befinner sig i gränslandet mellan fordon och arbetsmaskin. Deras samlade bränsleförbrukning är avsevärd och antalet maskiner är ökande. De är med andra ord viktiga för klimatmålet men faller likväl utanför ramen för denna studie. Det vi gjort är att inkludera deras emissioner i totalen för hushållssektorn men någon utredning av besparingspotentialen har ej genomförts.

Obligat spårburna arbetsmaskiner

Maskiner som är utformade för att endast arbeta på spår kan ej urskiljas i statistiken och ingår därför ej i denna studie. De KAN ingå i järnvägens/transportsektorns samlade förbrukning men det är inte säkert. Deras samlade bidrag kan dock anses ringa. Arbetsmaskiner anpassade för att gå såväl på räls som på mark (vilket är det vanliga) ingår däremot i studien.

3.2 Ägande

Arbetsmaskiner ägs av brokig skara men följande grova uppdelning av de professionella användarna är relevant i detta sammanhang.

Stora maskinentreprenörer. Äger maskinparker och har anställda förare. Ex anläggningsentreprenörer och DoU-entreprenörer med egna maskiner, maskincentraler inom jordbruket. Förare som är närmast experter på en viss maskin och dess användning. Dock saknas direkt koppling mellan bränslesparande och ekonomi. Maskinerna används mycket och förare kör mycket. Nyinvesteringstakten är hög.

Denna typ finns inom entreprenadsektorn men finns även inom jordbrukssektorn i form av maskincentraler.

Små maskinentreprenörer. Äger en eller ett fåtal maskiner som denne kör själv och är expert på att bruka. Ex skogsentreprenörer, underentreprenörer till gruppen ovan. Såväl maskiner som förare används flitigt. En direkt koppling mellan besparing och ekonomi finns. Nyinvesteringstakten är måttlig till hög.

Denna typ finns inom såväl inom jordbruks- entreprenad- , som skogsbrukssektorn. I de två senare är den det dominerande ägarskapet, inom jordbruket är det mindre vanligt..

Måttlighetsbrukare. Äger (eller hyr) ett större eller mindre antal maskiner man själv eller någon närstående brukar. Ex brukare av mindre gårdar, (vissa) små skogsägare. Nyinvesteringstakten är låg och det är vanligt är att detta sker med begagnade maskiner.

3.3 Ansvariga myndigheter

Naturvårdsverket

Här ligger det övergripande ansvaret för Sveriges arbete mot klimatmålen. Här ligger därmed ansvaret för helheten i färdplan 2050.

Transportstyrelsen

Ansvarar för genomförande av EU:s avgas- och bullerdirektiv för arbetsmaskiner. Direktiven styr arbetsmaskinernas emissioner av reglerade luftföroreningar och buller. Direktiven har ingen direkt koppling till klimatfrågan.

Transportstyrelsen har dock likt alla andra myndigheter inom transportsektorn att beakta och verka i enlighet med de transportpolitiska målen där såväl god miljö som klimatanpassning finns med.

Trafikverket

I kraft av sin dominerande roll inom upphandling av entreprenader och det miljöpolitiska delmålet inom det transportpolitiska målet (även) för att arbetsmaskiner utvecklas i önskad riktning. Förefaller även ha ett mer diffust övergripande ansvar för detta vilket illustreras av att arbetsmaskinernas del i 2050 lagts på Trafikverket att behandla samt huvudansvaret för regeringsuppdraget rörande sparsam körning för arbetsmaskiner gavs till Trafikverket att genomföra tillsammans med Skogsstyrelsen och Jordbruksverket.

Jordbruksverket och Skogsstyrelsen

Ansvarar för att dessa båda sektorer utvecklas i enlighet med satta mål. Bland dessa mål finns såväl klimat som energi. I detta ingår naturligtvis även ett ansvar för arbetsmaskinerna inom sektorn men något specifikt har ej pekats ut i anslutning till detta.

Arbetsmiljöverket

Har ett övergripande ansvar för arbetsmiljöfrågor. Kopplingen till arbetsmaskiner finns därmed med avseende på ergonomi och säkerhet men även avseende luftföroreningar och buller som drabbar förare och andra på en arbetsplats.

Boverket

Har ett övergripande ansvar för byggandet och dess regelverk, dock inget ansvar för bygg- eller entreprenadsektorn.

Slutsats

Ingen myndighet har utpekat ansvar för arbetsmaskinernas klimatpåverkan.

3.4 Om förutsättningar för minskade emissioner

Teknisk utveckling av maskiner

Motorer och drivlina utvecklas ständigt och energieffektivitet är ett område i fokus. Mycket har skett men mycket återstår att göra för att öka verkningsgraden. Konventionella motorkoncept kan göras snålare, hybridteknik och elektrifiering utvecklas för arbetsmaskiner, drivlinan effektiviseras mm. Även maskinerna kan göras effektivare, exempelvis minskade förluster i hydrauliken som driver redskapen och utformningen av redskap. Detta område utvecklas vidare i kap 4 och 5.

Alternativa bränslen

Ett alternativt bränsles viktigaste egenskaper i detta avseende är dess ursprung, den tillgängliga mängden och klimatreduktionen. Med bränslen som har ett lågt fossilinnehåll kan man minska utsläppen av koldioxid men detta är endast kostnadseffektivt om tillgången på råvaran är god så att bränslet räcker en bit och kan tillverkas till rimlig kostnad. Via direktiv 2009/28/EG och 2009/30/EG ställer EU krav på förnybara bränslen bland annat avseende markanvändning, utsläpp av klimatgaserna och spårbarhet.

Bränslen kan vara ägnade att direkt ersätta eller blandas i ett befintligt bränsle. Inga eller endast smärre modifikationer behöver göras för att de ska kunna användas i befintlig maskinpark, så kallade drop-in bränslen. Fettsyrastrar som ersättning i dieselmotorer och alkoholer i ottomotorer är exempel på detta.

En annan grupp av bränslen kräver mer omfattande modifiering av motorn. Biogas är ett exempel på detta, men även drift av dieselmotorer med etanol och andra alkoholer.

En tredje väg att gå är med helt andra motorkoncept. Här är elmotorer det bästa exemplet. Eldrift innebär inte bara en ökad verkningsgrad utan gör det även möjligt att nyttja klimatneutrala energikällor, som vind, vatten mm. Dessa kan konventionella motorer ej använda.

Detta område utvecklas vidare i kap 4 och 5.

Arbetsplanering och snålt körsätt

Maskiner kan framföras på mer eller mindre energieffektivt sätt. Dels genom körsättet i sig, dvs genom hur gasreglage och växellåda hanteras och tomgång används, dels genom att genom arbetets planering minska maskinernas gångtider. Inom transportssektorn talas det om en arbetsplanering även på ett mycket övergripande plan i termer av samhällsplanering. Här avses i princip att ett transportsnålt

samhälle där resandet och transporterandet inte bara sker på ett klokt och effektivt sätt utan även uteblir i viss mån då samhällets struktur gjort visst resande onödigt.

Ett korresponderande potentialområde inom arbetsmaskinssegmentet finns förvisso i form av att inte gräva onödigt mycket etc men potentialen kan antas vara mycket mindre än inom transportsektorn. Till detta kan läggas att en samhällsomställning mot energisnålhet och minskad klimatpåverkan kan antas kräva rätt omfattande ombyggnad av befintliga strukturer vilket i sig kommer att öka användningen av arbetsmaskiner. Vi har i denna studie inte behandlat någon av dessa motsatta effekter.

Styrmedel

Skatter

Tre skatter är knutna till motorbränslen; Energiskatt, koldioxidavgift samt moms. Energiskatten är knuten till bränslets energiinnehåll, koldioxidavgiften till dess innehåll med fossilt ursprung medan moms är en allmän skatt som läggs på alla varor och tjänster.

Moms är direkt avdragsbar för alla näringsidkare i så måtto att betald moms vid inköp av insatsvaror och tjänster kan kvittas mot Moms som tas in vid försäljning av rörelsens produkter. Full moms betalas endast av privatpersoner.

Energiskatt och koldioxidavgift kan, likt andra utgifter, dras av i företags deklARATIONER. De belastar en rörelses samlade resultat genom att sänka vinsten men drabbar ej rörelsen fullt ut då de dels kan dras av som omkostnader, dels ökar tjänstens pris och läggs på kunden i nästa led. Även här är det alltså endast privatpersoner som betalar full skatt.

Till detta ska läggas att vissa verksamheter har skatterabatt. Vissa branscher har lägre moms. Det gäller dock inte inom sektorer som nyttjar arbetsmaskiner. Där emot förekommer rabatter på såväl energiskatt som koldioxidskatt inom sektorn vilket kan antas påverka motivationen att spara på bränslet. Verkligheten är ganska komplex.

Nedanstående är baserat på Skatteverkets handledning för punktskatter 2011. Med punktskatter avses skatter enligt de lagar som räknas upp i 1 kap. 1 § andra stycket skattebetalningslagen (1997:483). I kapitel 5 beskrivs skatt på energi. Tre skatter regleras i Lagen om skatt på energi (LSE), energiskatt, koldioxidskatt och svavel-skatt. Diesel innehåller dock så låga halter svavel att de faller utanför den skattepliktiga gränsen.

I enlighet med EU-gemensamma bestämmelser ska skatt betalas för i princip alla bränslen som används för motordrift, vilket även inkluderar användning i arbets-

maskiner. LSE anger att energi- och koldioxidskatt ska betalas för bränslen som är avsedda att förbrukas som motorbränslen.

Det finns dock vissa undantag för motorbränslen där skattebefrielse kan erhållas genom avdrag i deklaration, återbetalning av skatten eller direkt vid inköpet för godkänd skattebefriad förbrukare.

- Viss diesel, med tillsatta märk- och färgämnen, har även reducerad energiskatt (ca 50 procent jämfört med full energiskatt). Denna diesel får inte användas för motordrivna fordon.
- Förbrukning vid tillverkningsprocessen i gruvindustriell verksamhet för drift av andra motordrivna fordon än personbilar, lastbilar och bussar ges 84 procent befrielse från energiskatt och 70 procent befrielse från koldioxidskatt. Från och med 2013 ökas befrielsen från energiskatt till 86 procent och från och med 2015 minskar befrielsen från koldioxidskatt till 40 procent.
- Diesel som förbrukas i yrkesmässig jordbruks-, skogsbruks- eller vattenbruksverksamhet för drift av andra motordrivna fordon än personbilar, lastbilar och bussar, medges befrielse från koldioxidskatt med:
 - 2 100 kronor per kubikmeter till och med 2012
 - 1 700 kronor per kubikmeter till och med 2014
 - 900 kronor per kubikmeter från och med 2015
- Den som är skattskyldig får göra avdrag för skatt på biogas som den skattskyldige har förbrukat eller sålt som motorbränsle.

Samtliga användare utöver privatpersoner har som nämnts ovan möjlighet att räkna av moms från drivmedelspriset vilket i februari 2012 motsvarade 2,76 kr/liter utav 13,80 kr/liter.

Förutom det självklara faktum att olika skattesatser innebär risk för fusk där bränslen köps in med en uppgiven användning men nyttjas inom en annan så innebär skatterabatterna att motivationen att spara ser olika ut i olika sektorer. Enkelt uttryckt är motivationen lägre inom jord- och skogsbruk och gruvnäring än inom övriga sektorer.

Upphandlingsmodeller

Tjänster där användning av arbetsmaskiner handlas upp kan detta ske på principiellt olika sätt.

- Arbetet kan handlas upp med avseende på ett specificerat slutresultat. En färdig byggnad eller infrastrukturanläggning ska levereras. Entreprenören nyttjar egna eller inhyrda maskiner och förare och söker då genomföra alla moment av arbetet till så låg kostnad man kan. Kostnad för bränsle är en stor post så motiv finns för att hålla ner förbrukningen.

- Arbetsmaskin och förare kan handlas upp per timme. Den som handlar upp söker då lägsta timpris och har motiv för att hålla ner antalet timmar genom att planera arbetet. Utföraren har motiv för att hålla ner förbrukningen per arbetad timme.

Erfarenhet visar dock att motiven inte är starka nog för att driva utvecklingen mot minskad förbrukning med önskvärd kraft. Detta beror dels på att bränslekostnaden dras av som en kostnad och att vare sig priset eller skatterna får fullt genomslag i verksamheten men även på att andra kostnader spelar in. En ny, och förhoppningsvis snålare, maskin ska amorteras av och dessa kostnader är ofta högre än bränslekostnaderna och inte minst jämfört med vad kostnaden för det bränsle som kan sparas med den nya maskinen. Att utbilda förare i sparsam körning kostar också en slant. Hur mycket som i praktiken sparas beror dock nästan uteslutande på förarens motivation att tillämpa det lärda och om bränslet betalas av någon annan är motivationen låg.

Flera företag i branschen är miljöcertifierade och har då identifierat energianvändning och klimatpåverkan som betydande miljöaspekter samt åtagit sig att verka för ständig förbättring. Detta åtagande är dock ganska vagt och beställare synar och premierar sällan utfallet av dessa ambitioner.

I den senaste överenskommelsen mellan Trafikverket och det tre storstadskommunerna om vilka miljökrav som ska ställas vid entreprenader har man beaktat detta. Här ska entreprenören dels redovisa hur man avser arbeta med sina egna energimål, dels presentera en plan för hur man fortlöpande kan minska energianvändningen inom det aktuella uppdraget. Det är för tidigt att kommentera utfallet av denna modell.

Utbildning

Utbildning av maskinförare finns på gymnasieskolor. Bränslesnålt opererande är ett moment bland andra på dessa utbildningar. Vid försäljning av nya maskiner erbjuds utbildning av säljaren där energieffektivitet ingår. EcoDriving och andras företag erbjuder riktad fortbildning i sparsamt körsätt.

Principer för en övergripande strategi

Arbetsmaskinsektorn består av en brokig skara där man verkligen måste prioritera de resurser som läggs på att göra dem totalt sett mindre klimatpåverkande. Följande vägledande principer bör prägla den sammantagna övergripande strategin, inom respektive delsektor kan det tillkomma saker och komponenterna betonas något olika:

Nyttiggör utveckling på fordonssidan

Transportsektorn har tuffa krav på sig de kommande åren. Utveckling av motor, drivlina, förarstöd mm är områden där utvecklingen kommer att vara intensiv de kommande åren om dessa mål ska klaras. Detsamma gäller bränsleutvecklingen. Arbetsmaskiner har samma eller liknande motorer och drivs av samma bränslen som fordon och en del av utvecklingen kommer därför att spilla över på arbetsmaskinerna. Det finns dock en risk att gamla pålitliga konstruktioner kommer att väljas i högre grad för arbetsmaskiner då specifika krav på dessa saknas i dag.

Två aspekter av teknikutvecklingen är av speciellt intresse för arbetsmaskinernas energianvändning då speciellt goda förutsättningar finns.

1. Hybriddrift
2. Eldrift

Möjliggör utnyttjande av förnybara bränslen

De bränslen/energibärare som utvecklas för transportsektorn kan användas även för arbetsmaskiner. Arbetsmaskiner inom vissa segment har dessutom speciellt goda förutsättningar för att använda dessa energibärare. Många verkar inom begränsade områden och tankar i anslutning till dessa. En infrastruktur för tankning av alternativa bränslen är lättare och billigare att åstadkomma för arbetsmaskiner än inom transportsektorn. Ökningen av eldrift ger dessutom en möjlighet till drift med grön el som ger låg klimatpåverkan.

Fokusera på maskiner det finns många av

Traktorer intar en särställning i kraft av sitt antal. Många av dessa körs dock mycket sparsamt och av förare som i huvudsak gör annat än just detta. Andra maskiner det finns många av är hjullastare, dumprar, skördare och skotare.

Fokusera på maskiner som körs mycket

Dessa maskiner finns generellt inom entreprenadsektorn samt inom skogsbruket.

Förare som kör mycket

Detta betyder i princip specialiserade yrkesförare och dessa samt deras arbetsledare är de grupper som i första hand bör komma i fråga för fortbildning i effektivare energianvändning.

4 Teoretisk potential

4.1 Inledning

Ej sällan förs vissa åtgärder eller tekniska lösningar fram som ensamma uppges kunna halvera utsläppen eller åtminstone sänka dem med flera 10-tal procent. Sådana språng är förvisso ibland möjliga under ideala förhållanden och inte minst i labb-miljö. I verkligheten ser det dock lite annorlunda ut. Situationen är långt ifrån ideal. En viss lösning kan inte nyttjas fullt ut i alla sammanhang, den kan vara mycket dyr eller så finns inte de råvaror som behövs i den omfattning som krävs, Det kan även ta mycket lång tid att utveckla de lovande försöken till kommersiella lösningar mm. Det behövs en rad samverkande lösningar för att få ner utsläppen av klimatgaser och segmentet arbetsmaskiner är här inget undantag. Vi har i denna rapport tydligt försökt skilja på den teoretisk, eller om man så vill tekniska, potentialen från den praktiska. Den första behandlas nedan medan den andra finns i kapitel 5. Stegen mellan dessa potentialer har beskrivits under metod. Grunderna för nedanstående potentialer har dels hämtats i litteraturen dels diskuterats i samverkan med företrädare för de olika sektorerna.

4.2 Effektivare maskiner

En genomgång av nyare litteratur inom området ger nedanstående kvantifierade potentialer för effektivisering av arbetsmaskinerna. De olika potentialerna går inte att summeras rakt av eftersom den totala effektiviseringen är beroende av vilken kombination av åtgärder som används. I vissa fall avses en generell effektiviseringspotential och i andra fall har utvecklingsmöjligheterna för en specifik typ av arbetsmaskinangetts. Se även Bilaga 1.

När det gäller kostnader för de olika åtgärderna så saknas specifika data. I vissa fall anges dock att en åtgärd medför en viss procentuell ökning av motorkostnaden eller komponentkostnaden.

Potential-områden	Åtgärd/typ av arbetsmaskin	Teoretisk potential
Motor-Komponenter Sammanvägd potential: 20-30%	Effektivare förbränning (inkl tex turbo)	5 - 25%
	Förbättringar avseende motorutformning, tex motorer som klarar högre max cylindertryck, minskad friktion mellan motordelar, olja med låg viskositet.	15 – 25%
	Effektivare oljepumpar och vattenpumpar	0,5 - 4%

Drivlina mm	Effektivare drivlina och växellåda (CVT)	5%
	Sammanvägd potential: 15-20%	Minskad motorstorlek
	Energiåtervinning	15 - 25%
Hybridisering Sammanvägd potential: 30-50%	Grävmaskiner	25-40%
	Bulldozers	20% (en modell)
	Hjullastare	10-35%
	Grävlastare	ev något bättre bränsleekonomi
	Dumprar och haul trucks	minskad fordonsvikt och ökad produktivitet
	Hybridgaffeltruckar	11-50%
	Elektriska/hybridtraktorer	3-5%
	Skördetröskor och fälthackar	ingen uppgift
	Skogsmaskinshybrider	15-30%
Däck Potential upp till 10%	Anpassat däcktryck	Upp till 10%

Energieffektiviteten för dieselmotorer förbättrades successivt från 1950-talet och fram till ca 1990 genom införandet av ny motorteknik. Sedan början av 1990-talet har dock inte energieffektiviteten förbättrats fram till 2006, något som sannolikt kan hänföras till att fokus sedan början av 1990-talet istället har legat på att utveckla teknik för att reducera emissionerna för att möta de successivt skärpta avgaskra-

ven. Det är därför troligt att det för arbetsmaskiner kommer att förhålla sig på samma sätt, dvs att energieffektiviteten inte kommer att förbättras nämnvärt före år 2014 då det sista av de hittills beslutade stegen i avgasdirektivet träder i kraft. Endast mycket starka marknadskrav på förbättrad energieffektivitet kan tänkas ändra detta förhållande. Hybridisering/elektrifiering bedöms därför vara en viktig utvecklingsmöjlighet för arbetsmaskiner.

Exempel på drivkrafter och begränsningar för hybridisering är:

- Elmotorns höga vridmoment vid låga varvtal är en betydande fördel för arbetsmaskiner som ofta är relativt långsamma. Då många accelerationer förekommer leder detta till ökad produktivitet.
- Ekonomin kan förbättras genom den ökade produktiviteten och de troligen mindre underhållskostnaderna, men detta måste vägas mot de ökade komponentkostnader och en ovana vid att använda och handha hybridfordon. Det är osannolikt att entreprenörer kommer att ha någon större nytta av fordonen som grön PR.
- Hybridfordon medför minskad total miljöpåverkan och bränsleförbrukning p.g.a. fordonens ökade effektivitet. Vid plug-in beror detta mycket på vilka effekter som ökad efterfrågan på el får. Fordonen är även tystare än konventionella fordon. Tystare fordon kan ha fördelar i städer då de kan få jobba senare på nätterna/tidigare på morgonen
- Ökad kontrollerbarhet genom snabbare respons och enklare kontroll kan beroende på arbetsform vara en stor fördel för specifika användningsområdet, t.ex. bättre hjulkontroll vid skogsbruk och ökad redskapskontroll vid jordbruk.
- Vikt inte lika begränsande faktor som för vägfordon. Utrymme är dock en viktig begränsande faktor då det är eftersträfvansvärt att fordonen är lika stora som konventionellt drivna fordon.
- I vissa fall kan den lokala hälsan vara en mycket stark drivkraft. I miljöer med bristande ventilation, som inomhusmiljöer och gruvor finns redan fordon med eldrivlinor.

För potentialområdet effektivare maskiner som helhet bedöms den teoretiska potentialen vara 70 procent. En stor del av denna verkningsgradsökning består i elektrifiering, dels direkt via kabel eller ackumulatorer, dels indirekt genom hybridteknik men även genom att ersätta maskiner med fasta elektriska anläggningar som transportband. Möjligheten att utnyttja denna potential ser mycket olika ut i de olika sektorerna men även mellan maskinsegment inom dessa sektorer.

4.3 Effektivare användning av maskiner

Förutom rent tekniska förändringar så kan många andra faktorer påverka en maskins bränsleförbrukning. I detta avsnitt tas bland annat följande aspekter upp: Kör-

sätt (sparsam körning), kombination av maskin och redskap, logistik och planering, val av bruksmetoder, övergripande planering av arbetet, samordning och planering av transporter och transportvägar vid entreprenader. Men däremot inte makrologistik som byggandet av skogsbilvägar inom skogsbruket eller minskad bearbetad areal inom jordbruket eller minskat byggande och underhåll inom entreprenadsektorn. Gränserna mellan små- och storlogistiken är dock inte knivskarp.

Det är också här mycket viktigt att hålla isär det teoretiskt möjliga från det praktiskt möjliga.

Vad som kan åstadkommas med körsättet är ett bra exempel på detta. Att man med ett konsekvent agerande vad gäller varvtal kan åstadkomma besparingar på 15 procent för en viss maskintyp är inte detsamma som det man förväntas nå genom en utbildning av förarna av dessa maskiner.

En genomgång av nyare litteratur inom området ger nedanstående kvantifierade potentialer för effektivare användning av arbetsmaskinerna. Se även Bilaga 1.

Potential-områden	Åtgärd/sektor	Potential
Smålogistik (t.ex. arbetsplats- optimering)	<i>Skogsbruk:</i> Direktlastning, eventuellt med fjärrstyrd skördare eller med drivare (flera kranhanteringsmoment försvinner)	20-50 %
	<i>Jordbruk:</i> Använda GPS-utrustning på traktorer	Minskar "onödig körning med 10-15 %
	<i>Jordbruk:</i> Ändrade brukningsmetoder (Plöjningsfri odling i större skala, precisionsodling, maskiner som gör flera moment vid samma överfart, mer utbredd användning av GMO-teknik (genmodifierade organismer) som kan innebära att arbetsmoment kan försvinna, mindre förarlösa maskiner i fält, bättre bevattningssystem eller ändrade metoder)	5-10% (faktisk potential) På 40 års sikt
	<i>Entreprenad:</i> Arbetsplanering organisation interaktion på arbetsplatsen	10%
	<i>Entreprenad:</i> Elektrifiering samt hybridteknik och arbetsplatsplanering	POTENTIAL: ??

Körsätt (SPARK och arbetslagsoptimering)	<i>Skogsbruk:</i> Utbildning i sparsam körning	5-7%
	<i>Jordbruk:</i> Utbildning i sparsam körning	1-7%
	<i>Entreprenad:</i> Utbildning i sparsam körning	5-10%
	<i>Skogsbruk:</i> Genom utbildning av förare kan dagens arbetsmaskiner köras optimalt, med lägre bränsleförbrukning än traditionellt.	POTENTIAL: ??
	<i>Jordbruk:</i> Sparsamt körsätt: planera infrastruktur, planera när, hur, var och med vilken maskin och vilka redskap, själva körningen (undvika tomgång, välja rätt varvtal, motorbromsa) till att serva maskinen på rätt sätt	2,5-5 %
	<i>Entreprenad:</i> Förarutbildning EccoOperator (om krav ställs på 100 procent förare)	10%
	<i>Entreprenad:</i> Använda färd dator för t.ex. momentan bränsleanvändning	betydande reduktion
Rätt maskin för jobbet	<i>Jordbruk:</i> Mer behovsanpassade maskiner, liten maskin där det behövs en lätt maskin och större maskin där det är rationellt.	3-5 %
Rätt tillbehör för jobbet	<i>Jordbruk:</i> Redskap och tillsatser kan bli bättre anpassade och lättare att använda på ett energisnålare sätt.	1-2 %

Det som redovisas ovan är vad som vaskats fram ur tillgängligt underlag. Ej sällan saknas potentialbedömning och absoluta tal, vilket nog väl illustrerar kunskapsläget. Dessutom har man i underlagen generellt snarast behandlat den faktiska potentialen av ett antal insatser. Det är dock oklart i vad mån implementeringens begränsningar beaktats. Sannolikt utgör de potentialer som redovisas något som ligger mellan den teoretiska och praktiska potentialen. Vi har inte bedömt det som meningsfullt att i efterhand konstruera den teoretiska potentialen för de ingående detaljerna. För potentialområdet effektivare användning av maskiner som helhet bedöms den teoretiska potentialen vara 40 procent. En stor del av denna verkningsgradsökning består av åtgärder som föraren rör över (varvtalsanpassning, växling, tomgångskörning, serviceambition, val av optimalt redskap etc) och beror därför på

dennes kompetens och inte minst benägenheten och den faktiska möjligheten att använda denna kompetens. Den andra stora delen består i logistiken på arbetsplatsen, Hur maskiner samverkar och beror därför av arbetets planering.

4.4 Förnybar energi

Arbetsmaskiner liknar som tidigare sagts transportsektorn i och då i synnerhet de tunga fordonen mycket. Det är därför logiskt att anta att förutsättningarna för användning av förnybara bränslen är likartad och att utveckling borde bli ungefär densamma. Det finns dock ett antal faktorer som talar emot detta. Dels är tillgången på förnybara bränslen och då i synnerhet de bränslen som direkt går att nyttja i dieselmotorer begränsad. Dels finns skillnader sektorerna emellan som kan visa sig avgörande för om det kommer att bli så:

- Maskiner har generellt, kort aktionsradie. Detta innebär kort avstånd till laddning för de eldrivna och det är tom möjligt med sladdrift. Det korta avståndet innebär även att alla maskiner med förbränningsmotorer tankar på arbetsplatsen vilket dels gör det administrativt enkel att driva en hel arbetsplats med ett alternativt bränsle. Arbetsmaskiner har i dessa avseenden större möjlighet att nyttja förnybara bränslen än vad fordon generellt har.
- Å andra sidan finns inga specifika mål vad arbetsmaskiner ska uppnå i detta avseende. Det finns inget krav på låginblandning i dag. Arbetsmaskiner tillverkas dessutom i mindre serier och i ett otal modeller vilket gör det kommersiellt mindre intressant att tillämpa alternativ teknik än vad som är fallet på fordonssidan. Visst kommer detta på maskinsidan med, men det är rimligt att anta att fordonssidan kommer att vara teknikledande och kommer med nyheterna några år innan.

Den teoretiska potentialen för förnybar energi att minska klimatpåverkan är å ena sidan mycket hög. I teorin 100 procent. En sådan teoretisk potential är det dock meningslöst att utgå ifrån då tillgången begränsar användningen lång tid framåt och kanske alltid kommer att göra det. Detta gäller i synnerhet bränslen som direkt kan användas i dieselmotorer. Denna pott är redan in-tecknad av transportsektorn för sin måluppfyllelse I praktiken kommer det dock inte att bli så. Det är tillverkare och distributörer som kommer att utföra låginblandning och då kommer detta även arbetsmaskiner till del och självklart kommer vissa arbetsmaskiner framgent att drivas av rent förnybart bränsle. Man måste dock minnas att detta är omfördelningar mellan kommunicerande kärl och att dessa ej påverkar det faktiska samlade utfallet i arbetet inför 2050.

Trafikverket har inom delprojekt Transporter inom Färdplan 2050 bedömt potentialen för alternativa drivmedel. Bedömningen baseras på Profus rapport Fossilbränsleoberoende transportsektor 2030 – hur långt når fordonstekniken? Profu har inkluderat både första och andra generationens drivmedel men endast valt att ta med den inhemska produktionspotentialen för olika typer av biodrivmedel. Detta har även inkluderat bedömningar om vilka drivmedel som verkar ha störst potential till år

2030, utifrån uppskattningar om mängden tillgängliga råvaror och tillverkningsmöjligheter samt eventuella miljömässiga och ekonomiska fördelar.

De drivmedel som lyfts fram är:

- Första generationens drivmedel
 - Biogas
 - FAME i form av RME (Rapsmetylester)
 - Etanol
- Andra generationens drivmedel
 - Cellulosaetanol
 - Syntesgasdrivmedel
 - FTD (Fischer Tropsch diesel)
 - Biometan
 - DME (Dimetyleter)
 - Metanol
 - HVO (Hydrerade växtoljor)

Dessa drivmedel stämmer även överens med prioriterade drivmedel hos vissa tillverkare av arbetsmaskiner. Det är här mycket viktigt att notera vilka bränslen som direkt kan användas i dieselmotorer och vilka som förutsätter andra motorer eller en mer eller mindre omfattande konvertering.

Biogas – generellt (Profu): Biogas antas fungera inom samtliga trafikslag där vi antagit att biodrivmedel kommer till användning. Biogas kan användas i såväl otomotorer som dieselmotorer (VTI 2007). Användning av biogas i den senare motortypen kan ske enligt dual-fuel-konceptet, där luft och gas först blandas och komprimeras, och först därefter blandas dieselbränslet, som också kan vara biodiesel, in (Volvo AB, personlig kommunikation). I sådana fall krävs följaktligen två separata bränsletankar.

Biogas – arbetsmaskiner:

Kan ej användas direkt i dieslar. Det finns dock konverteringskit för traktorer och Valtra (Valmet) säljer dual fuel traktorer.

Biodiesel (FAME) - generellt (Profu): Biodiesel (FAME) kan blandas in i konventionellt dieselbränsle i valfri proportion (VTI 2007). Biodiesel är dock aggressivt mot vissa material varför en anpassning av dieselmotorer erfordras.

Biodiesel (FAME) – Arbetsmaskiner:

Detta bränsle är ett av dem som enklast skulle kunna användas direkt i arbetsmaskiner. Dock är potentialen helt intecknad av transportsektorn inom ramen för 2050 arbetet.

Etanol - generellt (Profu): Etanol är ett bränsle som idag har nått stor spridning, inte minst inom personbilstrafiken. Eftersom alkoholer är svårantändliga i kompressionsmotorer lämpar sig etanol (och metanol) sämre som substitut i dieselmotorer. Etanol kan dock blandas in, som en emulsion, men ofta krävs någon form av tändförbättring (VTI 2007). Kombinationen dieselmotorer och etanol utvecklas bland annat av Scania för tunga fordon.

Etanol - Arbetsmaskiner:

Ottomotorer spelar en mycket liten roll i arbetsmaskinkollektivet. De förekommer i praktiken endast hos små maskiner (redskap). Då teknik är under utveckling kan man dock anta att denna spiller över på arbetsmaskiner. En större potential består dock i att bränslen omfördelas inom transportsektorn så att diesel eller dieselsubstitut frigörs som kan nyttjas av arbetsmaskiner.

FT-diesel - generellt (Profu): FT-diesel (Fischer-Tropsch-diesel), är ett syntetiskt dieselbränsle som kan tillverkas ur naturgas, kol eller biomassa. Bränslet är i praktiken helt substituerbart med konventionellt dieselbränsle och kräver därmed ingen anpassning av fordonen vare sig för låginblandning eller om enbart FT-diesel utnyttjas (www.biofuelregion.se).

FT-diesel - Arbetsmaskiner: Kan användas direkt av arbetsmaskiner men den förnybara delen av detta bränsle är redan in-tecknad av transportsektorn.

DME – generellt (Profu): DME (Dimetyleter) tillverkas från en syntesgas i en liknande process som vid framställning av metanol, om än något effektivare (VTI 2007). DME är gasformigt vid atmosfärstryck men förvätskas vid moderata tryckhöjningar (ca 5 bar). Bränslet behåller vätskeformen ända in i cylindern. På grund av den nödvändiga tryckökningen kan den befintliga infrastrukturen för bensin och diesel inte användas. Distribution av DME kan istället likställas med distribution av gasol (Volvo AB, personlig kommunikation). Bränslet lämpar sig väl för dieselmotorer (efter mindre motorjusteringar) men ej för ottomotorer (VTI 2007). Däremot kan man inte blanda DME och diesel.

DME – Arbetsmaskiner:

Arbetsmaskiner har samma eller tom bättre förutsättningar som transportsektorn att nyttja detta bränsle. Det som talar emot är den konvertering som krävs vilket gör att man ej kan tanka vanlig diesel. Det som talar för är att bygget av infrastruktur torde vara enklare för arbetsmaskiner då dessa som sagts tankar på ett fåtal ställen.

Metanol – generellt (Profu): Metanol kan blandas in i konventionella bensinmotorer upp till 15 procent. Därutöver krävs modifieringar av motorn. Eftersom metanol fungerar sämre som substitut till diesel (jämför med etanol ovan) måste man i regel bygga in tändförbättrare (till exempel via ett tändsystem med tändstift) i

dieselmotorerna, vilket då möjliggör användning av M100 (Ecotraffic 2007). Denna lösning utnyttjas också i flera etanolbussar i Sverige. Volvo AB nämner metanol som ett intressant alternativ i framtidens klimatanpassade lastbilar (Volvo 2011).

Metanol – Arbetsmaskiner: Som för etanol

4.5 Det arbetsmaskinsnåla samhället

I Trafikverkets planeringsunderlag finns ett potentialområde kallat transportsnålt samhälle och det förväntas ge ett betydande bidrag. Vad motsvarar detta på arbetsmaskinsidan och hur stor är potentialen? I analogi med transportsektorn skulle det bestå i att rationalisera bort viss användning av arbetsmaskiner utan att påverka funktionen i resultatet eller i vart fall inte välfärden i vid mening. Det finns en del helt olika exempel på/principer för detta:

- En grupp maskiner som gemensamt utför en uppgift kan ersättas med en som gör hela jobbet. Denna maskin har en avsevärd energianvändning men likväl mindre än de andra har sammantaget. Exempelvis en maskin som såväl river upp, rekonditionerar som lägger ut asfalt. Denna möjlighet tas ibland som intäkt för att ej effektivisera de andra maskinerna utan att helt inrikta sig på att ta fram kombilösningar. Då kombimaskiner ej kan nyttjas i alla sammanhang och dessutom behöver arbete med sin egen energieffektivitet är sanningen att båda vägarna måste vändas.
- Med ändrade metoder kan delar av maskinanvändningen minska. Inom jordbruket kan exempelvis metoder som kräver mindre markbearbetning övervägas och införas.

Potentialen är svårbedömd men kan antas vara liten. De stora bidragen till ett arbetsmaskinsnålt samhälle skulle bestå i att man på ett mer övergripande plan lät bli att göra vissa saker. Detta skulle då vara en palett av insatser som samtliga får anses ligga utanför denna studie. Exempel på sådana insatser är; Investering i hållbarare konstruktioner som kräver mindre underhåll av maskiner, undvikande av byggande på platser som kräver omfattande schaktning. Dessa insatser beslutas det om utanför arbetsmaskinernas värld men besluten påverkas av i mycket samma styrmedel, främst bränslepriset som påverkar kalkylerna.

5 Bidrag till minskade emissioner

5.1 Effekter av utveckling i andra sektorer

Vi har tidigare konstaterat att stora arbetsmaskiner i mångt liknar tunga fordon såväl tekniskt som hanteringsmässigt. Den förväntade utvecklingen hos tunga fordon såväl inom motor/drivlina, bränslen men även hanteringsmässigt kommer rimligen att i någon mån spilla över på arbetsmaskinerna. Hur långt denna utveckling leder beror på hur den premieras. Genom riktade insatser kan denna utveckling ges ökat genomslag och inte minst, snabbas på. Vi har dock inte räknat på detta generella bidrag separat utan lagt in det i bidraget från respektive sektor. Det vill säga merparten av nedanstående styrmedel måste ha genomförts för att mål avseende såväl 2030 som 2050 ska kunna nås.

De generella insatser som bör komma ifråga är:

Tydligt ansvar för minskad klimatpåverkan från arbetsmaskiner

Någon myndighet pekas ut som ansvarig för att arbetsmaskinerna som helhet lämnar optimalt bidrag till klimatmålet.

Mål för arbetsmaskiners emissionsminskningar och tillämpa dessa såväl nationellt som sektoriellt.

Mål för arbetsmaskiners minskade klimatpåverkan måste till. Dessa bör utgå från de befintliga målen inom transportsektorn.

Harmonisering av bränsleskatt

Diesel bör beskattas lika i alla segment. Dels för att bränsleskatt i sig motiverar till sparande, dels för att det blir administrativt enklare på detta vis.

Utveckla goda mät- och redovisningsmetoder för bränsleförbrukning.

Rättvisande mätmetoder är en förutsättning för att sätta operativa mål och för att kunna ställa uppföljningsbara krav vid upphandling etc.

Utbildning i energieffektivitet för maskinförare på gymnasieskola

Detta finns i viss mån redan men bör satsas mer på och inte minst vara ett viktigt kriterium för examen. Momentet ska omfatta sparsam körning, servicens betydelse för förbrukning, arbetsplanering, maskiner i samverkan etc.

Kunskapsstöd inom ramen för branschorganisationernas och myndigheters verksamhet.

Ett komplement till den gymnasiala utbildningen som dessutom kan nå dels förare som ej gått gymnasievägen mot yrket, dels inspirera förare som varit yrkesverksamma ett par år och vill utvecklas i yrket.

Upphandling av bränslesnåla tjänster

I synnerhet inom entreprenadsektorn är det brukligt att arbeten handlas upp. En huvudentreprenör kan i sin tur handla upp underentreprenörer och maskiner med förare tillhör ofta denna kategori. Beställaren kan påverka hur energisnålt arbetet genomförs genom att ställa krav på planering för minskad förbrukning och redovisning av faktiskt utfall.

Miljömärkning av arbetsmaskiner utifrån klimatprestanda

Flera försök att utveckla sådana system har gjorts men något väl fungerande system finns inte. Detta beror på att arbetsmaskinerna inte låter sig delas in i klasser på samma vis som fordon. Segmentet handredskap inom hushållssektorn är ett troligt undantag från detta. Inom detta segment finns grupper av maskiner som torde vara ägnade för att kategoriseras och förses med en miljömärkning på liknande sätt som skett hos personbilar, vitvaror mm. En gräsklippare skulle exempelvis kunna klassas in i gruppen större villaklippare och kriterier sätts för miljöbra val inom denna kategori.

5.2 Entreprenadsektorn

Förutsättningar

Entreprenadmaskiner, svarar för ca 40 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner. I absoluta termer innebär detta drygt 1,6 miljoner ton CO₂-ekvivalenter per år. Antalet maskiner är ca 80 000 vilket innebär en årlig emission av knappa 20 ton CO₂ per maskin i snitt. För nya maskiner är utsläppen betydligt högre, upp till 140 ton CO₂ för mobilkranar eller 110 ton CO₂ för hjullastare.

Till entreprenadmaskiner räknas arbetsmaskiner verksamma inom bygg, anläggning och industri, i princip alla hjullastare, grävmaskiner dumprar etc. Maskinerna är många, används mycket och nyinvesteringstakten är relativt hög. Flertalet förare är specialister på sin maskin.

Ägarstrukturen uppvisar hela spektret från små företag med en eller ett fåtal förare och maskiner upp till stora nationella/multinationella företag med hundratals anställda och maskiner. De stora företagen hyr dessutom in mindre företag som underentreprenörer vilket gör strukturen än mer komplex.

Inom sektorn finns branschorganisationer med tusentals medlemmar från små och medelstora företag. Dessa branschorganisationer bedriver ett aktivt arbete för att öka lönsamheten och minska energianvändningen i entreprenaderna. De stora företagen bedriver liknande verksamhet men har egna resurser för detta.

Sektorn karaktäriseras även av en tydlig struktur bestående av:

- Beställare
- Projektör
- Huvudentreprenör
- Underentreprenörer
- Maskinförare

Denna kedja ger stora förutsättningar för ett systematiskt och metodiskt arbetssätt för att minska energianvändningen inom verksamheten, men medför samtidigt en risk för att ansvarsrollen blir otydlig. Det finns även en uppenbar risk för split incentives, dvs. att den som investerar eller agerar ej får avkastningen från detta. Entreprenadsektorn omfattas i ökande grad av generella miljökrav där minskad energianvändning och klimatpåverkan för entreprenaden som helhet ska gynnas.

Entreprenadsektorns styrkor i ett klimatperspektiv:

- Ny effektiv teknik kan snabbt nyttiggöras, då avskrivningstakten är kort för de maskiner som används mycket
- Ofta omfattas av generella miljökrav där energibesparingar och minskad klimatpåverkan (ska) premieras.
- Specialiserade förare med förarbevis som kör mycket ger goda förutsättningar för att lära ut och tillämpa ett energisnålt körsätt
- Arbete ofta genomförs på en byggarbetsplats vilket ger goda förutsättningar för att
 - Få till samverkan mellan maskiner på ett effektivt sätt.
 - Elektrifiera såväl maskiner som att ersätta dem med elektrifierade transportband.
 - Hela arbetsplatser läggs om till alternativt bränsle då tankning sker på plats från en gemensam tank
- Betalar såväl koldioxidavgift som energiskatt på drivmedel
- Har en egen branschorganisation som bland annat genomför utbildningar

Entreprenadsektorns svagheter i ett klimatperspektiv

- Strukturen med entreprenör, underentreprenör och inhyrda maskinentreprenörer innebär risk för att resultat av besparingar och effektiviseringar tillfaller andra än de som kan tänkas genomföra dem.
- Lönsamheten är kraftigt kopplad till nyttjandegraden av maskinerna vilket kan leda till att ny obeprövad teknik inte används

- Hyser maskiner av ett otal slag där vissa har mycket lång avskrivningstid. Dessa står dock för en ringa del av bränsleförbrukningen.
- Saknar en sektorsmyndighet

Effektivare maskiner

Teoretisk potential	%	70
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	100
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	40
Kommersiell produkt	årtal	2020
Omsättningstakt	antal år	10
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	30-40
Summa	%	8-12

Med effektivare maskiner kan energianvändning inom entreprenadsektorn sänkas med 8-12 procent

Effektivare användning av maskiner

Teoretisk potential	%	50
(Grovtt räknat SPARK + smålogistik		
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	70
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	80-100
Kommersiell produkt	årtal	2010
Omsättningstakt	antal år	5
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	50-100
Summa	%	14-35

Med effektivare användning av maskiner kan energianvändning inom entreprenadsektorn sänkas med 14-35 procent

Förnybar energi

Totalt borde det finnas möjlighet att ersätta 25 procent av den kvarvarande fossila energin efter att maskinerna både har effektiviserats och att användningen av dem har blivit effektivare. Dessutom antas låginblandningen på 7 procent¹ få fullt genomslag. Totalt motsvarar detta ca 1-1,5 TWh eller 32 procent av det kvarvarande behovet av fossil energi.

¹ Utvecklingen är sannolik för att tunga fordon o arbetsmaskiner tankar från samma ställe som är låginblandat som helhet. Notera dock att dessa 7 procent inte är finansierade i den mening att det finns avsatt bränsle för detta i färdplan 2050.

Sammanvägt bidrag

Vår bedömning är att entreprenadsektorns behov av energi från fossila drivmedel kan minskas med 45-60 procent till 2030 och med 98 procent till 2050 utan att det har negativ inverkan på det av sektorn utförda nyttiga arbetet. Jämfört med referensscenariot innebär detta en minskning av koldioxidutsläppen med 800-1 100 kton resp 1 630 kton. År 2050 antas majoriteten av maskinerna vara elektrifierade eller kraftigt hybridiserade vilket leder till att effektivare maskiner kan halvera energibehovet. Samtidigt minskar potentialen i sparsam körning men fler tillämpar arbetsplatsplanering etc samt att samma mängd alternativa drivmedel används 2050 som 2030.

5.3 Jordbrukssektorn

Förutsättningar

Jordbruket (inklusive fiskerinäringen)² står för knappt 25 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner. I absoluta termer innebär detta knappt 1 miljon ton CO₂-ekvivalenter per år. Antalet större dieseldrivna maskiner enbart inom jordbruket är ca 150 000 vilket, i genomsnitt, innebär en emission av 3,5 ton CO₂ per maskin. Dock är många av maskinerna mycket gamla och har en låg nyttjandegrad. För nya maskiner är utsläppen högre på grund av att de används mer, speciellt om maskinen används i maskinringar eller inom entreprenadverksamhet.

Lantbrukaren utför många olika arbetsuppgifter och är inte specialiserad som förare. Eftersom lantbrukaren oftast äger och kör sin egen traktor, kommer vinsten av minskad bränsleförbrukning lantbrukaren direkt tillgodo. Maskinkörandet är samtidigt endast en del av de samlade sysslorna och energianvändningen vid ett lantbruk. Det medför naturligtvis att vinsten av flera olika insatser för minskad drivmedelsanvändning blir mindre för lantbrukaren än för en heltidsförare. Avskrivningstiden för insatser blir också längre vid samma investering.

Historiskt sett har lantbrukaren köpt allt större (högre motoreffekt) traktorer vid nyinvestering. Dock används ofta samma redskap, införskaffade för en mindre traktor, vilket leder till att maskin och redskap inte är optimalt dimensionerande. På traktorn kopplas också en mängd olika redskap som var och ett måste väljas, justeras och rätt varvtal på traktorn måste ställas in. Att göra allt detta på ett energimässigt optimalt sätt är inte lätt. Lantbrukaren äger dessutom ofta andra arbets-

² I statistiken från Energimyndigheten redovisas dessa sektorer tillsammans. Det innebär i detta sammanhang att arbetsmaskiner inom fiskerisektorn här ligger hos jordbruket och inte inom entreprenadsektorn. Skillnaden bedöms dock så ringa att den näppeligen kan påverka slutsatserna kring de fyra sektorernas potential och bidrag och i än mindre grad val av drivmedel

maskiner som körs mer sällan men ändå kräver speciella handhavanden för att fungera på ett energieffektivt sätt.

Förutsättningarna skiljer sig dock mellan stora och små lantbruksenheter. På större gårdar finns anställda, investeringar i nya maskiner sker oftare, urvalet av såväl maskiner som påhångsutrustning är större.

I mer utpräglade jordbruksregioner finns även maskincentraler och maskinringar. En trend är också att allt fler lantbrukare gör specialiserade jobb åt varandra. I de fall man hyr förare eller avtalar med lantbrukare på närliggande gårdar om uppdrag man gör åt varandra får man en mer utpräglad expert respektive blir själv en mer specialiserad maskinförare. I de fall man kör själv med lånad eller hyrd maskin inträffar det motsatta då lantbrukaren nu ska köra en maskin som han eller hon sällan använder.

Jordbrukssektorn har det största antalet arbetsmaskiner men utsläppen av klimatgaser per maskin är relativt låga beroende på att de ej används så frekvent. Den helt dominerande maskinen är traktorn som nästan alltid är sammankopplad med något tillbehör. Tillbehöret och hur det används påverkar förbrukningen mycket. Bränsle som används inom (skogs- och) jordbruket beskattas lägre än inom andra samhällssektorer.

Jordbrukssektorns styrkor:

- Nyttan av besparingar kommer den till del som väljer maskin, kör och väljer redskap.
- Beroende av vad naturen/jorden/ekosystemet kan producera, viktigt att skydda den egna livsnerven
- Centralorganisation och forskningsstationer (t.ex. hushållningssällskapet) som kan hjälpa den enskilde företagaren
- Traktorer dominerar stort i maskinparken och inom bränsleförbrukningen, vilket möjliggör en fokusering av insatserna på att.
 - Rätt kombination av maskin och tillbehör väljs för det arbete som genomförs.
 - Traktorns varvtal anpassas till arbetsuppgiften
- Det finns en sektorsmyndighet

Jordbrukssektorns svagheter:

- Förnysetakten är relativt låg och gamla maskiner behålls (om än med låg användning).
- Ringa andel specialiserade förare som kör mycket vilket ger lågt utfall på sparsam körning.
- Lägre skatt på bränsle vilket generellt minskar motivation att spara.
- Låg omsättning av drivmedel per tankställe, vilket ger lång lagringstid och svagt intresse för investering i nya tankställen för alternativa drivmedel

- Arbetsmaskinerna står för en totalt sett ringa del av sektorns klimatpåverkan

Effektivare maskiner

Teoretisk potential	%	70
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	30
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	50
Kommersiell produkt	årtal	2020
Omsättningstakt	antal år	15
Teoretisk andel i parken	%	67
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	50
Summa	%	4

Med effektivare maskiner kan energianvändningen inom jordbrukssektorn sänkas med 4 procent

Effektivare användning av maskiner

Teoretisk potential	%	40
(Grovt räknat SPARK + smålogistik)		
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	40
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	75
Kommersiell produkt	årtal	2010
Omsättningstakt	antal år	5
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	15
Summa	%	2

Med effektivare användning av maskiner kan energianvändningen inom jordbrukssektorn sänkas med 2 procent

Förnybar energi

Även inom jordbrukssektorn antas det finnas möjlighet att ersätta 25 procent av den kvarvarande fossila energin efter att maskinerna både har effektiviserats och att användningen av dem har blivit effektivare. Dessutom antas låginblandningen på 7 procent³ få fullt genomslag. Totalt motsvarar detta ca 0,87 TWh eller 30 procent av det kvarvarande behovet av fossil energi.

³ Utvecklingen är sannolik för att tunga fordon o arbetsmaskiner tankar från samma ställe som är låginblandat som helhet. Notera dock att dessa 7 procent inte är finansierade i den mening att det finns avsatt bränsle för detta i färdplan 2050.

Sammanvägt bidrag

Vår bedömning är att jordbrukssektorns behov av energi från fossila drivmedel kan minskas med 34 procent till 2030 och med 55 procent till 2050 utan att det har negativ inverkan på det av sektorn utförda nyttiga arbetet. Antaget att användning av arbetsmaskiner är densamma som i dag innebär detta en minskning av koldioxidutsläppen med 300 kton resp 430 kton. År 2050 antas majoriteten av maskinerna ha lägre energiförluster genom effektivare transmission och hydraulik vilket leder till att effektivare maskiner kan minska energibehovet med en femtedel. Potentialen i sparsam körning kvarstår men fler tillämpar arbetsplatsplanering etc samt att samma mängd alternativa drivmedel används 2050 som 2030.

5.4 Skogsbrukssektorn

Förutsättningar

Skogsbruket står för 13 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner. I absoluta termer innebär detta ca 540 kton CO₂-ekvivalenter per år. Antalet maskiner är drygt 5 500 vilket innebär en emission av knappa 100 ton CO₂ per maskin i snitt. För nya skördare kan utsläppen vara över 100 ton CO₂. Trenden är dock ej entydig, det finns även en utveckling mot mindre maskiner.

Skogssektorn har en rad specifika förutsättningar med avseende på att minska energianvändningen från arbetsmaskiner.

- Två maskinslag, skördare och skotare, dominerar så totalt att arbetet helt kan fokuseras på dessa.
- Maskinerna har få eller inga utbytbara redskap och redskap är därmed nästan alltid optimalt dimensionerade till maskinen.
- Dessa arbetar vanligen tillsammans i ett lag där man lätt kan se att resultatet beror inte bara på de enskilda insatserna utan i hög grad även på samarbetet.
- Det arbete som utförs är enhetligt vilket gör att bränsleförbrukningen kan ställas i direkt relation till mängden utfört verkligt arbete (=avverkade och utforslade kubikmeter virke). Detta ger fokus på den helhet som detta arbete utgör utan att fastna i detaljer som kan leda till suboptimering.
- Bränslekostnaden spelar en stor roll för arbetslagets ekonomiska resultat och en besparing innebär därmed en ökad lönsamhet.

Inom skogsbruket finns relativt få maskiner men dessa står för en klimatpåverkan som är i paritet med jordbrukets trots att där finns 30 ggr fler maskiner. Två maskintyper; skördare och skotare dominerar parken och dessa arbetar dessutom i lag, direkt eller indirekt och påverkar därmed varandras energianvändning. Förarna är specialister och kör mycket. Nyinvesteringstakten är relativt hög, men äldre maskiner fortsätter att användas inom sektorn om än i mindre grad. Krav på skonsamt

arbete och specialisering inom gallring och omhändertagande av vindfallen har ökat intresset för mindre och smidigare maskiner.

Skogsbrukssektorns styrkor:

- Nyttan av besparingar kommer den till del som väljer maskin, kör och väljer redskap.
- Två maskinslag (skördare och skotare) dominerar stort i maskinparken och inom bränsleförbrukningen.
- Förnysetakten är relativt hög (för de maskiner som körs mycket)
- Hög andel specialiserade förare som kör mycket vilket ger stort utfall på sparsam körning.
- Stor möjlighet till automatisering av arbetsmoment
- Samtrimmade arbetslag av skotare och skördare vilket ger goda förutsättningar för bränslebesparande arbetsplanering
- Det finns en sektorsmyndighet

Skogsbrukssektorns svagheter:

- Arbetar i terrängen vilket helt utesluter direkt elektrifiering med såväl sladd som batterier.
- Lägre skatt på bränsle vilket generellt minskar motivation att spara.
- Beroende av skogsbilväg för att frakta ut timmer och andra skogsråvaror och avståndet till denna är dimensionerande för den totala energianvändningen för skotaren.

Effektivare maskiner

Teoretisk potential	%	70
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	60
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	50
Kommersiell produkt	årtal	2025
Omsättningstakt	antal år	7
Teoretisk andel i parken	%	71
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	50
Summa	%	8

Med effektivare maskiner kan energianvändningen inom skogsbrukssektorn sänkas med 8 procent

Effektivare användning av maskiner

Teoretisk potential	%	40
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	80
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	95
Kommersiell produkt	årtal	2010

Omsättningstakt	antal år	5
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	50
Summa	%	15

Med effektivare användning av maskiner kan energianvändningen inom skogsbrukssektorn sänkas med 15 procent.

Förnybar energi

Inom skogsbrukssektorn antas, i analogi med övriga sektorer, det finnas möjlighet att ersätta 25 procent av den kvarvarande fossila energin efter att maskinerna både har effektiviserats och att användningen av dem har blivit effektivare. Dessutom antas läginblandningen på 7 procent⁴ få fullt genomslag. Totalt motsvarar detta ca 0,39 TWh eller 30 procent av det kvarvarande behovet av fossil energi.

Sammanvägt bidrag

Vår bedömning är att skogsbrukssektorns behov av energi från fossila drivmedel kan minskas med 45 procent till 2030 och med 77 procent till 2050 utan att det har negativ inverkan på det av sektorn utförda nyttiga arbetet. Antaget att användning av arbetsmaskiner är densamma som i dag innebär detta en minskning av koldioxidutsläppen med 220 kton resp 380 kton. År 2050 antas majoriteten av maskinerna ha lägre energiförluster genom effektivare transmission och hydraulik samt ökad grad av hybridisering vilket leder till att effektivare maskiner kan minska energibehovet med 40 procent. Potentialen i sparsam körning minskar något men fler tillämpar arbetsplatsplanering etc samt att samma mängd alternativa drivmedel används 2050 som 2030.

5.5 Hushållssektorn

Förutsättningar

Denna sektor står för 12 procent av arbetsmaskinernas emissioner av koldioxidekvivalenter. I absoluta termer innebär detta ca 467 kton CO₂-ekvivalenter per år. Antalet större dieseldrivna maskiner är knappa 60 000 vilket innebär en emission av 7,8 ton CO₂ per maskin. I denna sektor finns även majoriteten av trädgårdsredskapen så som häcksaxar, trimmers, gräsklippare och motorsågar.

Dessutom är det rimligt att även allokera utsläppen från gruppen Övriga arbetsmaskiner och redskap. I gruppen övriga arbetsmaskiner och redskap återfinns olika

⁴ Utvecklingen är sannolik för att tunga fordon o arbetsmaskiner tankar från samma ställe som är läginblandat som helhet. Notera dock att dessa 7 procent inte är finansierade i den mening att det finns avsatt bränsle för detta i färdplan 2050.

typer av trädgårdsredskap och alla snöskotrar. Den enda grupp av dessa maskiner som inte har en tydlig koppling till hushållssektorn är kylaggregat för fjärrtransporter. Totalt är utsläppen från Övriga arbetsmaskiner och redskap 403 kton CO₂-ekvivalenter per år varav ca 90 kton CO₂-ekvivalenter från kylaggregat.

Detta innebär att hushållssektorns totala utsläpp uppgår till 870 kton CO₂-ekvivalenter eller 22 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner.

Hushållssektorns styrkor

- Nyttan av besparingar kommer den till del som väljer maskin, kör och väljer redskap.
- Förnysetakten är relativt hög (för de maskiner som körs mycket)
- Betalar fullt pris för bränsle och saknar dessutom vanligtvis möjlighet att dra av moms.
- Vissa av redskapen är väl ägnade att klassa och energimärka.

Hushållssektorns svagheter:

- Användarna nyttjar maskinerna lite och är generellt sett amatörer.
- Bränslekostnader för arbetsmaskiner/redskap är av ringa ekonomisk betydelse för flertalet aktörer.
- Ett otal olika maskiner och redskap faller inom denna sektor. Förutsättningarna för ett aktivt klimatarbete skiljer sig därför en hel del inom denna sektor
- Sektorsmyndighet saknas

Effektivare maskiner

Trädgårdsredskap kan bli betydligt effektivare då de dels kan elektrifieras såväl genom nätanslutning som via batterier, dels kan förses med effektivare motorer. Denna utveckling pågår. Inom detta segment finns även möjlighet till miljöklassning, vilket är svårt eller föga meningsfullt bland övriga arbetsmaskiner.

Teoretisk potential	%	70
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	40
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	60
Kommersiell produkt	årtal	2020
Omsättningstakt	antal år	10
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	65
Summa	%	11

Med effektivare maskiner kan energianvändningen inom hushållssektorn sänkas med 11 procent

Effektivare användning av maskiner

Körsätt arbetsplanering etc har en liten potential inom denna sektor utom i sammanhanget ganska unikt avseende. Här torde avståendet vara en faktor att spela med. Detta avstående sönderfaller i två delar

1. Utför arbetet mindre frekvent. Typ klipp inte gräsmattan så ofta.
2. Stäng av maskinen då den ej används

Teoretisk potential	%	40
(Grovt räknat SPARK + smålogistik		
Utnyttjad potential i sektor	% av ovan	20
Utnyttjad potential i kommersiell produkt	%	25
Kommersiell produkt	årtal	2010
Omsättningstakt	antal år	5
Teoretisk andel i parken	%	100
Hur många kommer att nyttja potentialen	%	15
Summa	%	0,3

Med effektivare användning av maskiner kan energianvändningen inom hushållssektorn sänkas med under 1 procent.

Förnybar energi

Inom hushållssektorn antas, i analogi med övriga sektorer, det finnas möjlighet att ersätta 25 procent av den kvarvarande fossila energin efter att maskinerna både har effektiviserats och att användningen av dem har blivit effektivare. Bensindrivna redskap torde ganska enkelt kunna nyttja etanol som alternativ. Dessutom antas låginblandningen på 7 procent⁵ få fullt genomslag. Totalt motsvarar detta ca 0,76 TWh eller 37 procent av det kvarvarande behovet av fossil energi.

Sammanvägt bidrag

Vår bedömning är att hushållssektorns behov av energi från fossila drivmedel kan minskas med 44 procent till 2030 och med 61 procent till 2050 utan att det har negativ inverkan på det av sektorn utförda nyttiga arbetet. Antaget att användning av arbetsmaskiner är densamma som i dag innebär detta en minskning av koldioxidut-

⁵ Utvecklingen är sannolik vad gäller sektorns arbetsmaskiner därför att tunga fordon o arbetsmaskiner tankar från samma ställe som är låginblandat som helhet. Notera dock att dessa 7 procent inte är finansierade i den mening att det finns avsatt bränsle för detta i färdplan 2050. Bidraget för bensindrivna maskiner och redskap kan dock anses finansierat då tillgången på bensinersättare är bättre än för diesel-dito.

släppen med 390 kton resp 550 kton. År 2050 antas majoriteten av maskinerna ha lägre energiförluster genom effektivare transmission och hydraulik samt ökad grad av hybridisering vilket leder till att effektivare maskiner kan minska energibehovet med knappt 30 procent. Potentialen i sparsam körning minskar något men fler tillämpar arbetsplatsplanering etc samt att samma mängd alternativa drivmedel används 2050 som 2030.

5.6 Totalt bidrag från arbetsmaskinkollektivet

Effektivare maskiner

2030

- Energibehovet kan minskas med ca 1 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med ca 300 kton CO₂-ekvivalenter

2050

- Energibehovet kan minskas med 5,3 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med 1 500 kton CO₂-ekvivalenter

Effektivare användning av maskiner

2030

- Energibehovet kan minskas med 1-2 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med 300-600 kton CO₂-ekvivalenter

2050

- Energibehovet kan minskas med 1 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med 300 kton CO₂-ekvivalenter

Förnybar energi

2030

- Behovet av fossila drivmedel kan minskas med 3-3,5 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med mellan 550 och 1 000 kton CO₂-ekvivalenter. Där lägre värdet står det lägsta kravet på koldioxidreduktion enligt EU:s regler (60 procent) och det höga för total klimatneutralitet.

2050

- Behovet av fossila drivmedel kan minskas med 4-7 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med mellan 690 och 2 000 kton CO₂-ekvivalenter

Sammanvägt bidrag

2030

- Behovet av fossila drivmedel kan minskas med 5,5-6,4 TWh

- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med upp till 1 900 kton CO₂-ekvivalenter

2050

- Behovet av fossila drivmedel kan minskas med 13,2 TWh
- Utsläpp av växthusgaser kan minskas med upp till 3 800 kton CO₂-ekvivalenter

Hur långt räcker detta mot tänkta mål?

Vi har i tidigare text beskrivit vad ett rimligt bidrag från arbetsmaskiner till klimatmålet bör vara med avseende på

- Teknisk utveckling för att få en snålare maskinpark
- Energieffektivare hantering av maskiner såväl avseende själva körsättet som arbetsplatsplaneringen i detta avseende.
- Vad alternativa bränslen kan leverera inom sektorn.
- Minskad användning av maskiner genom förändrade processer

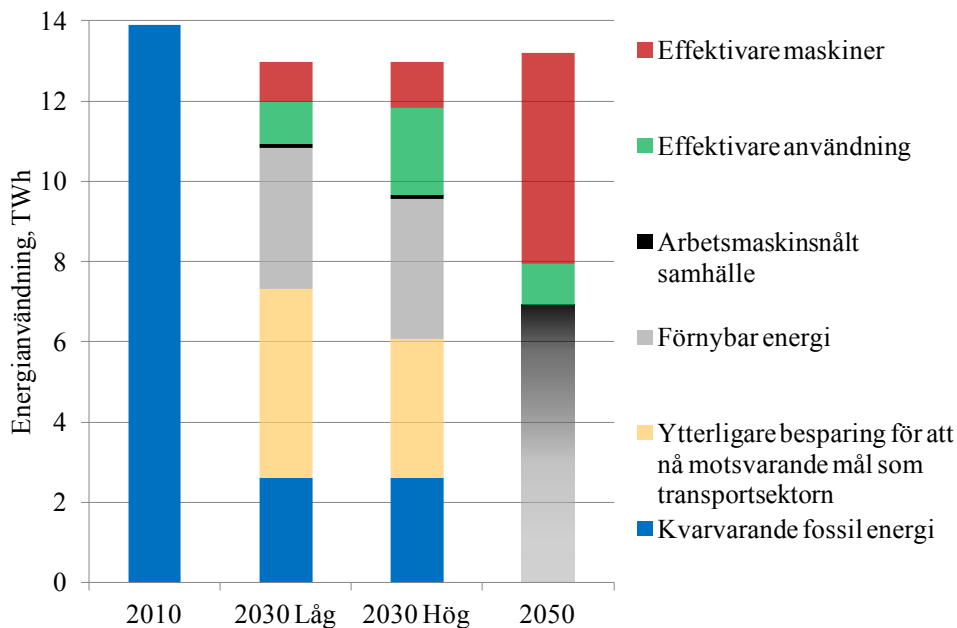
Vi har även förfäktat tanken att arbetsmaskiner på det hela taget borde kunna prestera ungefär detsamma som vad den tunga trafiken gör. Detta borde i alla fall vara utgångspunkten för potentialbedömningen menar vi. Trafikverkets underlag för minskad klimatpåverkan från transportsektorn har därför tjänat som ett viktigt underlag såväl avseende mål som vald struktur. Finns det anledning att justera denna syn nu efter det att vi närmare tittat på ett rimligt utfall? Skiljer sig de båda emitterande grupperna åt i något avseende som innebär att målnivåerna bör justeras efter detta?

För att nå 80 procent minskad energianvändning 2030 jämfört med 2010 (för transportsektorn är referensåret 2004) kan vi konstatera att det behövs ytterligare åtgärder som minskar energianvändningen med 3,8-4,6 TWh vilket motsvarar 1,1-1,4 miljoner ton CO₂-ekvivalenter. 2050 kvarstår ca 3 TWh fossil energi respektive 860 kton CO₂-ekvivalenter. Denna del kan fyllas ut med antingen mer förnybar energi eller ett arbetsmaskinsnålt samhälle. Detta förutsätter dock att de alternativa drivmedel som används inte har några nettoutsläpp av koldioxid. Är detta ett skäl att skruva ner ambitionerna?

I figuren nedan redovisas hur potentialerna bidrar till ett mål för arbetsmaskiner som är identiskt med motsvarande mål för transportsektorn. För 2030 har två scenarion redovisats – låg respektive hög. Detta har sin grund i att det samråd som genomfördes med företrädare för respektive sektor resulterade i ett intervall av potentialen för effektivisering av maskiner och användning av maskiner. Mängden förnybar energi har dock antagits vara konstant i båda dessa scenarion. I scenariot 2030 - Hög antas det vara möjligt att minska användandet av fossila drivmedel med 2/3. Större delen av detta härrör till effektivare användning av maskiner. Det är dock inte troligt att hela denna potential kan nås till 2030 utan att kraftfulla styrme-

del och åtgärder sätts in, vare sig för att öka kompetensen inom området (sparsam körning, logistik och arbetsplatsplanering) eller påverka andelen som tillämpar denna kompetens i praktiken.

Det kan även konstateras att det finns en restpost i måluppfyllandet. Denna kan ses antingen som en brist i måluppfyllandet eller som ett behov av andra åtgärder och styrmedel. Vi kallar den för arbetsmaskinsnålt samhälle i analogi med hur detta behandlas inom transportsektorn.



När målet för transportsektorn togs fram var utfallet snarlikt och här fördes begreppet Transportsnålt samhälle in för att få med de potentialer som ligger i att göra resor och transporter onödiga. Det vill säga hur man utan att hota vare sig välfärd eller rörlighet kan rationalisera i trafikapparaten. Finns det ett korresponderande potentialområde inom arbetsmaskinsektorn? Hur stort är i så fall detta.

Att det finns är nog utom tvivel men storleken kan verkligen diskuteras. Vi menar att arbetsmaskiners användning torde ha en starkare koppling till det som ska åstadkommas med dem än vad fallet är inom transportsektorn. Transporterna och i synnerhet inte trafiken saknar självändamål utan det är varorna på hyllan och resan som har detta. Detta ger stora möjligheter att dels omfördela mellan trafikslagen dels att bygga det framtida samhället för ett minskat transportbehov.

Det finns dock korresponderande komponenter inom arbetsmaskinsektorn. Med förändrade odlingsmetoder kan till exempel behovet av plöjning och annan jordbearbetning minska och ett mer utbyggt skogsvägnät minskar behovet av skotning av timmer. Inom entreprenadsektorn kan, i vissa fall, en grupp av maskiner som gemensamt utför en uppgift ersättas med en som gör hela jobbet, exempelvis vid byte av gammal vägbeläggning. På det hela taget förefaller det dock som att an-

vändningen av arbetsmaskiner har en mycket stark koppling till det som ska åstadkommas. Ska det byggas ett hus, väg eller industri så ska det även grävas, fyllas och kompakteras. Ska det avverkas och gallras så är det skördare och skotare som gör jobbet. Den verkningsgradsökning som görs inom transportökning genom överföring till andra trafikslag som järnväg och sjöfart har en ringa motsvarighet hos arbetsmaskiner och är till stora delar redan inbyggd i den tekniska utvecklingen av effektivare maskiner där elektrifiering kan anses motsvara överföringen till järnväg.

Behöver då målen justeras utifrån detta? Kanske inte målet för 2050. För 2030 finns det dock två starka skäl att begrunda detta närmare:

1. Det är inte rimligt att bidraget från ett arbetsmaskinsnålt samhälle är större 2030 än 2050. Om det nu går att nå en sådan effekt 2030 är det ju högst ologiskt att sätta detta kunnande på hyllan år 2050. Rimligare är att anta att ett arbetsmaskinsnålt samhälle lämnar ett klart mindre bidrag 2030 än 2050.
2. Omställningen inom samhället i stort och inte minst det som krävs för att transportsektorn ska nå sina klimatmål indikerar på ett omfattande byggande fram till minst 2030. Detta innebär att användning av arbetsmaskiner snarast är ett måste för att samhället i stort ska nå klimatmål.
 - a. Byggandet i sig kommer att generera arbete inom entreprenadsektorn.

Behov av biomassa för såväl energiändamål som råvara för kemisk industri etc. ställer krav på ökad produktivitet inom såväl skogs- som jordbrukssektorn.

6 Avslutande betraktelser

Denna studie handlar om arbetsmaskiners klimatpåverkan. Ett område sparsamt utforskat och förvånande liten grad föremål för åtgärder. Fokus har lagts på de tekniska och hanteringsmässiga möjligheterna att minska bränsleförbrukningen. En viktig utgångspunkt har varit det korresponderande arbete som genomförts inom transportsektorn. Vår hypotes var att minskningar av samma storleksordning borde vara möjliga även bland arbetsmaskiner. Vi menar att hypotesen med ett viktigt undantag är bekräftad. Förbättringspotentialerna är avsevärda. De tekniska förutsättningarna för motor, drivlina, körsätt mm är likartad med transportsektorn. Men den effektivisering som finns i denna genom minskat trafikarbete saknar närmast helt motsvarighet inom entreprenadsektorn. Ett arbetsmaskinsnålt samhälle är dock möjligt att verka mot men besluten i denna riktning ligger långt utanför arbetsmaskinsektorn och det kan ifrågasättas om en sådan inriktning är generellönskvärd i ett samhällsperspektiv. Det kanske tom finns anledning att utifrån ett samlat perspektiv öka användningen av arbetsmaskiner och detta tom utifrån ett klimatperspektiv?

För att åstadkomma ett fossilfritt Sverige 2050 är det nämligen mycket som behöver ställas om. Detta innebär rivning, ombyggnad och förändrat nybyggande av såväl bostäder, industri som infrastruktur. För att exempelvis klara transportsektorns klimatbeting krävs ett förtätat boende, omfattande satsningar på järnväg, hamnar, cykel- och gångbanor samt omlastningsterminaler för såväl gods som resanden. Detta talar snarast för en ökad användning av arbetsmaskiner de kommande decennierna.

För att driva såväl fordon som arbetsmaskiner men, inte att förglömma, även som råvara för den fd petrokemiska industrin krävs rimligen ett kraftigt ökat uttag av biomassa från jord- och skogsbruk. Även detta kan antas öka användning av arbetsmaskiner.

När det gäller alternativa drivmedel är det trevliga budskapet att förutsättningarna för detta bland arbetsmaskiner är goda, troligen bättre än inom transportsektorn. Det tråkiga är att den beräknade tillgången på sådana bränslen redan är intecknad av transportsektorn. Dessa två sektorer är därmed kommunicerande kärl av. alternativa drivmedel. Någon reell klimatnytta får man därför inte av att mer sådana bränslen nyttjas hos just arbetsmaskiner. För att åstadkomma detta krävs en ökad tillgång på sådana bränslen.

Den sammanställning och den analys vi gjort är av ovanstående skäl (och flera andra) värd att ifrågasätta.

Vi har gjort så gott vi förmått och står för resultatet. Ingen skulle dock bli gladare än vi om det vid en kritisk granskning visar sig att vi underskattat potentialer, sak-

nat kännedom om vissa möjligheter etc. Det viktiga är att arbetet mot klimatmålet bedrivs på ett kostnadseffektivt och målinriktat vis så alla förbättringsförslag mottas tacksamt.

Bilagor

1. Underlag från Energimyndigheten
2. Jordbruksverket
3. Skogsstyrelsen

Underlag från Energimyndigheten

Prognos för arbetsmaskiner, LP2010. (Underlag till Trafikverket inom arbetet med Färdplanen, december 2011)

Prognosen för arbetsmaskiner ingår som en del av Energimyndighetens övriga prognoser för energisystemet. Arbetsmaskinernas användning fördelas på sektorerna industri, bygg, jordbruk och skogsbruk.

Resultat i Långsiktsprogno 2010

Tabell. Diesel för arbetsmaskiner enligt miljöstatistikens indelning på sektorer, 1000 m³

	2007	2010	2020	2030	2040	2050
Industri (inkl byggsektorn)	653	565	645	613	593	575
Jordbruk	344	330	318	299	278	259
Skogsbruk	165	162	161	168	168	168
TOTAL diesel arbetsmaskiner	1162	1057	1124	1080	1039	1002

Förutsättningar

Vi använder prognostiserad tillväxt fördelat på olika branscher enligt prognos från Konjunkturinstitutet.

Inga styrmedel kommer in under prognosperioden som påverkar användningen av arbetsmaskiner. Kommande förändringar i skatteregler för jordbruket skulle kunna få effekt, men denna har inte kunnat uppskattas i prognosarbetet.

Hybridisering och alternativa bränslen antas inte slå igenom.

Industri/bygg

Prognosen bygger på att efterfrågan på arbetsmaskiner följer utvecklingen i övrigt inom industrin/byggsektorn. Arbetsmaskinerna i industrin är fördelad på ett tiotal branscher och det görs en separat prognos för varje bransch. Även effektivisering inkluderas. Huvudsaklig drivkraft är ekonomisk tillväxt i respektive bransch.

Skogsbruk

En modell som indata för 2007 om hur mycket bedrivs av följande aktiviteter: Plantering, Markberedning, Rövning, Avverkning, Skotning (Rundvirke), Skotning (GROT), Flisning (GROT). Sedan används bedömningar om framtida avverkning från skogsstyrelsen. (Vi kan ge er den modell som används för denna prognos om det är av intresse.)

Det statistiska underlaget för denna sektor är bristfälligt. Detta på grund av det inte görs undersökningar varje år. Det innebär att det är svårt att få fram användbara samband mellan dieselanvändningen i jordbruket och andra variabler.

Jordbruket

Traktorer, skördetröskor etc. Längre utbytestakt än de andra delsektorerna, ca 15 år. Många traktorer som körs idag är gamla.

För jordbruket används data från KI om den ekonomiska utvecklingen i sektorn. Det görs också antaganden om effektivisering av dieselanvändningen.

$$E_{\text{prognosår}} = E_{\text{basår}} * \left(1 + \frac{0,65 * KI - Eff}{100}\right)^{\text{prognosår} - \text{basår}}$$

Där KI är underlag från Konjunkturinstitutet och Eff är antagen effektiviseringstakt.

Det statistiska underlaget för denna sektor är bristfälligt. Detta på grund av det inte görs undersökningar varje år. Det innebär att det är svårt att få fram användbara historiska samband mellan dieselanvändningen i jordbruket och andra variabler.

Färdplan 2050 – Arbetsmaskiner i jordbruket

Jordbruket ser idag inte ut som jordbruket såg ut för 40 år sedan och sannolikheten att det kommer att se likadant ut 40 år framåt är ganska liten. Det är bara vilka förändringarna är och hur mycket de kommer att påverka framtida utsläpp som vi inte vet. Här kommer en prognos utifrån det perspektiv som vi har idag, om hur stora utsläppen från arbetsmaskiner i jordbruket kommer att vara 40 år fram (38 för att vara exakt) jämfört med idag. Osäkerheten är dock väldigt stor eftersom det rör sig om så många år.

Hur det såg ut 1970 och hur det ser ut idag

Tittar vi drygt 40 år bakåt så fanns det 1970 mer än dubbelt så många landbruk som idag. Även om antalet lantbruk har halverats har produktionen inte minskat, eftersom gårdarna istället har blivit större. Idag är snittarealen per lantbruk för åker ungefär 36 hektar, nästan dubbelt så mycket som för 40 år sedan (Jordbruksverkets hemsida 2012-02-23).

Hur dieselanvändningen såg ut 1970 i jordbruket har vi ingen statistik på men inklusive fisket ser dieselanvändningen i jordbruket ut som i tabellen i tusen m³ enligt SCB:s statistiska meddeladen med årliga energibalanser.

Tabell 1 Dieselanvändningen i jordbruket inklusive fisket, tusen m³

1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
345	346	346	425	426	432	315	315	334	267	340	340

(Källor: SCB:s statistiska meddeladen med årliga energibalanser)

Tabellen utgår från undersökningar gjorda vissa år (bl.a. 2007) och är framräknade för åren där emellan enligt en viss princip. I SCB:s beskrivning av källorna för jordbruk, skogsbruk, jakt och fiske står ”Med hjälp av interpolering och extrapolering har årsvisa estimat över energianvändningen konstruerats med hjälp av de olika årliga observationspunkter som finns samt den bakgrundsinformation som står till förfogande.”

I denna prognos har vi utgått från SCB:s rapport ”Energianvändning inom jordbruket 2007”. I SCB:s undersökning fick de fram att jordbruket under 2007 använde 278 762 m³ diesel, 13 020 m³ bensin, 3 893 m³ RME och 415 m³ etanol till fordon. Vi har enbart räknat dieselåtgången.

Hur blir det 2050?

Kommer vi att minska produktionen eller kommer det svenska jordbruket att behöva bidra med mer 2050 än idag? Hur kommer tekniken och bruksmetoderna att ändras? Kommer jordbruket att gynnas eller missgynnas av klimatförändringarna och vilka bränslen använder vi? Svaren på dessa frågor påverkar hur utsläppen från arbetsmaskiner kommer att se ut 2050 och kan sammanfattas i frågorna hur mycket

kommer arbetsmaskinerna att användas och hur mycket släpper de ut per meter eller tidsenhet.

Frågorna och underliggande faktorer sammanfattas i följande punktlista.

Hur mycket kommer arbetsmaskinerna att användas?

- Antalet brukade hektar, som i sin tur beror på
 - Produktivitetsökning/minskning (som i sin tur beror på t.ex. växtförädling, gödningsmedel eller klimatförändringar)
 - Vilka grödor som odlas och därmed hur de brukas/bearbetas
 - Efterfrågan - kopplingen till konsumtion, spill, svinn, import och export
- Planering (ingår i det vidare sparsam körnings-begreppet) och storleksrationalisering
- Brukningsmetoder

Hur mycket släpps ut per meter eller tidsenhet?

- Teknikutveckling
- Storleken på maskinen och val av arbetsmaskin (ingår i teknikutveckling och sparsam körning)
- Drivmedlet
- Sparsam körning inkl. underhåll och planering

–

Det finns några grundläggande antaganden som påverkar Jordbruksverkets beräkning för hur dieselkonsumtionen i jordbruket kommer att se ut 2050. Dessa antaganden är följande.

- Det första är att dieselpriset kommer att stiga framöver eftersom oljan är en begränsad resurs och förbränningen av denna bidrar till koldioxidutsläpp. I OECD-FAO:s Agricultural Outlook 2011-2020 antas priset på råolja stadigt stiga fram t.o.m. 2020 och vi antar att denna stigning fortsätter även efter 2020. Dessutom blir det svårare och förenat med större utsläpp att plocka fram oljan efterhand som de bästa fyndigheterna tar slut (ERA⁶, Pieprzyk m.fl., 2009). Oljeanvändning förenat med större utsläpp kan komma att motverkas politiskt vilket borde ge ökade kostnader och därmed ökade priser.
- Vi antar också att det inte kommer att komma fram ett nytt drivmedel som kan ersätta bensin och diesel i den omfattning det skulle behövas för att behålla samma konsumtion som idag. Istället kan det komma fram flera olika sorters drivmedel som ersätter olika bitar i t.ex. jordbruks-, skogsbruks-, industri- och transportsektorerna. Beroende på val av drivmedel kommer storleken på utsläppen att se olika ut.

⁶ Pieprzyk B., Kortlüke N., Rojas Hilje P., 2009, The impact of fossil fuels - greenhouse gas emissions, environmental consequences and socio-economic effects, November 2009, ERA - Energy Research Architecture

- Kopplat till dieselpriiset och till valet av drivmedel finns antagandet att oavsett vilka nya drivmedel vi kommer att använda kommer de att ha ett högre pris än idag eftersom jordens resurser är begränsade och ska räcka till fler människor.
- Ett annat grundläggande antagande är att jordbruksarealen i Sverige inte kommer att öka nämnvärt till 2050 eftersom det byggs på jordbruksmark, marker med mindre lönsamhet kommer att fortsätta att tas ur bruk samt att vi inte får använda råvaror till drivmedel eller flytande biobränslen från mark som den 1 januari 2008 eller senare utgjordes av naturskog, gräs- mark med stor biologisk mångfald, naturskyddsområden, skyddsområden, våtmarker, vissa kontinuerligt beskogade områden och torvmarker (Källa: Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande bio- bränslen).

Utöver antagandena ovan finns antaganden om konsumtion som resulterar i import och export. Men hur konsumtion, import och export kommer att se ut 2050 är inte med i beräkningen utan bara med i resonemanget i avsnittet om konsumtion.

Prognos till 2050

I detta avsnitt har vi ställt samman möjliga förändringar till 2050 till en prognos för dieselkonsumtionen i jordbruket. Det är de ändringar som vi idag ser skulle kunna minska drivmedelsåtgången om vi fortsätter med ett maskinintensivt jordbruk. Längre fram i rapporten motiveras de olika förändringarna.

Tabell 2 Förändringar till 2050 jämfört med 2007, tusen m3 diesel

Konsumtion 2007, tusen m3	279	279
Förändringar till 2050 beroende på:	Besparing (-) eller ökning (+)	
	minsta besparing	högsta besparing
Antal brukade hektar	-34	-34
Brukningsmetoder, 5-10 %	-14	-28
Teknikutveckling:		
- motoreffekt (större maskiner)	34	0
- mindre och lättare 3-5 %	-8	-14
- energisnålare motorer m.m., 5-10 %	-14	-28
- reduktion av effekten för mindre och lättare maskiner (2/3 av 3-5%)	6	9
El, stationära	-42	-42
El, hälften av övriga maskiner	0	-20
Differens	206	123
Sparsam körning 2,5-5 % av det som är kvar	-5	-6
Differens	201	116
Besparing (-) inkl. sparsam körning	-78	-163
Besparing (-) i %	-28 %	-58 %

Källa: Trafikverkets uppskattning av total konsumtion 2050, samt de källor som är angivna under respektive avsnitt för beräkning

Prognosen till 2050 är att dieselkonsumtionen kommer att minska med mellan 28 och 58 % vilket är mellan 78 och 163 tusen m3. Den högre andelen förutsätter att alla de högsta antagandena slår igenom vilket är ganska osannolikt. Men siffrorna ger en känsla för vad som är rimligt, sett med dagens glasögon. De stora bidragen kommer från byte av stationära maskiner till eldrift, ett mindre antal brukade hektar, energisnålare motorer m.m. samt ändrade bruksmetoder. För att få ner utsläppen utöver att minska konsumtionen av drivmedel måste vi byta drivmedel till ett eller flera förnybara drivmedel.

Tabell 3 Byte av drivmedel omräknat till tusen m3 diesel

Differens	201	116
Byta drivmedlet, 60 % minskade utsläpp p.g.a. hållbarhetskriterierna	-121	-70
Ytterligare ökning (etanol) p.g.a. ökad odling	10	6
Minskningar m.h.a. bruksmetoder, teknikutveckling och sparsam körning	0	-2
Differens	90	51
Besparing (-) om 60 % minskade utsläpp	-189	-228
Total besparing i %	-68 %	-82 %

Källa: Jordbruksverkets beräkningar, Agroetanols hemsida

Eftersom utsläppen från flytande biobränslen inom EU idag måste vara 60 % mindre än utsläppen från de fossila drivmedlen⁷ räknar vi med att alla förnybara drivmedel 2050 släpper ut minst 60 % mindre än dagens diesel. Enligt beräkningen i tabellen ovan ger detta totalt en besparing på mellan 68 och 82 % av utsläppen. Byte av drivmedel bidrar med den största minskningen av utsläpp jämfört med övriga förändringar.

I beräkningen ovan har vi räknat som att hela bytet av drivmedel är till etanol för att åskådliggöra att bytet av drivmedel betyder ökad efterfrågan på jordbruksmark i fallet etanol, RME och biogas från jordbruksgröda. Detta betyder i sin tur ökad användning av drivmedel vid ökad odling. Och oavsett vilket förnybart drivmedel vi väljer kommer det att innebära en ökad efterfrågan på jordens resurser med tillhörande utsläpp.

Om jordbruket dessutom ska tillgodose Sveriges alla transporter med drivmedel kommer utsläppen att öka istället för att minska till 2050. Detta oavsett om den ökade konsumtionen mäts genom import eller inte eftersom Jordbruksverkets antagande i Färdplan 2050-arbetet är att utsläppen är desamma oavsett om odlingen av råvara sker i utlandet eller i Sverige. Detta visas i tabellen nedan och även i denna beräkning har dieseln ersatts med etanol för att åskådliggöra en ökad efterfrågan på jordbruksmark. Det blir en ökning med mellan 6 och 95 %.

Tabell 4 Om drivmedlet för alla transporter i Sverige byts ut till etanol, tusen m³.

Summa	201	116
Hela transportsektorns behov av drivmedel, omräknat till etanol, omräknat till ökat behov av hektar jordbruksmark för odling av spannmål, omräknat till ökat behov av drivmedel	640	430
Ytterligare ökning p.g.a ökad odling	22	15
Minskningar m.h.a. brukningsmetoder, teknikutveckling och sparsam körning	-9	-114
Summa	854	448
Besparing(-)/ökning(+)	575	169
Total besparing (-)/ökning (+) i %	206 %	60 %
Byta drivmedlet, 60 % minskade utsläpp omräknat i tusen m ³ diesel	-513	-269
Totalt	543	295
Besparing (-)/ökning (+) om hela transportsektorns drivmedelsbehov blir spannmålsetanol	264	16
Besparingen (-)/ökningen (+) i %	95 %	6 %

Källa: Jordbruksverkets beräkningar, Agroetanols hemsida

Kommentarer av antagandena av förändringarna till 2050

⁷ för att få räknas med när medlemsstaterna räknar ihop hur mycket biodrivmedel de har

Hur mycket kommer arbetsmaskinerna att användas?

Antalet brukade hektar

Först och främst beror det på antalet brukade hektar, som i sin tur beror på produktivitetens ökning, som i sin tur beror på växtförädling, gödningsmedel, storleksrationeringar, klimatförändringar, m.m. Det beror även på vilka grödor som odlas och därmed vilka arbetsmoment som ingår.

Jordbruksverket har använt resultaten från en körning med en modell som heter SASM-modellen, för att få en indikation på hur arealerna skulle kunna förändras fram till 2050. I modellen ingår bl.a. antaganden för produktivitetens ökning och storleksrationeringar. Ett grundläggande antagande i modellen är att den globala efterfrågan på livsmedel och foder kommer att öka. Beräkningen har gjorts för 2050 som ett basscenario där produktionen i Sverige är oförändrad. Scenariot baseras på hur vi tror att det som påverkar produktiviteten kommer att utvecklas framöver, såsom världsmarknadspriser, viss teknikutveckling och viss politik.

Modellen, resultaten och antagandena bakom modellen är utförligare beskrivna i Jordbruksverkets rapport om färdplan 2050. Men det kan tilläggas här att datamodellen SASM, enkelt uttryckt, kan sägas spegla hur jordbruket skulle se ut vid olika politiska och ekonomiska förutsättningar om samtliga jordbrukare gjorde det som de skulle tjäna mest på att göra (från CAP:s-rapporten Jordbrukets miljöeffekter 2020 – en framtidsstudie).

I JTI-rapporten ”Kartläggning av jordbrukets energianvändning” har de räknat fram hur mycket diesel som går åt vid odling och skörd fördelat på de olika grödorna. Dessa siffror har använts i beräkningen i avsnittet om antalet brukade hektar. Detta visas i följande tabell.

Tabell 5 Dieselåtgång per hektar och totalt för olika grödor.

Gröda	liter/ha	Gröda	liter/ha
Höstvete	71,3	Slättervall	49,0
Vårvete	71,9	Betesvall	17,0
Råg	68,7	Frövall	20,5
Höstkorn	66,7	Matpotatis	135,5
Vårkorn	70,0	Potatis för stärkelse	150,0
Havre	68,6	Socketbetor	130,0
Rågvete	66,7	Raps & rybs	60,0
Blandsäd	66,1	Oljelin	65,4
Ärter & åkerbönor	63,2	Trädgårdsväxter	135,5
Konservärter	128,6	Andra växtslag	40,0
Bruna bönor	61,1	Träda	6,5
Grönfoder	78,5	Ospec. Åkermark	20,0

Källa Andras Baky, Martin Sundberg, Nils Brown 2010, JTI Uppdragsrapport, Kartläggning av jordbrukets energianvändning - Ett projekt utfört på uppdrag av Jordbruksverket

Som framgår av tabellen är det olika mängd diesel som går åt till olika grödor, allt från träda 6,5 liter per hektar till potatisens 150 liter per hektar.

I följande tabell visas den åkermark som SCB har uppskattat 2010 och den åkermark som SASM-modellen har räknat fram för 2050 som basscenario. Åkermarken har därefter multiplicerats med antal liter per hektar som förbrukas för respektive gröda.

Tabell 6 Användning av jordbruksmark 2010 och 2050, beräkning av mängd liter diesel per hektar samt förväntad förändring mellan åren, hektar, tusen hektar, m3

	hektar 2010	liter per hektar	snitt efter viktning **	SCB för 2010, tusent hektar	SASM för 2050, tusent hektar	totalt m3 2010	totalt m3 2050	minskning (-) ökning (+) m3
Vall			43,5	1 194	922	51 939	40 107	-11 832
slåttervall	894 470	49,0						
betesvall	172 780	17,0						
frövall	14 818	20,5						
övrig	111 932							
Höstsäd			70,9	374	283	26 521	20 068	-6 453
Höstvete	331 805	71,3						
Höstråg	24 228	68,7						
Höstkorn	17 928	66,7						
Vårsäd			69,5	589	365	40 935	25 367	-15 568
Vårvete	68 184	71,9						
Vårkorn	300 847	70,0						
Havre	164 386	68,6						
blandsäd	19 150	66,1						
Rågvete	36 231	66,7						
Oljevaxter	raps & rybs	110 234	60,0	110	85	6 600	5 100	-1 500
Träda/ industri- Grödor			12,2	187	910	2 288	11 135	+8 846
Träda	176 801	6,5						
Industrigrödor:								
- potatis för stärkelse	7 361	150,0						
- övrigt	2 838							
Övriga grödor			102,2	180	103	18 402	10 530	-7 872
matpotatis	19 842	135,5						
sockerbetor	37 950	130,0						
oljelin	19 144	65,4						
trädgårdsvaxter	14 687	135,5						
andra växtslag	5 381	40,0						
energiskog	13 126	79,7*						
ospecificerad åkermark	10 535	20,0						
övrigt	59 335							
Summa åkermark/förändring	2 633 993			2 634	2 669			+34 378

* Denna siffra är hämtad från Börjesson och Tufvessons artikel eftersom det i JTI:s rapport inte fanns någon siffra för energiskog. I Börjesson och Tufvessons artikel är nivåerna mycket högre för de råvaror som finns med i båda underlagen.

** De grödor för vilka det inte finns någon siffra för liter per hektar är inte med i viktningen. Källor: Sveriges Officiella Statistik JO 10 SM 1101, JTI - Kartläggning av jordbrukets energianvändning - Ett projekt utfört på uppdrag av Jordbruksverket, Författare: Andras Baky, Martin Sundberg, Nils Brown, Agricultural crop-based biofuels - resource efficiency and environmental performance including direct land use changes, Pål Börjesson, Linda M. Tufvesson

I tabellen ovan har vi räknat fram hur stor konsumtionen av diesel blir 2010 och 2050 för att på så sätt få veta hur stor förändringen blir. Utan några förändringar utöver de som antagits i modellen ger beräkningarna för dieselkonsumtionen en minskning på 34 000 m³. Detta beror främst på att trädesarealen uppskattas öka från 187 000 hektar 2010 till 910 000 hektar 2050.

Fler modeller

I Klimat- och sårbarhetsutredningen (Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser SOU 2007:60), i kapitel 4, antas det framtida klimatet gynna det svenska jordbruket genom längre vegetationssäsong, ökade skördar och nya grödor. Men samtidigt kommer vattentillgången att se annorlunda ut och riskerna för stora skördeskador p.g.a. extrema väderhändelser kommer troligen att öka. I ett varmare klimat kommer ogräs och skadegörare som insekter, svampar och virus att öka. Detta kan innebära ökad användning av bekämpningsmedel.

Till utredningen har SLU gjort beräkningar med två modeller kallade ATEAM respektive ACCELERATES. I modellerna antas de tre faktorerna teknisk utveckling, ökad koldioxidkoncentration i atmosfären samt klimatförändringar vara de som bestämmer produktivitetens utvecklingen. Jordbruksarealernas utveckling beror enligt modellerna på den globala socioekonomiska utvecklingen och klimatförändringarna baserat på några av IPCC:s utsläppsscenarier. Resultaten enligt modellerna är att produktivitetökningen antas ge kraftigt ökade skördar per hektar med mellan 85 och 160 % till 2050. Detta innebär att behovet av jordbruksmark minskar trots en befolkningsökning vilket också framgår av tabellen nedan.

Då de enbart tittat på klimatförändringar och inte lagt in några socioekonomiska förändringar skulle den svenska åkermarkens konkurrenskraft öka, vilket illustreras av att jordbruksarealen ökar enligt ACCELERATES-modellen. Men även i de här modellkörningarna är osäkerheten stor.

Tabell 7 Förändring av mängd jordbruksmark för matråvara i Sverige och Europa enligt två modeller (Källa: Klimat- och sårbarhetsutredningen)

Modell	Område	IPCC:s uts-läppsscenario A2	IPCC:s uts-läppsscenario B2
ATEAM, år 2080	Sverige	-48%	-33%
	Europa	-45%	-28%
ACCELERATES år 2050	Sverige	-21%	-72%
	EU	-1%	+5%
ACCELERATES år 2050, endast klimat	Sverige	+21%	+21%
	EU	+16%	+15%

I SASM-modellen blir minskningen 27 %.

Efterfrågan - kopplingen till konsumtion, spill, svinn, import och export

Oavsett vilket scenario som i efterhand visar sig vara det som stämde bäst med verkligheten finns det en koppling till vår (Sveriges) konsumtion, som i sin tur beror på hur många vi är, hur mycket vi äter, hur stort spillet/svinnet är och vad vi konsumerar. I nuläget importerar vi mer livsmedel än vi exporterar. I följande tabell visas några produktgrupper och självförsörjningsgraden för 2005, och vissa fall för 2003.

Tabell 8 Självförsörjningsgrad för vissa livsmedel 2005, procent

	Konsumtionsmjölk	Grädde	Smör	Ost	Kött totalt	Därav Nötkött inklusive kalvkött	Griskött	Fjäderfäkött
Sverige	98	96	113	76	82 *	67 *	90 *	85 *

* 2003

(Källa: Jordbruksstatistisk årsbok 2009, Jordbruksverket, tabell 20.1.)

Noteras kan att frukter och grönsaker samt bearbetade produkter inte är med i tabellen. För dessa produktgrupper är vi stora importörer. En produktgrupp som skiljer ut sig är spannmål, där vi är nettoexportörer. Se vidare Jordbruksverkets rapport färdplan 2050 för en utförligare beskrivning.

Om vi ökar produktiviteten i Sverige men samtidigt har ett ökat spill, svinn och ökad konsumtion kan våra utsläpp ändå öka. Om vi importerar mer p.g.a. en ökad konsumtion ökar utsläppen på de platser där vi importerar från. I Färdplan 2050-

arbetet på Jordbruksverket har vi i beräkningarna antagit att utsläppen blir desamma oavsett var produktionen sker och det är alltså snarare konsumtionen som ger storleken på utsläppen. Utöver de livsmedel, det foder och de industrigrödor m.m. vi idag producerar på svensk åkermark, används arbetsmaskiner (eller kommer att användas framöver där jordbruken idag sköts för hand) för alla de produkter vi importerar inklusive fibrer för textilier, tobak, druvor till drycker samt grödor till bränslen.

I denna prognos har vi inte tagit med förändring av utsläpp kopplat till förändringar av konsumtion, spill, svinn, import och export. Det är svårt att veta från vilka länder vi importerar och vad vi importerar samt hur mycket areal som går åt samt hur mycket diesel som idag konsumeras för dessa arealer. Även om vi likställer dieselåtgången per hektar med Sveriges är det svårt att uppskatta de arealer som idag brukas för att försörja oss svenskar med alla de produkter som härstammar från jordbruksmark.

Det finns även möjligheter i framtiden till en annan utveckling när det gäller livsmedel, drivmedel och textilier. Det pågår t.ex. forskning för att få fram så kallat labbkött, biodrivmedel från alger och andra råvaror som inte odlas på åkermark samt textilfibrer utvinns redan idag från skogsråvara. Senaste rönen när det gäller t.ex. labbkött och alger är att det har ett antal år kvar av forskning för att komma ner i konkurrenskraftiga priser. Men med höjda mat och bränslepriser kan dessa antal år komma att förkortas och fram till 2050 kommer det säkert fler liknande alternativ. Detta kommer att minska trycket på jordbruksmarken men svårt att säga i vilken utsträckning.

Planering (ingår i det vidare sparsam körnings-begreppet och tas inte med i detta avsnitt)

Brukningsmetoder

De metoder som jordbrukaren använder för att bearbeta jorden (luckra, blanda in växtrester och gödsel, bekämpa ogräs, skapa en såbädd med lämplig storlek och fördelning av aggregat, packa, djupbearbeta) eller vid sådd, valet av gröda eller sort, valet av inriktning (ekologiskt, GMO, agroekologiskt, intensivt) påverkar hur mycket arbetsmaskinerna används.

På 40 år kommer tekniken att utvecklas och vi kommer troligen att få uppleva en hel del drivmedelsbesparande förändringar när det gäller brukningsmetoder. Några av dessa förändringar kan vara plöjningsfri odling i större skala, precisionsodling, maskiner som gör flera moment vid samma överfart, mer utbredd användning av GMO-teknik som kan innebära att arbetesmoment kan försvinna, mindre förarlösa maskiner i fält, bättre bevattningssystem eller ändrade metoder som en följd av klimatförändringarna.

Då vi idag är väldigt medvetna om att diesel är en begränsad resurs som dessutom kommer att bli väldigt dyr 2050 samt att biodrivmedel också har sin påverkan på klimatet finns det all anledning att tro att förändringar av brukningsmetoderna i störst utsträckning kommer att gå mot att använda en mindre mängd drivmedel där så är möjligt. En försiktig gissning är åtminstone en faktisk minskning med mellan

5 och 10 % vilket motsvarar 14 000 till 28 000 m³ diesel. Visst är potentialen större t.ex. om en brukningsmetod får genomslag i hela jordbrukarkåren. Men det kommer inte med i denna beräkning mer än som ett konstaterande att möjligheten finns.

Hur mycket släpps ut per meter eller tidsenhet?

Kan vi minska drivmedelsåtgången med tekniska lösningar eller kommer vi att köra med tyngre maskiner som drar mer? Är det möjligt att byta ut dieseldrivna maskiner mot eldrivna? Ökar eller minskar utsläppen när andelen förnybara drivmedel ökar?

Det argument som finns för att utsläppen per hektar kommer att minska när det gäller sparsam körning och teknikutveckling är samma som för brukningsmetoder, d.v.s. att dieselpriset kommer att stiga och priset på nya drivmedel kommer att vara högt, ifall inget revolutionerande dyker upp.

Teknikutveckling

I teknikutveckling ingår fler delar än de som räknas upp i detta avsnitt. T.ex. ingår en del teknikutveckling i ändrade brukningsmetoder, byte till el eller byte till annat drivmedel samt även i sparsam körning.

I Naturvårdsverket utredning om arbetsmaskiner skriver de att motoreffekten i nya jordbruksmaskiner ökar om än långsamt, d.v.s. det går mot större maskiner (Naturvårdsverket Arbetsmaskiner Rapport 5728). Detta innebär mer utsläpp per yta. I rapporten vet de inte hur stor denna effekt är men de antar att nettoeffekten mellan den minskade svenska arealen och den ökade effekten är noll. Vi utgår från detta antagande vilket innebär att den ökande motoreffekten fram till 2050 kommer att medföra ökad konsumtion av diesel upp till 34 000 m³ i våra beräkningar. I ett länsstyrelseprojekt⁸ om energieffektivare användning av dieseldrivna arbetsmaskiner konstaterar de att motoreffekten för nya maskiner har ökat, vilket innebär ökade utsläpp per körd timme, men att maskinerna också är mer effektiva per arbetstimme. Vi vet idag inte om effektiviteten motsvarar de ökade utsläppen och dessutom inte hur det kommer att se ut 2050. I den här prognosen antar vi därför att förändringen kan bli allt från ingen förändring till 34 000 m³.

De större maskinerna är tyngre och markpackningen blir desto hårdare. Med ett förändrat klimat med problem med översvämningar kan detta tillsammans med markpackning medföra ett behov av lättare och mer anpassade maskiner. Under de kommande 40 åren kommer utvecklingen troligen att gå mot att ha mer behovsanpassade maskiner; liten maskin där det behövs och större maskin där det är rationellt. Uppskattningsvis ger mindre och lättare maskiner en besparing av diesel på 3 till 5 % vilket motsvarar mellan 8 000 m³ och 14 000 m³ i diesel. Siffran är relativt låg eftersom det är svårt att bedöma hur många som kommer att ha råd att hålla sig med flera olika maskiner.

⁸ Länsstyrelsen i Uppsala läns projekt ”Energieffektivare användning av dieseldrivna arbetsmaskiner”, månadsbrev februari 2012

Under de kommande 40 åren är det ganska troligt att det även blir förbättringar i förbränningsmotorn eller gasmotorn så att det kan gå åt en mindre mängd diesel. Och de redskap och tillsatser som tas fram kan komma att bli bättre anpassade och lättare att använda på ett energisnålare sätt. Detta kan till viss del gå omlott med mindre maskiner. Förbättrade motorer borde på 40 år rimligen kunna ge besparingar på mellan 5 och 10 % vilket innebär mellan 14 000 och 28 000 m³. Men effekten av mindre och lättare maskiner reduceras i det fall maskinerna blir effektivare, uppskattat till 2/3 vilket blir 6 000 till 9 000 m³.

El istället för diesel

Framtiden innebär också högst troligen nya drivtekniker istället för förbränningsmotorn. Det kan bli så att vi kommer att använda eltraktorer för arbeten i och omkring djurstallar eller för kortare arbeten. I rapporten ”Energikartläggning areella näringar”⁹ bedöms att den andel dieseldrivna arbetsmaskiner (15 procent) som antas vara stationära kommer att bytas ut mot eldrift. Detta skulle minska dieselanvändningen med ca 42 000 m³ diesel till 2050.

Räknar vi bort traktorer och skördetröskor samt andelen stationära dieseldrivna maskiner, finns det ytterligare runt 41 000 m³ diesel ($279 \cdot 196^{10} - 42 = 41$) som möjligen skulle kunna ersättas med någon annan energibärare såsom el. Här räknar vi även in elhybrider. Vi gör uppskattningen att mellan 0 och nästan hälften byts ut mot el, vilket blir mellan 0 och 20 000 m³.

Sparsam körning inkl. underhåll

Trafikverket anser att det är ett realistiskt mål att få ner bränsleåtgången med mellan 5 och 10 % genom sparsam körning med arbetsmaskiner (Trafikverkets hemsida om sparsam körning för arbetsmaskiner 2012-02-29). Detta beror givetvis på vilka moment som jordbrukaren tar med i det sparsamma körsättet och hur konsekvent han eller hon är. I begreppet sparsam körning kan det ingå allt från att planera infrastruktur, planera när, hur, var och med vilken maskin och vilka redskap, själva körningen (undvika tomgång, välja rätt varvtal, motorbromsa) till att serva maskinen på rätt sätt.

Fram till 2050 borde de flesta jordbrukare ha anammat sparsam körning men teknikutvecklingen samt förändringen av bruksmetoder kan förstås medföra att den sparsamma körningen inte är lika aktuell på alla punkter. Men jämfört med idag skulle sparsam körning kunna bidra med mellan 2,5 % och 5 % av det drivmedel som är kvar efter alla övriga förändringar vilket blir mellan 5 000 m³ och 6 000 m³ enligt vår beräkning.

Drivmedlet

Det går att framställa förnybara drivmedel på bra sätt och på mindre bra sätt. EU har infört förnybartdirektivet för att säkra att de förnybara drivmedlen inte ökar utsläppen. Men om vi till 2050 globalt ökar konsumtionen av drivmedel ökar ris-

⁹ (Energimyndigheten m.fl., 2010)

¹⁰ Om vi bara räknar på traktorer och skördetröskor gick det åt 196 000 m³ diesel 2006 enligt Naturvårdsverkets rapport 5728.

ken för ökade utsläpp, dels genom ändrad markanvändning för biodrivmedel och dels genom energikonsumtionen vid produktionen av råvaran och själva drivmedlet.

Om vi enbart tänker oss att ersätta drivmedlet i Sveriges jordbruk finns det enligt rapporten ”Det svenska jordbrukets framtida drivmedelsförsörjning”¹¹ möjlighet att använda första och andra generationens förnybara drivmedel. De drivmedel som är med i rapporten är etanol, rapsmetylester (RME), biogas, Fischer-Tropsch-diesel (FTD), dimetyleter (DME) och metanol. De kommer i rapporten fram till att areaerna räcker för att göra det svenska lantbruket självförsörjande med drivmedel. Raps till RME kan p.g.a. växtföljden enbart odlas på maximalt 180 000 hektar, enligt rapporten. Det innebär idag en maximal självförsörjning av RME i det svenska jordbruket på 80 %. För etanol behövs ungefär 16 % (154 000 ha) av den odlade spannmålsarealen för att det svenska jordbruket ska bli självförsörjande. För biogas behövs tillskott till gödselrötningen av odlingsrester eller odlade grödor såsom vall, för att jordbruket ska bli självförsörjande.

Mängden livsmedel kommer att minska om jordbruksråvara går till produktion av biodrivmedel istället för till livsmedelsproduktion. Men resterna från tillverkningen kan ersätta andra produkter och därmed minskar det ökade behovet. T.ex. kan dranken från etanol som torkas till 90 % torrsbstans användas som djurfoder. Restprodukten efter extrahering är rapsmjöl vid RME-tillverkning kan användas som djurfoder. Även det glycerin som bildas vid omförestringen kan användas som råvara i vissa industrier. Från biogasproduktionen kan den våta fraktionen spridas som ett kvävegödselmedel medan den avvattnade rötresten sprids som ett fosforgödningsmedel.

I beräkningen i tabell 3 har vi räknat fram hur förändringen blir om alla arbetsmaskiner i jordbruket byter till etanol. Och i tabell 4 har vi räknat på om jordbruket ska förse alla Sveriges transporter med etanol. Oavsett vilket förnybart drivmedel vi väljer kommer det att innebära en ökad efterfrågan på jordens resurser med tillhörande utsläpp. Valet av etanol i beräkningen är för att få en enkel bild över hur stor påverkan kan bli.

Byter vi ut all diesel i jordbruket till etanol blir den totala förändringen en besparing på mellan 68 och 82 %. Byter vi ut alla drivmedel i Sverige till etanol blir den totala förändringen en ökning på mellan 6 och 95 %. Men då är bara hänsyn tagen till ökad drivmedelskonsumtion i jordbruket för att bruka mer mark. Övriga utsläpp kopplade till ökad uppodling av mark är alltså inte medräknade. Hade vi istället räknat med något drivmedel som kommer från en skogsråvara blir det inga ökade utsläpp från jordbruket men ökade utsläpp från skogsbruket och industrin.

När det gäller valet av drivmedel till arbetsmaskiner finns det flera olika aspekter som Länsstyrelsen i Uppsala läns kommit fram till i sitt projekt ”Energieffektivare användning av dieseldrivna arbetsmaskiner”, se bilaga 1.

¹¹ (Ahlgren, Serina and Baky, Andras and Bernesson, Sven and Nordberg, Åke and Norén, Olle and Hansson, Per-Anders (2010))

Åtgärder

Åtgärder som fram till 2050 skulle kunna minska jordbrukets arbetsmaskiners diesel/drivmedelskonsumtion är följande.

- Forskning kring och förmedling av
 - bruksmetoder för minsta möjliga diesel-/drivmedelsåtgång
 - grödor för minsta möjliga diesel-/drivmedelsåtgång
 - äta klimatsmart för minsta möjliga diesel-/drivmedelsåtgång ur odlingsvinkel
 - infrastruktur/arrondering för minsta möjliga diesel-/drivmedelsåtgång
- Få till en bättre konsumtion i samhället för att minska mängden spill, svinn och mat som slängs.
- Få fram tydliga instrument som visar på sparsam och slösande körning.
- Avgifter för drivmedelskrävande maskiner och stöd och teknikupphandling till drivmedelssnåla maskiner.
- Stöd till maskinringar som har flera olika/energisnåla maskiner att erbjuda för olika arbetsmoment
- Stöd till lantbrukare som delar maskinpark med flera andra, för att kunna hålla fler olika/energisnåla maskiner för olika arbetsmoment.

Bilaga 1 Länsstyrelsen i Uppsala läns projekt ”Energieffektivare användning av dieseldrivna arbetsmaskiner”

Texten hämtat från månadsbrevet februari 2012

Arbetsmaskiner var ett ämne som diskuterades och i den presentation som Jonas höll poängterade han bland annat att arbetsmaskiner kännetecknas av lång livslängd och att de till största del är dieseldrivna. Bränslet till arbetsmaskiner ska vara tillgängligt lokalt, ha tillräcklig energitäthet samtidigt som tillgången är säker eller utbytbart.

Även om arbetsmaskiner står för nästan lika stor energianvändning som den tunga lastbilstrafiken i Sverige har branschen svårt att vara ledande för användningen av nya bränslen. Jordbruks- och skogsmaskiner har inte tillräckligt stora marknadssegment för att driva utvecklingen mot alternativa bränslen, vilket exempelvis tunga lastbilar har. Vid val av alternativa bränslen för arbetsmaskiner kommer sannolikt valet av alternativa bränslen till tunga lastbilar att inverka. Det kommer även att vara ett stort inslag av el, batterier som laddas och olika grad av hybridisering. De potentiella bränslen som finns är biogas, biodiesel, etanol, syntetisk diesel, DME och el.

Viktigt vid val av alternativa bränslen är de kommersiella förutsättningarna för att introducera ett nytt bränsle, vilket medför att bränslen som redan finns på markna-

den och kan fungera i existerande motorer, t ex biodiesel (RME, FAME, etc.), har klara fördelar framför de bränslen som kräver högre utvecklingskostnader. Det avgörande är att få tillräckligt höga försäljningsvolym, d.v.s. att producenterna finner avsättning för maskiner med motorer anpassade för alternativa bränslen. Här är frågan vilka maskiner vi ska börja med?

Frågan om tillgången till alternativa bränslen är även kopplad till logistiska frågor kring ekonomiskt lönsam, effektiv och säker förvaring och transport. Här har DME och biodiesel fördelar framför biogasen. De logistiska problemen med biogas skulle möjligen tala för en konvergering av metangas till syntesgas.

Marknaden för arbetsmaskiner är global och maskiner med motorer för alternativa bränslen ska därför fungera på världsmarknaden. För att maskiner med motorer för alternativa bränslen ska fungera på världsmarknaden krävs även anpassning av maskinerna till rådande lagstiftning vad gäller exempelvis svavelemissioner. Frågan om vilka maskiner vi ska satsa på är därmed en global angelägenhet. Om vi avsatte lika stora resurser för att utveckla maskiner för alternativa bränslen som vi har nyttjat resurser till att få fram maskiner med låga svavelutsläpp skulle vi komma långt i utvecklingen.

Underlag från Skogsstyrelsen

Utkast till skogsstyrelsens bidrag till Färdplan 2050

Vägen till hållbara arbetsmaskiner i skogen

Transporter och arbete i skogen

Skogsbruket genererar främst arbete och transporter i samband med avverkning, och i viss mån vid skogsvård. Avverkningsvolymerna är avhängiga dels råvaruutnyttjandet i samhället och dels skogstillväxten. Normalt ligger avverkningsvolymerna på ca 80% av tillväxten.

Enligt beräkningar från skogsstyrelsens SKA-VB 08 utredning (Skogsstyrelsen 2008), har tillväxten i skogen stadigt ökat från 78 Mm³sk/år 1975 till 113 Mm³sk/år 2005. 2010 var den totala avverkningsvolymen 89,5 Mm³sk.

Avverkningar sker i form av föryngringsavverkningar (slutavverkning av hela bestånd) och skogsvårdande gallringar (utglesning). Till detta kommer skogsvård i form av markberedning, plantering (i huvudsak manuell), röjning (motormanuell) och gallring (mekaniserad). Under 2010 fördelade sig avverkningarna på 200 000 ha föryngringsavverkning, 433 000 ha gallring och 309 000 ha röjning (Skogsstyrelsen 2011). Övriga energiförbrukande eller transportarbeten utgörs av byggande av skogsbilvägar, gödsling och dikning.

Baserat på SKA-VB 08 kommer både tillväxten och avverkningarna, därmed arbetet i samband med avverkning och transporter, att öka. Fram till 2030 förväntas volymerna att vara nära konstanta, men efter 2030 förväntas avverkningsvolymerna öka till mellan 95 och 115 Mm³sk 2050 och vidare mot 120 till 160 Mm³sk år 2100 (spannet i volymer utgörs av olika scenarier, med olika intensivt nyttjande). Dessa ökningarna anses viktiga både för omställningen av samhället till förnyelsebara energikällor och för Sveriges konkurrenskraft.

Utöver större tillväxt, kan transport och arbetsmängder öka på grund av ett större utnyttjande av skogsråvaran. Redan idag utnyttjas grenar och toppar (GROT) för bränsleflis på stora delar av arealen. Utnyttjandet av GROT har ökat i snabb takt från en anmäld areal på 27 000 ha 2001, till dagens nivå på 155 063 ha (2010), dvs på 78% av slutavverkningsarealen. Idag nyttjas stubbar till en mycket liten del, 7 590 ha av anmälda slutavverkningar. Stubbrytningen kan förväntas öka med ökande energipriser, och de genererar då mer arbete, både vid brytning, flisning och transport.

Typiskt för det skogliga arbetet är att det pågår över hela landytan, även mycket långt från befolkningscentra, under hela året och stora delar av dygnet. De skogliga transportarbetet består av terrängtransport med skotare, omlastning till lastbil, transport med lastbil till terminal och industri, och

eventuellt omlastning och transport på tåg eller båt. Medelterrängtransportavståndet var inom storskogsbruket (25% av arealen) 359 m vid gallring och 315 m vid slutavverkning (Nordlund 1996). För övrigt skogsbruk (privata enskilda ägare äger 50% av arealen) är terrängtransport avstånden okända, men sannolikt större än redovisade siffror för storskogsbruket.

63% av skogliga rundvirkestransporter hade ett kortare transportavstånd än 100 km, således var 37% av transporterna längre än 100 km, medan endast 1% var längre än 300 km. Totalt transporterades 42 955 000 ton rundvirke på lastbil, och transportmängden var 3758 Mton*km, år 2009. Samma år transporterades 7 124 000 ton rundvirke på järnväg, dvs 17% av det som går på lastbil.

Det distribuerade arbetssättet som är nödvändigt i skogsbruket gör att många (i stort sett allt) av de skogliga arbetena är beroende av fossila bränslen för energiproduktion. Skogsstyrelsen har så vitt känt ingen uppskattning av det totala arbete (energiförbrukning) som utförs i skogsbruket.

De ökningarna som vi kan förvänta oss i avverkningsvolymerna, och därmed i arbete och transportarbete, skall vägas mot den klimatnytta som ett utvecklat användande av skogsråvara för energi och konstruktionsmaterial har. Flera av de ökningarna som förspås, dels som resultat av ökad tillväxt och dels från ett ökat utnyttjande, är föranlett av en vilja att öka utnyttjandet av förnyelsebara energislager.

Tabell 1. Tabellen beskriver bränsleförbrukning i skogsbruket. Data till tabellen är hämtade från Brunberg 2010. Det framgår inte av undersökningen om bränslemängder är omräknade till ekvivalenta bränslen.

Bränsleförbrukning i skogsbruket	1000 m ³ bränsle	Andel
Plantor	13,5	4%
Marberedning, Røjning, Gødsling	9,0	3%
Avverkning	67,6	21%
Skotning, virke	50,4	16%
Vidaretransport, virke	158,7	50%
Grenar och toppa	19,8	6%
Summa	319,0	100%

Transportsnålt samhälle

Terrängtransporter

Transport av virke, annan råvara och utrustning, är mångdubbelt mer energiförbrukande i terrängen än på vägar. En av de viktigaste åtgärderna är därför att skapa skogsbilvägssystem med optimal utformning, utifrån ett klimatperspektiv. Ett alltför glest vägnät gör att onödigt många transporter sker i ter-

rängen, ett alltför tätt vägnät bidrar med för stor energiförbrukning i vägbyggnation och alltför mycket skogsmark som inte producerar virke.

Idag anmäls nybyggnation av storleksordningen 3700 km skogsbilvägar per år (siffran är beräknad ur data från skogsstyrelsens ärendehanteringssystem för ärenden anmälda enligt skogsvårdslagen, för år 2010). Totalt bedöms det att det finns 210 000 km skogsbilvägar i Sverige, och i Vägplan 90 bedömde man att nybyggnadsbehovet var 300 000 km.

Skogsbilvägar kan vara ett effektivt sätt att minska energibehovet vid virkes transporter, om utformningen av vägnäten görs för att optimera (minimera) transport energiförbrukningen. Många av de vägar som anmäls för avverkning och byggnation i dag, har inte en optimal utformning. För att nå optimala vägsträckningar, och maximera transportnytta och minimera vägbyggnadens energiförbrukning krävs i de flesta fall att flera fastighetsägare samverkar. Istället byggs idag många vägar som bara betjänar en eller ett fåtal fastigheter, och där väglängden blir alltför stor i förhållande till det skogsområde som vägen skall betjäna.

Före 1994, användes statliga stimulansmedel till att initiera utbyggnad av skogsbilvägar till den täthet som då ansågs optimal, och för att fastighetsägare skulle samverka om lämpliga väglösningar med god båtad. Även om det, så vitt vi vet, inte finns några analyser av hur väl detta system fungerat och uppnått målen, är det en allmän uppfattning bland skogstjänstemän att samordningen och effektiviteten i vägutbyggnaden minskat efter 1994.

Sannolikt finns det andra möjligheter att skapa långsiktiga incitament för optimal, samordnad och miljömässigt balanserad vägutbyggnad. Höjda drivmedels eller koldioxidskatter/kostnader bör bidra till en större vilja till energieffektivisering genom effektiv utbyggnad av skogsbilvägsnätet.

Transportslag

Skogstransporter kommer sannolikt alltid till en del ske med lastbil. Idag skattas medeltransportlängden med lastbil till storleksordningen 100 km. Tåg blir oftast inte aktuellt förrän vid transportlängder längre än 300 km. Även en mindre förkortning av medeltransportavståndet med lastbil innebär sannolikt en minskad energiförbrukning. Detta bör regionalt kunna ske genom tidigare omlastning från lastbil till tåg, och större volymer på tåg. Incitament för detta skapas genom gynnsamma omlastningsvilkor, dyrare lastbilstransporter, och kapacitet på järnväg.

Ruttplanering

Ruttplanering av terrängtransporter och lastbilstransporter kan sannolikt minska energianvändningen i skogstransporter. System för effektiv planering av terrängtransporter på avverkningstrakter är under utveckling, med det är för tidigt att skatta hur effektiva dessa är i att begränsa skogsbrukets klimatpåverkan (Montashami 2011, Westlund 2011).

Energieffektiv användning

Terrängtransport, avverkning, och anläggning - teknikutveckling

Drivning förbrukar uppskattningsvis 38 % av skogsbrukets totala energiförbrukning (se Tabell 1). Teknikutveckling pågår för att minska energianvändningen vid drivning och anläggning. Det gäller effektivare system med nuvarande teknik, och ny teknik, t ex hybridteknik och bränsleceller (Brunberg 2010).

Variabelt lufttryck (CTI = Central Tyre Inflation) har prövats på skotare och visar på lovande resultat i minskad bränsleförbrukning.

Dagens hybridteknik visar på en drivmedelsförbrukning på 44 % av traditionell skotningsteknik (Bergkvist muntlig kommentar). Hybriddriften innebär att en mindre dieselmotor genererar el, och att hjulen drivs av elmotorer. Vid utförskörning fungerar elmotorerna som bromsande generatorer, och laddar batterierna. Framtida utveckling kan innebära ytterligare förbättringar, t ex genom att även kranen ingår i hybridsystemet.

Direktlastning, eventuellt med fjärrstyrd skördare (Besten) eller med drivare minskar bränsleförbrukningen med storleksordningen 20-50 %, eftersom flera kranhanteringsmoment försvinner (Bergkvist muntlig kommentar). Dessutom minskar förlusterna i virke, som förbrukat energi vid avverkning, men aldrig hittas igen vid skotning.

Konceptsystem för anläggningsmaskiner, med målår 2020, innehåller bränsleceller och i stort sett helt elektrifierade maskiner, med mycket hög verkningsgrad. Ny material och design innebär lätta konstruktioner.

Genom utbildning av förare kan dagens arbetsmaskiner köras optimalt, med lägre bränsleförbrukning än traditionellt.

Incitament för teknikutveckling och investeringar i energieffektiv teknik, kan vara bränslepriser och investeringsstöd.

Referenser

Bergkvist, Isabelle, Löfgren, Björn, och Löfroth, Claes 2007, Emerging techniques and technologies to keep forestry profitable considering global environmental impact, Proceedings of the international mountain logging and 13th pacific northwest skyline symposium.

Brunberg, Torbjörn 2010, Bränsleförbrukning i skogsbruket, Skogsforsk Arbetsrapport nr 721-2010.

Mohtashami, Sima 2011, Bättre planering av avverkningsvägar med GIS, Skogsforsk Resultat nr 6-2011.

Nordlund, Sten 1996, Drivningsteknik och metodutveckling i storskogsbruket, Skogforsk Resultat, nr 4-1996.

Skogsstyrelsen 2008, Skogliga konsekvensanalyser 2008.

Skogsstyrelsen 2011, Skogsstatistisk årsbok 2011.

Westlund, Karin 2011, Optimerad skotning av rundvirke, grot och stubbar, Skogforsk Resultat nr 18-2011.

/Referenser

- Arcadis, Risk & Policy Analysts Limited (2010) Study in View of the Revision of Directive 97/68/EC on Non-Road Mobile Machinery (NRMM) (An Emissions Inventory and Impact Assessment) Final Report Module 1 - An Emissions Inventory prepared for European Commission Directorate General Enterprise and Industry
- Björn Eriksson (2007) Control Strategy for Energy Efficient Fluid Power Actuators Utilizing Individual Metering. Linköping Studies in Science and Technology, Thesis No. 1341 LiU-Tek-Lic 2007:50
- Christian Sörli Ekström, Per Engström (2012) Miljöoptimerade transporter i byggbranschen. Rapport förstudie SBUF-projekt, Sveriges Byggindustrier
- Christian Wetterberg, Roger Magnusson, Magnus Lindgren, Stefan Åström (2007) Utsläpp från större dieseldrivna arbetsmaskiner - Inventering, kunskapsuppbyggnad och studier om åtgärder B19 och styrmedel, SLU, Institutionen för biometri och teknik, Rapport – miljö, teknik och lantbruk 2007:03
- Christian Wetterberg, Roger Magnusson, Magnus Lindgren, Stefan Åström, Erik Fridell, Stefan Åström, Mohammed Belhaj, Larsolov Olsson (2007) Arbetsmaskiner - Inventering av utsläpp, teknikstatus och prognos, Naturvårdsverket, Rapport 5728, september 2007
- Filla (2009) Hybrid Power Systems for Construction Machinery - Aspects of System Design and Operability of Wheel Loaders. ASME 2009 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, <http://dx.doi.org/10.1115/IMECE2009-10458>
- Gunnar Larsson (2012) Hybridisering av mobila icke-väggående fordon – Översikt över teknikläget samt drivkrafter och begränsningar för framtida utveckling. Sveriges lantbruksuniversitet Rapport 043, ISSN 1654-9406, Uppsala 2012
- Gunnar Larsson (2012) Potential för bränslebesparingar genom hybridisering av hjullastare. Sveriges lantbruksuniversitet
- Johannes Andersen, Sören Åberg, Lennart Erlandsson (2010) Methods to calculate and declare fuel consumption for heavy non road mobile machinery – Literature study. AVL MTC 0911
- Jonas Lindén (2008) Koldioxidutsläpp vid vägbyggnad - en fallstudie med jämförelse av alternativa byggnadssätt. Examensarbetet LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg Trafik och samhälle/Väg och trafikteknik
- Magnus Lindgren, Ola Pettersson, Per-Anders Hansson, Olle Norén (2002) Engine load pattern and engine exhaust gas emissions from off-road vehicles and methods to reduce fuel-consumption and engine exhaust gas emissions, JTI-rapport R-308. ISSN 1401-4963

- Olof Enghag, Camilla Lagerkvist Tolke, Gugge Häglund, Magnus Lindgren, Arne Öberg, Jarl Hammarqvist (2010) Regeringsuppdrag att främja sparsam körning med arbetsmaskiner, Jordbruksverket, Rapport 2010:15
- Per Jonsson (2007) PM Energieffektivisering DoU, 2008-07-02. Dnr: 2007/0657-24, VTI
- Per-Anders Hansson, Dan Haupt, Kjell Holmgren, Bengt Johansson, Magnus Lindgren, Björn Löfgren, Kent Nord, Olle Norén, Ola Pettersson, Christian Wetterberg (2002) Development of relevant work cycles, emission factors and reduction of fuel consumption for working machines, , JTI-rapport R-309, ISSN 1401-4963
- Peter Achten, Georges Vael, Kim Heybroek (2011) Efficient hydraulic pumps, motors and transformers for hydraulic hybrid systems in mobile machinery. Wissensforum VDI
- Reno Filla (2005) Operator and Machine Models for Dynamic Simulation of Construction Machinery. Linköping Studies in Science and Technology, Thesis No 1189, LiU-Tek-Lic 2005:44
- Reno Filla (2008) Alternative system solutions for wheel loaders and other construction equipment. Paper No 5, 1st International CTI forum alternative and hybrid drive trains, Berlin, Germany
- Trafikanalys (2011) Fossilbränsleoberoende transportsektor 2030 – hur långt når fordonstekniken? Slutrapport 2011-11-23, Profu på uppdrag av Trafikanalys



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge, Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se