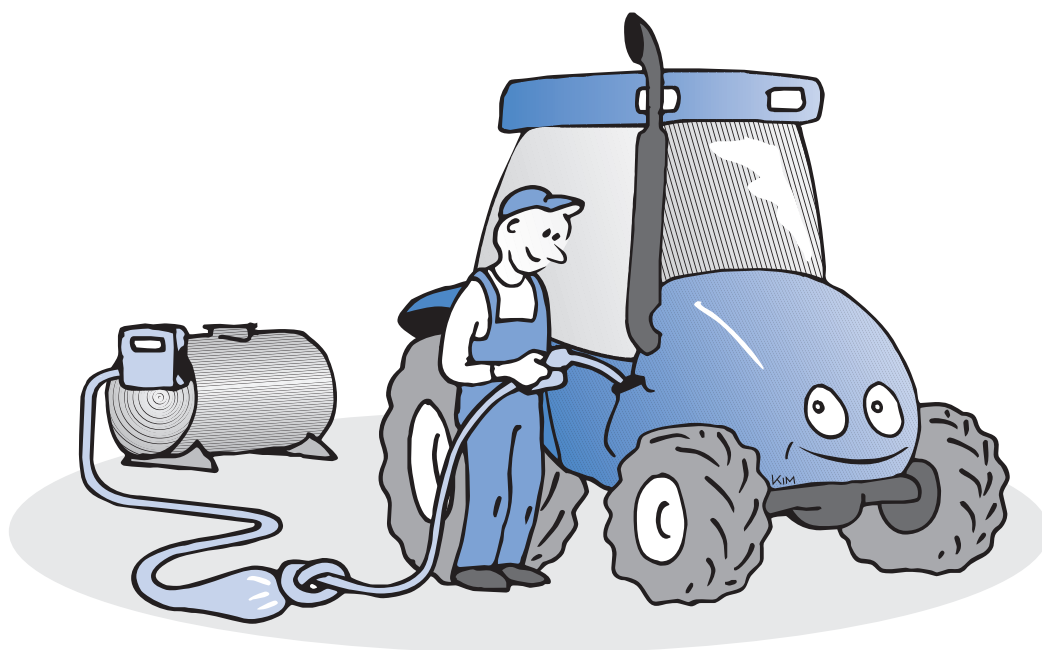


Sänk dieselförbrukningen vid traktorarbeten!



Producerad vid JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
på uppdrag av Skogs- och Lantarbetsgivareförbundet (SLA)
Författare: Ola Pettersson



SLA
Skogs- och Lantarbetsgivareförbundet



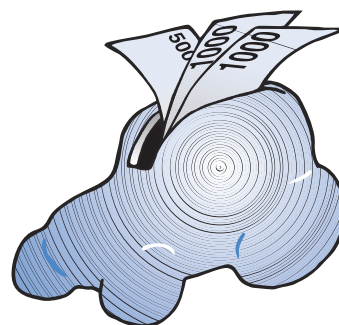
Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Inledning

Bränslet till lantbrukets maskiner utgör en betydande kostnad för ett lantbruksföretags ekonomi. Det står för mer än en tredjedel av traktorkostnaderna, vilket betyder en kostnad i storleksordningen 35 000-40 000 kr per 100 hektar brukad mark. Att göra investeringar för att sänka bränslekostnaderna kan vara lönsamt på maskiner som nyttjas hårt.

Det krävs dock ordentliga analyser och beräkningar innan en investering görs – annars kan kostnaderna bli större än besparingen. Men framför allt: när man av andra skäl ska investera i nya maskiner bör frågan om bränsleeffektivitet prioriteras högt.

Det går att spara bränsle med ganska små insatser, utan stora investeringar. Denna skrift handlar om vad man själv kan göra för att sänka bränsleförbrukningen i sina lantbruksmaskiner, och då främst vid traktorarbeten. Investeringskalkyler och bränslebesparings-exempel redovisas dock med reservation för förändrade bränslepriser. De redovisade siffrorna baseras på priser i april 2004, då en skattesänkning på diesel till lantbruket diskuterades. En sådan skattesänkning skulle påverka de kalkyler som presenteras här.



Innehållsförteckning

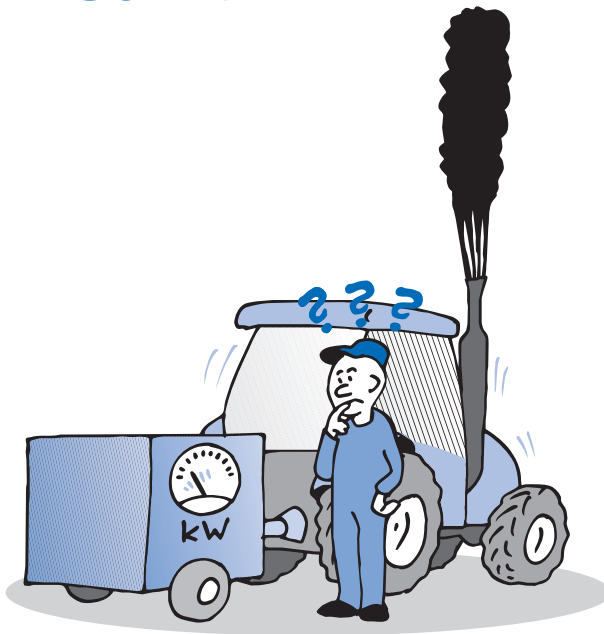
| | |
|--|----|
| Förebyggande underhåll | 3 |
| Motorvarvtal och belastning | 4 |
| Transmission, växellådor och hydraulik | 6 |
| Slirning | 9 |
| Val av hjul- och däckutrustning | 10 |
| Differentialspärr | 11 |
| Fyrhjulsdrift | 12 |
| Eco-driving | 13 |
| Diskussion | 14 |
| Bilagor | 18 |
| Källor | 24 |

Viktigt att tänka på när man värderar mängden förbrukat bränsle, är att mäta bränsleförbrukning per producerad vara – t ex liter/bal eller liter/plöjd hektar – i stället för liter/timme, som inte säger någonting om den nytta bränslet har gjort i företaget.

Längst bak i häftet finns några bilagor som kan användas för att bedöma nivån på det egna företags bränsleförbrukning.

Förebyggande underhåll

Bild 1. Ett enkelt sätt att konditionstesta en traktor är att prova den i en sk bromsbänk, som finns på de flesta större verkstäder. Traktorn ska kunna uppnå angiven maxeffekt utan att ryka för mycket.



Motorer i dåligt skick drar mer bränsle än normalt. Det finns många orsaker till det, t ex igensatta luftfilter, otäta och dåligt justerade insprutare, slitna motorer med otäta kolvar och ventiler, turboaggregat med dålig funktion och slitna eller feljusterade insprutningspumpar.

"Det ska inte ryka svart under en jämn och hög belastning när motorn är varm."

Detta kan du göra själv!

Var observant på onormala detaljer som mer och svartare rökutveckling i avgaserna, tendenser till varmgång, onormal vevhusventilation, förändrat motorljud eller ökad konsumtion av motorolja och bränsle. Dessa effekter smyger sig ofta på lite sakta, och kan vara svåra att upptäcka.

En ökning av bränsleförbrukningen eller en effektminskning på 10% kan vara svårt att identifiera. Låt en verkstad prova motoreffekten via kraftuttaget.

Traktorn ska leverera angiven effekt utan att ryka. Svartrök kan komma vid tvära förändringar i varvtal och moment, men det ska inte ryka svart under en jämn och hög belastning när motorn är varm. Följ instruktionsbok och service-schema. Fundera på om traktorn har varit utsatt för extrema förhållanden som påkallar utökad service. Använd motorvärmare så fort temperaturen ute närmar sig nollstrecket – det spar bränsle och skonar motorn från onödigt slitage.

Motorvarvtal och belastning

Motorn ska arbeta hårt för att ge bästa bränseleekonomi. Detta beror på att varje arbetsmoment har en "fast kostnad" i form av spillenergi som går till fläktar, kylanläggningar m m. Denna fasta kostnad är ungefär lika stor oavsett hur mycket motorn belastas. Det gäller att sprida den fasta kostnaden på många "nyttiga" kilowattimmar.

"Det mest ekonomiska varvtalet ligger ofta vid 70-80% av maxvarvtalet."

Både motorn i sig själv och hur den belastas betyder väldigt mycket för den totala bränsleförbrukningen. Motorer från olika tillverkare som är jämförbara i prestanda, kan vid prov i testbänk ha upp till 10 procents skillnad i bränsleförbrukning. Motortillverkarna strävar efter en så flack och bred bränsleekonomisk kurva som möjligt, så att motorn ska kunna arbeta bränsleekonomiskt både på hög och låg belastning och på höga och låga varvtal. Varje motor har trots det sina bästa varvtal där den är som mest ekonomisk att köra.

Generellt kan man säga att motorerna ger bäst verkningsgrad och därmed bästa bränsleekonomi om de belastas hårt. Det mest ekonomiska varvtalet ligger ofta vid 70-80% av maxvarvtalet. Om motorn går lätt belastad är det ofta fördelaktigt att sänka varvtalet genom att lägga i en högre växel, för att på så sätt komma upp i motormoment. Detta ökar bränsleeffektiviteten, dvs gör att mängden tillförd bränsle utnyttjas bättre. Bild 2 visar att motorn måste belastas med ett motormoment över 30% för att nå en god bränsleeffektivitet.

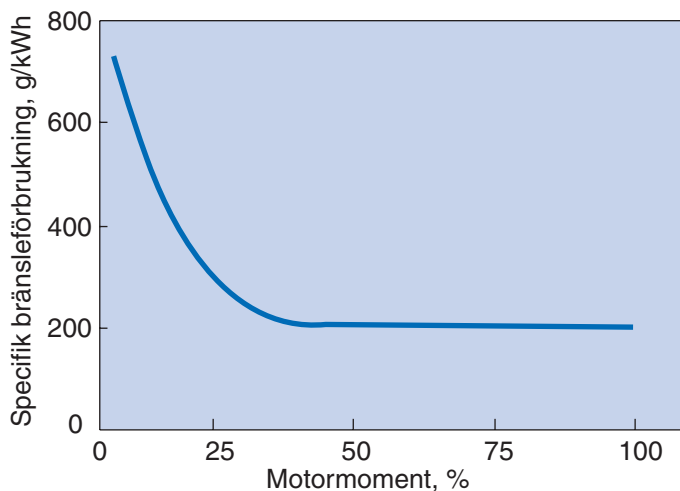


Bild 2. Motorn utnyttjas bäst när den belastas över 30%.

Traktormotorn är gjord för att gå med högt effektuttag. Bästa bränsleekonomi uppnås när traktorn får arbeta maximalt – under förutsättning att effekten används till något nyttigt. Ett exempel på detta ges i bild 3. Där visas resultat från ett prov som utförts vid JTI (Lindgren, Pettersson m fl, 2002). Man lät en traktor plöja med tre-, fyr- respektive femskärig växelplog under så likartade förhållanden som möjligt, och jämförde momentan effektåtgång, slirning, bränsleförbrukning m m. Den 4-skäriga plögen visade sig vara effektivast. Den 5-skäriga plögen var i detta fall lite för stor för traktorn, och gav för mycket slirning.

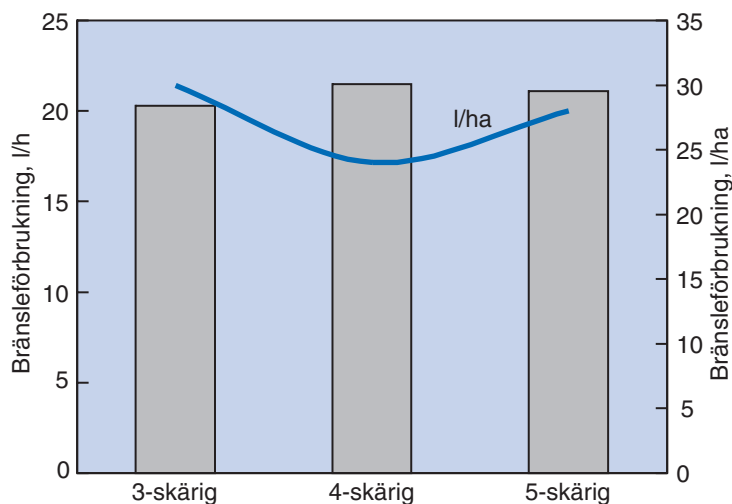


Bild 3. När motorn belastades hårdast (med 4-skärig plog) och hade den högsta bränsleförbrukningen (22 liter/timme) var effektiviteten som störst (24 liter diesel/plöjd hektar).

Detta kan du göra själv!

Leta fram uppgifter om din traktor och ta reda på vid vilket motorvarvtal som den arbetar mest ekonomiskt (detta varvtal ligger oftast lägre än PTO-varvtal och motorns maxeffektvarvtal). Försök styra arbetena till detta varvtal. Det finns dock arbeten som kräver fullt kraftuttagsvarvtal och/eller fullt effektuttag, och då ska motorn gå på dessa högre varvtal.

Transmission, växellådor och hydraulik

Den nya tekniken som finns för transmission- och hydrauliksystem erbjuder stora möjligheter, men är också dyr i inköp. Utvecklingen har betytt mycket för förarkomforten i traktorhytterna, då traktoreorna blivit lättare att köra och reglagen mer lättmanövrerade. Rätt utnyttjad betyder de nya transmissions- och hydrauliksystemen även lägre bränsleförbrukning.

Transmissionen, dvs energins väg från motorn till det arbete som ska utföras, förbrukar stora mängder energi som går bort genom värme. Sådana energiförluster sker t ex i pumpar som cirkulerar stora mängder olja till relativt höga tryck, i syfte att hålla tryck i olika kopplingar och servosystem; vid s k plaskförluster i växellådor som uppstår när drev och kugghjul snurrar i oljebad; eller när separata smörjoljepumpar pumpar ut olja till olika lager och bussningar. Dessa förluster är som störst innan systemen har nått drifttemperatur.

Dagens transmissioner är ofta hopbyggda system där hydraulik, slutväxlar och bromsar ingår. Ett av syftena med detta är att på ett effektivt och snabbt sätt kunna balansera systemens arbetstemperaturer till rätt nivåer. Man vill fort nå arbetstemperatur och därefter kontrollera temperaturen med hjälp av transmissionsoljekylare. I dessa system kan man använda en tunnare olja som ger mindre förluster i transmissionsystemen. Tidigare, t ex till gamla Volvo-traktorer, användes olja av typen SAE 80-90 som var väldigt trög innan den blev varm. Vid kallstarter vintertid gick en mycket stor del av motoreffekten åt till att bara driva runt transmissionen.

I en studie vid JTI undersöktes vilken effekt som vevaxeln på en Valtratraktör 6650 Hi Tech måste leverera för att enbart driva transmissionen och hydrauliken obelastad, se tabell 1. Det går 10 kW i motoreffekt för att driva transmission och hydraulik obelastat vid fullt motorvarvtal. Detta värde är representativt för en modern traktor. Utöver dessa förluster tillkommer förluster från generator, kylfläkt och luftkonditionering.

Tabell 1. Förluster orsakade av hydraulik och transmission, mätt på obelastad traktor vid två olika varvtal. Obelastad innebär här att motorn ska övervinna endast transmissionens och hydraulikens förluster. (Efter Nordin, 2001.)

| Uppmätt vevaxe-effekt, obelastad | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Varvtal (rpm) | Effekt (kW) | Effekt (hk) |
| 2 250 | 10 | 14 |
| 1 000 | 4 | 5 |

Laststyrda hydraulsystem

När det gäller hydraulsystem blir det allt vanligare att traktortillverkarna använder så kallade Ls-system (load sensing eller laststyrda system). Dessa system arbetar efter principen att inte pumpen ska ge mer tryck och flöde än vad som för tillfället krävs. På detta sätt minskas förlusterna som uppstår av onödig rundpumpning.

Följande jämförelse kan belysa Ls-teknikens betydelse: En traktor med klassiskt konstantflödessystem med pumpar av kugghjulstyp ger ett flöde på 95 l/min vid ett varvtal på 2 200 rpm. Det sker konstant vid 20 bars tryck för att säkerställa funktioner till styrning och transmission trots att bara en liten del av detta flöde behövs till dessa funktioner. Detta hydraulflöde kostar teoretiskt 3,2 kW att driva. Om traktorn i stället hade haft en Ls-pump, hade det sänkt flödet från 95 till 22 l/min, vilket krävs för styrning och transmission. Det hade reducerat effektbehovet till mindre än 1 kW.

Det är viktigt att tillkopplade redskap harmonierar med traktorns hydraulsystem och utnyttjar traktorns potential till effektbesparing. Ett lyckat försök gjordes på en traktor med tillkopplad potatisupptagare. Både traktorn och upptagaren hade avancerade "load sensing system". När systemen anpassades till varandra sjönk temperaturen i hydraulsystemets returledning med ca 40 °C, vilket resulterade i en effektbesparing (H-H. Harms, 2001).



Bild 4. Det är viktigt att traktor och redskap är anpassade till varandra. Man kan till exempel ibland behöva koppla in en extra hydraulisk signalledning mellan traktor och redskap för att de ska fungera effektivt ihop.

Steglösa växellådor

De nya, allt vanligare växellådorna med steglös transmission (continuously variable transmission) är något mer effektkrävande än klassiska mekaniska växellådor med ett antal snabbväxellägen. Men steglös transmission har en stor fördel, genom att de kan utnyttja traktorns motor mer optimalt, vilket innebär att bränsleförbrukningen minskar. De flesta traktorer med steglös transmission har även datorprogram som samstyr motor och växellåda, vilket ger möjligheter till ekonomistyrda körprogram.

Den tyska maskinprovningen DLG har jämfört några traktorer med steglös transmission med en motsvarande traktor med konventionell växellåda (Lantmannen nr 10/2001). Resultaten visar att traktorerna med steglös transmission var 10-20% bränslesnålare än referenstraktorn vid körning med släp på backig landsväg. De var dessutom 10-15% snabbare, även om växellådan var inställd för ekonomisk körning. Maskinägare som har satsat på den nya generationens växellådor med steglös utväxling vittnar om ännu större bränslesparingar än så, framförallt när det har varit mycket tomtransportkörning.

”Vi bytte vår gamla stordragare mot en traktor med steglös transmission för ett år sedan. Bränslebesparingen kommer att betala merkostnaden för den avancerade växellådan på tre år. Samtidigt har den mjuka gången bidragit till en mer behaglig och lugnare förarmiljö.”

Joakim Sandqvist,
Landsberga Gård Maskin AB

Detta kan du göra själv!

Kontrollera att rekommenderad olja finns i transmission och hydraulik – både sommar och vinter. Kontrollera att inga bromsar ligger och smygdrar på traktor eller släp. Kontrollera att tillkopplade hydraulsystem på redskap är korrekt kopplade mot traktorns hydraulik (gäller framför allt hydrauliksystem med Ls-pumpar, där det ofta måste kopplas in en extra signalledning till traktorn). På redskap som kräver ett rundpumpningsflöde är det extra viktigt att ledningsdimensionerna är anpassade till traktorns hydraulikflöde. Var observant på att hydraulfunktionerna inte står och pumpar mot ett ändläge, så att oljan under längre tid går via en överströmningsventil.

Vid köp av ny traktor: ta med bränsleförbrukningen på kravlistan. Bränsleförbrukning anges oftast i enheten g/kWh (gram förbrukat bränsle per producerad timme mekanisk energi), och brukar mätas på vevaxeln, kraftuttaget eller som dragkrokseffekt (effekt via hjulen till mark). Tabeller över bränsleförbrukning, motoreffekt m m brukar finnas i t ex facktidsskrifter. Beräkna med hjälp av dessa om t ex de förväntade bränslesparingarna vid din typ av verksamhet betalar en investering.

Slirning

En metod för att uppnå bättre verkningsgrad på insatt bränsle är att inte slira bort alltför mycket av den tillförda energin. Man når högst verkningsgrad mellan motor och dragkrok vid slirning på 10-20% (se bild 5). Verkningsgraden börjar därefter sjunka, men är fortfarande högre vid 30% än vid 10% slirning. För hög slirning orsakar också ett högre däckslitage.

En viss slirning är nödvändig vid dragande fältarbeten och kan betyda att motoreffekten utnyttjas rätt. Men det är ganska svårt att med ögat avgöra hur stor slirning man har. En slirning på 10% syns knappt; en sådan slirning kan man ha på torr asfalt med en tung kärra efter traktorn. Vid en slirning på 15-20% ser man tydligt en hastighetsskillnad mellan däck och mark och man kan även börja se jordältning i spåren efter traktordäckens ribbor.

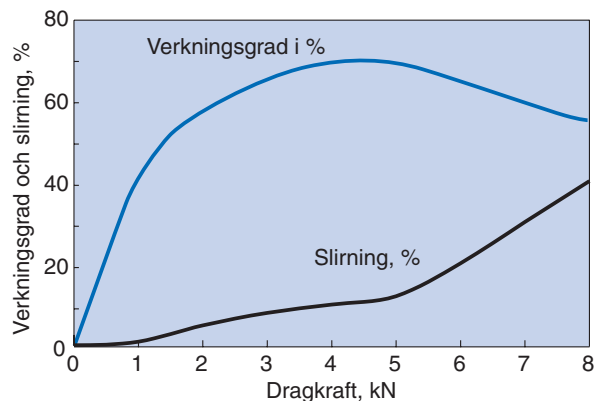


Bild 5. Viss slirning behövs för att få hög verkningsgrad (Efter Danfors, 1980).

Detta kan du göra själv!

Se till att varje hjul har möjlighet att bidra med maximal dragkraft, genom att det råder lämplig viktfordelning mellan axlarna. En fyrhjulsdriven traktor ska alltså ha tyngd fördelad över framhjulen, vilket även bidrar till mindre jordpackning.

Släpa inte med extravikt på traktorn i onödan. Det är bättre att ha mindre men rätt placerade extravikter.

Differentialspärar ska användas. Utnyttja automatik när sådan finns.

Däcken ska vara anpassade till underlaget, och ha korrekt lufttryck (se vidare nästa avsnitt).

Om fästet är bra, och slirning inte är något problem vid bakaxelsdrift, är det bränslebesparande att lägga ur fyrhjulsdriften. Framhjulen går oftast med några procents framfördrivning jämfört med bakaxeln, vilket orsakar energiförluster och däckslitage.

Val av hjul- och däckutrustning

Rätt däckutrustning för varje arbetsuppgift låter självklart, men verkligheten tvingar ofta lantbrukaren att göra en kompromiss, och välja mellan fält- eller vägdäck. Nu lanseras nya typer av fältdäck som påstås kunna klara vägkörning med samma ringtryck som används vid fältkörning.

”Om du ofta gör vägtransporter med stora släpvagnar är det viktigt att kontrollera släpets hjulinställning så att alla hjulaxlar går rakt.”



Bild 6. Det anses vara möjligt att spara 2-4% bränsle genom att använda breda däck i fält, beroende på att hjulen då inte sjunker ner i marken.

Däckets uppgift är att bära upp vikt och, i de fall hjulet är drivande, att överföra dragkraft. Om däckets är hårt och smalt samt har stor diameter och begränsat däcksmönster, rullar det väldigt lätt och ger därigenom bästa bränsleekonomi – men bara på ett hårdgjort underlag. På mjuka underlag är det viktigt för bränsleekonomin att inte hjulet sjunker ner i markskiktet, då kan hjulet skapa en så kallad bulldozing-effekt, och skjuta jord framför sig. För att minimera sådana effekter från hjulet kan man utnyttja stora, breda och mjuka däck med ett lägre lufttryck. På hård väg skulle detta ge sämre bränsleekonomi på grund av förluster i däckets, men på fält ger det en lägre bränsleförbrukning då rullmotståndet från marken inte blir så stort. Det anses vara möjligt att spara 2-4% bränsle genom att använda breda däck i fält. Dubbelmontage anses vara mindre energi-krävande än så kallade twindäck (Danfors, 1988).

Det är generellt sett stor skillnad mellan vägdäck och fältdäck. Oftast får man dock välja någon form av kompromiss, dessutom justera lufttrycket i däcken beroende på arbetsuppgift, för att minska markpackning och däckslitage. En ny typ av däck har nyligen lanserats där man kan köra med reducerat lufttryck även på väg i högre hastigheter utan att däcken tar skada. Det saknas ännu uppgifter om hur det slår på bränsleförbrukningen.

Detta kan du göra själv!

Välj breda däck eller dubbelmontage om du ska köra i fält. Vid on-land plöjning är man inte begränsad av att hjulen ska gå ner i fåran eller av rätt spårvidd fram och bak, utan är friare att nyttja breda däck. Begränsningen ligger då i stället i traktorns totalbredd (maxbredd för tunga fordon på väg är 2,60 m) (Vägverket, 2003). Välj andra typer av hjul och däck om traktorn ska användas ofta i transportkörningar. På väg är det viktigast att hjulet rullar lätt.

Om du måste välja däck som klarar både fält- och vägkörning, måste lufttrycket justeras efter arbetsuppgift. Kontrollera med din däckleverantör vilket lufttryck som är det rätta för dina däck vid olika arbetsuppgifter.

Om du ofta gör vägtransporter med stora släpvagnar utrustade med boggieaxel eller kanske trippel-boggie är det viktigt att kontrollera släpets hjulinställning. Det finns många exempel på tungdragna släp som gått betydligt lättare efter att hjulaxlarna justerats till att gå rakt fram.

Differentialspärr

Att låsa differentialspärren betyder ofta att slirningen kan minskas, vilket ger bränsleekonomiska fördelar. En annan effekt av låsning är att färre delar i differentialhuset snurrar med inbördes rotation i förhållande till varandra, vilket ger mindre friktionsförluster. Sådana förluster kan vid hård belastning betyda 2% högre bränsleförbrukning (Danfors, 1988). En ännu större vinst finns i att slirningen minskas.



Bild 7. Med låsta differentialspärrar kan man minska slirningen, och även förlusterna i växellådan.

Detta kan du göra själv!

Glöm inte bort att använda differentialspärrarna, även för framaxeln om sådan finns. Använd spärrarna mer aktivt. Utnyttja de eventuella automatiska system som finns för i- och urläggning av spärrarna.

Fyrhjulsdrift

Fyrhjulsdriften har betytt mycket när det gäller att minska slirning och öka framkomligheten, kanske framför allt vid lastarkörning. Men det är också viktigt att koppla ifrån fyrhjulsdriften när den inte behövs – t ex vid vägkörning och lättare arbeten – för att spara på däcken och på bränslet.

Fyrhjulsdrift måste i dag anses som standardutrustning på en traktor. En bidragande orsak till det är att det i praktiken krävs fyrhjulsbroms på traktorer som registreras för 40 km/h och detta ordnas oftast via transmissjonen. Fyrhjulsdriften i sig betyder teoretiskt sett större förluster i transmission och tyngre traktorer som sjunker djupare i fältet och får ett högre rullningsmotstånd. Fyrhjulsdrift ger inte i sig självt lägre bränsleförbrukning, men innebär att slirningen

kan minskas och att motoreffekten kan utnyttjas bättre.

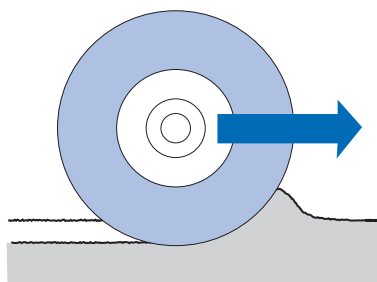


Bild 8. Sk bulldozing-effekt innebär att däckets skjuter en vall av jord framför sig. Effekten minskar med fyrhjulsdrift.

Det som talar för att fyrhjulsdrift ska ge lägre bränsleförbrukning är att en sådan traktor ofta har större hjulutrustning som ger mindre rullningsmotstånd i fält. Dessutom ger ett drivande hjul automatiskt mindre bulldozing-effekt. Den viktigaste effekten av fyrhjulsdrift är att det blir lättare att fördela traktorns vikt och att därigenom dra nytta av alla drivande hjul. Detta minskar slirningen och man kan utnyttja motoreffekten bättre, vilket ger den största effekten av fyrhjulsdrift för bränsleekonomin.

Detta kan du göra själv!

Lägg ur fyrhjulsdriften när den inte behövs. Transmissjonen är byggd så att framhjulen ska gå 2-5% fortare än bakhjulen för att få ett fordonsdynamiskt stabilt ekipage. Detta orsakar onödig bränsleförbrukning och däckslitage om fäste ändå finns. Kontrollera att fram- och bakdäck är jämnt slitna och har rätt kombination av däcksdimensioner så att inte fel hastighet uppstår mellan fram- och bakaxel.

Eco-driving

Eco-driving har blivit ett begrepp när det gäller ekonomiskt och bränslesnålt körsätt. Namnet har sitt ursprung från företaget EcoDriving International AB som är dotterbolag till STR (Sverigers Trafikskolors Riksförbund). Företaget har under många år bedrivit utbildning av professionella förare både inom lätt och tung trafik. På senare år har de riktat utbildningar mot entreprenadmaskinförare. De har även haft ambitionen att starta utbildningar för lantbrukare.

Så eco-driving handlar om ett körsätt som minimerar tomkörning och onödigt arbete. Det handlar även om att hela tiden välja bästa växel och motorbelastning i förhållande till arbetsuppgift. För att klara det bör det finnas någon form av bränsleförbrukningsmätare som kan ge direkt återkopplad information till föraren. På större moderna traktorer med elektroniskt styrd insprutningspump brukar det finnas någon form av mätare för bränsleförbrukningen. En sådan mätare kan vara till stor hjälp när man vill hitta det mest ekonomiska arbetsläget. Att eftermontera en så kallad "Econen"-mätare, som säljs via företagsgruppen EcoDriving, på traktorer är möjligt endast då motorerna har en viss typ av EDC-styrssystem för insprutningen. I andra fall, då motorerna har mekaniska insprutningspumpar eller andra typer av elektroniska insprutningssystem, är det i stället möjligt att montera flödesmätare på bränsleledningarna. Det kan dock vara svårt att få tillräcklig upplösning och snabbhet med sådana mätsystem.

Det man i dagligt tal menar med eco-driving, har störst betydelse vid inomgårdskörning med t ex lastare. Sådan körning blir ofta ryckig och belastar motorn på ett sätt som ger täta och snabba förändringar i motorvarvtal och moment, vilket är ogynnsamt för dieselmotorn. Studier vid JTI visar att en ökning av bränsleförbrukningen med upp till 20% kan förekomma vid sådan ojämn motorbelastning. Denna merförbrukning av bränsle resulterar i helt eller delvis oförbrända bränslerester i avgaserna.

"En ökning av bränsleförbrukningen med upp till 20% kan förekomma vid ojämn motorbelastning."

Detta kan du göra själv!

Lär dig hur ditt maskinsystem fungerar och förändra ditt körmönster utifrån det. Montera ett mätinstrument i traktorn som kan sätta siffror på bränsleeffektiviteten i förhållande till resultat på fältet, eller för körjournal över hur mycket diesel du tankar i förhållande till prestation mätt i plöjd areal eller ton gödsel som har spridits.

Diskussion

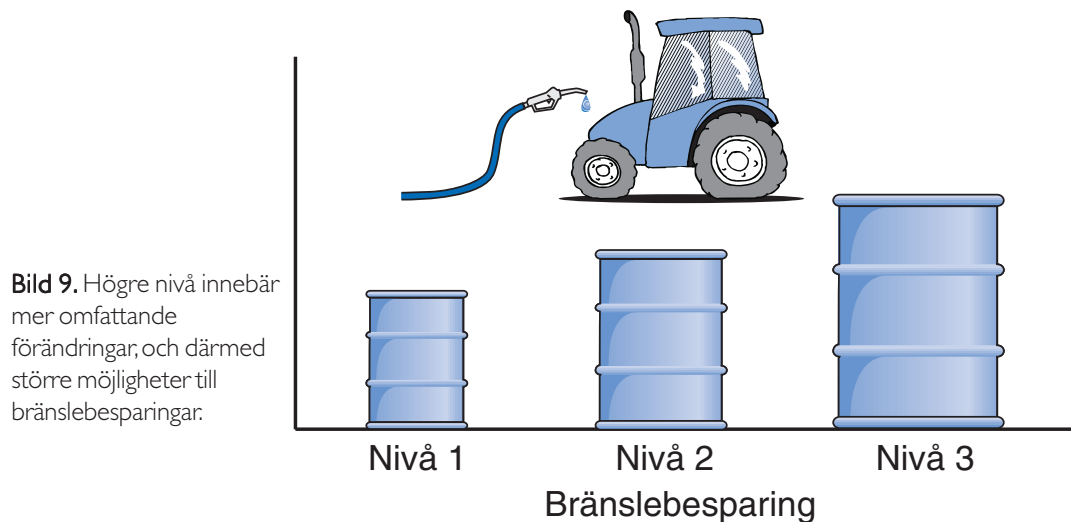


Bild 9. Högre nivå innebär mer omfattande förändringar, och därmed större möjligheter till bränslebesparingar.

Hur mycket man kan sänka bränsleförbrukningen, hänger ihop med var man sätter in åtgärderna. Generellt gäller att ju mer omfattande förändringar man gör, desto större kan bränslebesparingarna bli.

Besparing på olika nivåer

JTI har beräknat hur mycket bränsle som kan sparas utifrån insatser på tre olika nivåer i ett företag utifrån ett dieselpriis på 6 160 kr/m³ exkl moms (april 2004, leverans av minimum 3 m³ inklusive ortstillägg 115 kr/m³).

Nivå 1: Den lägsta nivån utgår från att företaget behåller sina befintliga maskiner och utför samma sysslor som tidigare. De förändringar som då blir möjliga, är t ex att serva och justera traktorer och redskap till bra skick, och att anpassa körsättet till ett bränslebesparande körmonster. Vad detta kan innebära, illustreras av följande räkneexempel.

Räkneexempel: Ett jordbruk har en traktor på ca 200 hästkrafter (hk) avsedd för tyngre arbeten på en spannmålgård. Traktorn används totalt 600 timmar/år, av vilka 400 timmar utgörs av verkligt fältarbete med tung belastning. Om traktorn i dessa fälttimmar i genomsnitt drar 20 liter/timme betyder det att bränsleförbrukningen blir 8 000 liter/år. Om man kan sänka medelförbrukningen vid fältarbetet med 5%, minskar kostnaderna med 2 460 kr för bara denna traktor.

Nivå 2: Insatser på en högre nivå utgår från att samma sysslor utförs som tidigare, men eventuellt med annan maskinell utrustning. Det innebär att man kanske byter ut både traktor och redskap till ett toppmodernt ekipage baserat på ett i grunden bränslesnålt motorpaket samt steglös transmission. Detta kombinerat med redskap som är väl dimensionerade för uppgiften kan betyda en bränslebesparing på 30%, beroende på vad man tidigare haft för maskiner.

Räkneexempel: Exemplet utgår från samma fakta som det föregående, men med 30% bränslebesparing skulle detta ge en minskad kostnad med 14 700 kr/år.

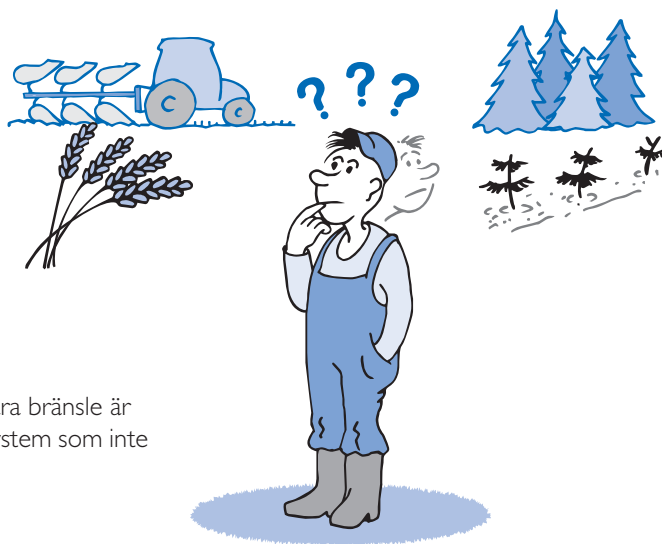


Bild 10. Ett sätt att spara bränsle är att välja ett brukningsystem som inte är så traktorintensivt.

Nivå 3: Besparingsinsatser på den högsta nivån utgår från att alternativa eller till och med färre sysslor utförs. Det som inte behöver utföras med maskiner kostar ingen diesel. Det kan därför vara värt att pröva om verksamheten går att bedriva mindre traktorintensivt. Det kanske är aktuellt att göra något helt annat eller odla något annat på markerna.

Räkneexempel: Det är svårt att ställa upp ett generellt räkneexempel som illustrerar den högsta nivån, eftersom den förutsätter så många valmöjligheter. Var och en måste räkna utifrån egna förutsättningar och erfarenheter. Ett exempel värt att nämna är dock den genomgång som gjordes vid JTI 1999 (Norén m fl), där man tittade på effekterna för både bränsleförbrukning och avgasemissioner vid en övergång till olika grader av reducerad jordbearbetning. Den visade bl a att bränsleförbrukningen minskade med 21% vid en övergång från ett traditionellt plöjningsbaserat brukningsystem till ett plöjningsfritt system, vilket innebar att ca 10 liter bränsle/hektar sparades. På en areal av 300 hektar betyder detta 18 500 kr i minskade kostnader för diesel.

Investerings exempel

Här ges exempel på hur en merinvestering i en avancerad växellåda eventuellt kan betala sig på sikt. Arbeten som har visat sig passa denna typ av växellåda är t ex transportkörningar, gödselspridning, snöröjning och tung jordbearbetning.

| Extrainvestering i steglös transmission: 100 000 kr | | | |
|--|----------------|----------------|-----------------------------------|
| Årlig extra kapitalkostnad: 14 000 kr | | | |
| | Drifftid (tim) | Besparing (kr) | Netto/år för extrainvest. (kr) |
| Besparing vid sänkt bränsle- kostnad på 20 kr/h | 300 | 6 000 | - 8 000 |
| | 600 | 12 000 | - 2 000 |
| | 900 | 18 000 | 4 000 (vinst) |
| Besparing vid sänkt bränsle- kostnad på 25 kr/h | 300 | 7 500 | -6 500 |
| | 600 | 15 000 | 1 000 (vinst) |
| | 900 | 22 500 | 8 500 (vinst) |
| Besparing vid sänkt bränsle- kostnad på 30 kr/h | 300 | 9 000 | - 5 000 |
| | 600 | 18 000 | 4 000 (vinst) |
| | 900 | 27 000 | 13 000 (vinst) |

Tabell 2. Investeringskalkylen utgår från ett exempel där man har investerat i en 150 hk traktor och betalat 100 000 kr extra för att få en steglös transmission. Beräkningarna visar att ju dyrare bränslet är, ju mer man kör och ju mer man kan sänka bränslekostnaderna genom effektivare motorutnyttjande, desto fortare betalar sig investeringen i steglös transmission. Villkoren är en kalkylränta på 6% och 10 års avskrivning. Ingen hänsyn har tagits till ökat eller minskat underhåll samt eventuellt högre eller lägre restvärde vid försäljning.

Enligt tabell 2 blir investeringen lönsam t ex vid en besparing på 25 kr/h när traktorn används cirka 600 timmar per år. Denna situation är inte omöjlig att uppnå, men det krävs att köparen vet vilka arbetsuppgifter som traktorn ska användas till och att det är arbetsuppgifter som verkligen passar denna typ av växellåda. Det förefaller som om brytpunkten för en lönsam investering går ungefär vid denna nivå. Följaktligen blir det förtjänst om bränslebesparingen är större eller traktorn går fler timmar per år.

Bränslebesparing och andra kostnader

När man försöker minska bränslekostnaderna, kan det vara svårt att avgöra om en minskad bränsleförbrukning leder till ökade kostnader inom andra områden. Om t ex ändrat körsätt resulterar i längre tidsåtgång, högre slitage på materialet eller till och med en lägre skörd.

Alla arbetsuppgifter har någon begränsande faktor, dvs något som sätter gränser för det arbete som ska utföras. Det kan t ex vara arbetsbredd, motoreffekt, tid eller tillgång till en viss maskin. Därför bör man undersöka om insatserna för att nå en lägre bränsleförbrukning påverkar den begränsande faktorn.

En aspekt som man måste ta hänsyn till men som är svår att värdera i pengar är betydelsen av att ha kraftresurser (momentreserv) kvar i traktorn för att möta olika markförhållanden. Det kan vara stor skillnad i stressnivå för föraren att kunna köra avslappnat och veta att körningen kommer att gå bra jämfört med att behöva sitta på helspänn för att vara beredd om traktorn börjar slira eller tappa motorvarv.

Om man funderar på att nyinvestera, bör man fästa stor uppmärksamhet vid bränsleförbrukningen, och jämföra olika motorer. En motor kan t ex vid mätningar på svänghjulet vara 10% bränslesnålare än andra i övrigt jämförbara motorer. Den fördel detta innebär kostar inget alls, utan är en fråga om att skaffa information före köpet.

När man ska välja t ex typ av växellåda blir det mer komplicerat. Man kan dock konstatera att för traktorer som går mindre än 400 timmar per år, är det ofta svårt att motivera merinvesteringar. För traktorer som används mer högfrekvent, kanske till och med i uppdragskörning, är det mer motiverat att sänka kostnaderna för bränsle genom att investera i teknik.

”För traktorer som går mindre än 400 tim per år är det ofta svårt att motivera merinvesteringar.”

Detta kan du göra själv!

Ta hjälp av tabell 2 och bilaga 3 för att undersöka möjligheten att nå lägre bränslekostnader för din traktor. Gör en egen kalkyl utifrån dina förutsättningar. Jämför med kollegor, läs tabeller för driftsplanering, titta på officiella testvärden för maskiner för att se om din verksamhet har en hög eller låg förbrukning. Du kan också få vägledning av bilaga 2, vars data är ett medelvärde för några av SLA:s medlemsgårdar i Syd- och Mellansverige (SLA, 2004).

Bilaga 1

BRÄNSLEN OCH EMISSIONSKRAV

Lantbruksföretagare som arbetar på entreprenad för t e x kommuner, kommer allt oftare att möta redovisnings- och miljökrav på bränsle, oljor och avgasemissionsklasser. Här följer en kort beskrivning av bränslen som finns på marknaden våren 2004 och en beskrivning av nuvarande och kommande emissionskrav på dieselmotorer.

Bränslen

Motordiesel miljöklass 1 (mk1)

Benämns normaldiesel, och är det billigaste dieselbränslet som säljs i Sverige. Diesel-mk1 introducerades i början av 1990-talet och orsakade inledningsvis en del bekymmer i motorernas insprutnings-system. Problemen avhjälpes genom att smörjande additiv regelmässigt tillsattes till bränslet. JTI genomförde på uppdrag av Länsförsäkringar en studie över maskinskador 1997-98. Under dessa två år kunde man inte se någon ökning av antalet skador på insprutningssystemen jämfört med läget innan mk1-bränslet infördes. Diesel mk1 är i ett internationellt perspektiv ett mycket rent bränsle som är nästan fritt från svavel.

Motordiesel miljöklass 3 (mk3) (Europastandard EN 590)

Ger några procents ökning av motoreffekten i förhållande till diesel-mk1. Det skiljer dock hur väl olika motorer svarar på det högre energiinnehållet i bränslet. I en undersökning vid Svensk maskinprovning (SMP, 2003) var skillnaden 1-7%. Fordonsskattad (ofärgad) mk3-diesel har nu ett så högt skattepåslag att det har blivit totalt ointressant. Skattepåslaget motiveras av att bränslet ofta innehåller upp till 100 gånger mer svavel än mk1-bränsle samt betydligt högre halter av aromatiska och polyaromatiska kolväten. Gränsvärdena för svavelinnehållet är max 10 ppm för mk1-bränsle respektive 350 för mk3-bränsle. Vid proven vid SMP var värdena 2 respektive 336 ppm.

Rapsmetylester (RME)

En rent vegetabilisk produkt som säljs i begränsade mängder. Trots högre produktionskostnad ligger RME prismässigt nära diesel-mk1 pga av att den såsom förnyelsebart bränsle åtnjuter viss skattelättnad. Motorprestanda och avgasvärden ligger i nivå med diesel-mk1. RME:s stora fördel är att den kommer från förnyelsebar källa.

Agrolight/biomil

Agrolight/biomil är 98% mk1-diesel som blandas med 2% RME, vilket ger viss smörjande effekt, ger bränslet en något högre densitet samt gör det lite fetare. Produkten har blivit en storsäljare inom lantbruket, och säljer mer än diesel-mk1. Priset för Agrolight/biomil ligger mycket nära diesel-mk1.

Bilaga 1, forts

Framtidens dieselbränslen

Enligt ett EU-direktiv ska motordiesel fr o m 2005 innehålla högst 50 ppm svavel. Europadieseln närmar sig då den svenska renare mk1-dieseln, som kommer att finnas kvar. Enligt ett annat EU-direktiv ska andelen förnyelsebart bränsle för dieselmotordrift av transportändamål successivt ökas med 0,75% per år till 5,75% år 2010.

Blandbränslen

Vi kommer att få se blandbränslen med olika halter av inblandad förnyelsebar råvara, som t ex RME och olika typer av alkoholer. Målet är att de ska kunna ersätta vanlig diesel i befintliga motorer utan teknisk konvertering. Det finns brandbränslen som är på väg att produktanseras (Lindqvist, 2004).

Syntetisk diesel

Redan nu finns syntetisk diesel producerad med metoder liknande den så kallade Fischer Tropsch-metoden. Basen är syntesgas tillverkad av främst naturgas. Det finns starka förhoppningar om att i framtiden kunna tillverka detta bränsle i stor skala via syntesgas baserad på förnyelsebar råvara som t ex skogsavfall.

Dieselavgaser och emissionskrav

Dieselavgaserna är betydligt renare nu än för 20 år sedan. Det beror på finare motorteknik, men framför allt på renare bränsle. De ämnen som anses vara farligast i dieselavgaser är de som regleras i emissionskraven. Dessa är:

PM Partiklar, kan bestå av sot, aska och motorslitage – i fast form eller som små vätskedroppar. F n regleras mängden tillåtna partiklar av massa i förhållande till motorns levererade energi. Partiklarnas antal och storlek framstår allt mer som betydelsefulla. Ju mindre partikel, desto farligare för människokroppen.

HC Kolväte, ett samlingsnamn för många olika ämnen som bildas av oförbrända eller ofullständigt förbrända bränslerester. De kan vara ofarliga men i vissa fall mycket cancerogena. Vilka kolväten som finns i avgaserna beror till stor del på bränslets sammansättning och på hur väl bränslet förbränns i motorn.

CO Kolmonoxid, bildas vid ofullständig förbränning och är akut giftig för människan i höga koncentrationer. Det är främst kolmonoxid som har orsakat dödsfall i så kallade garageolyckor.

NO_x Kväveoxider, bildas ur luftens syre och kväve när de passerar motorns förbränningsrum och avgasrör. Det är främst stort syreöverskott och höga förbränningstemperaturer som gynnar bildandet av kväveoxider. Kväveoxider bidrar till försurning av mark och vatten, och är därmed ett miljöproblem. Är även giftigt för människor vid höga koncentrationer, vilket kan uppkomma i slutna rum som t ex lagerlokaler, ishallar och gruvor.

Bilaga 1, forts

Krav på lägre avgasutsläpp

För den tunga landsvägstrafiken finns redan en beslutad nedtrappningsstege för tillåtna nivåer på avgasutsläpp. Det femte steget (Euro V) innebär en mycket kraftig begränsning av avgasutsläppen, som troligen kommer att innebära olika typer av efterbehandling av avgaserna.

Motsvarande stoppdatum för arbetsmaskiner och traktorer ligger flera år längre fram i tiden, beroende på maskintyp och effektklass (tabell 3 och 4).

| | Traktor | | Non-road | g/kWh | | | |
|---------|-------------|------------|------------|-------|-----|-----|------|
| | Effekt (kW) | Datum | Datum | CO | HC | NOx | PM |
| Steg I | 130 - 560 | 2001-07-01 | 1999-01-01 | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,54 |
| | 75 - 130 | 2001-07-01 | 1999-01-01 | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,7 |
| | 37 - 75 | 2001-07-01 | 1999-04-01 | 6,5 | 1,3 | 9,2 | 0,85 |
| Steg II | 130 - 560 | 2002-07-01 | 2002-01-01 | 3,5 | 1,0 | 6,0 | 0,2 |
| | 75 - 130 | 2003-07-01 | 2003-01-01 | 5,0 | 1,0 | 7,0 | 0,3 |
| | 37 - 75 | 2004-01-01 | 2004-01-01 | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,4 |
| | 18 - 37 | 2002-01-01 | 2001-01-01 | 5,5 | 1,5 | 8,0 | 0,8 |

Tabell 3. Den första delen (steg I och 2) av nedtrappningen när det gäller maximalt tillåtna avgasutsläpp för traktorer och non-road maskiner är beslutad och har redan börjat gälla. (Källa: Dieselnät).

| | Traktor | | Non-road | g/kWh | | |
|----------|-------------|------------|------------|-------|--------|-------|
| | Effekt (kW) | Datum | Datum | CO | HC+Nox | PM |
| Steg III | 130 - 560 | 2006-01-01 | 2006-01-01 | 3,5 | 4,0 | 0,2 |
| | 75 - 130 | 2007-01-01 | 2007-01-01 | 5,0 | 4,0 | 0,3 |
| | 37 - 75 | 2008-01-01 | 2008-01-01 | 5,0 | 4,7 | 0,4 |
| | 18 - 37 | 2007-01-01 | 2007-01-01 | 5,5 | 7,5 | 0,6 |
| Steg IV | 130 - 560 | 2011-01-01 | 2011-01-01 | 3,5 | 1,0 | 0,025 |
| | 75 - 130 | 2011-01-01 | 2011-01-01 | 5,0 | 1,0 | 0,025 |
| | 37 - 75 | 2012-01-01 | 2012-01-01 | 5,0 | 3,5 | 0,025 |

Tabell 4. Så här ser förslaget ut när det gäller fortsatt nedtrappning av avgasutsläpp (steg 3 och 4). Tabellen visar när de lägre emissionsgränserna för traktorer och non-road maskiner föreslås träda i kraft.

Bilaga 2

TRAKTORBESTÅND OCH TRAKTORKOSTNADER

Medeltal från ett antal SLA-gårdar i Syd- och Mellansverige 2002, med en medelareal av jordbruksjord på 550 ha.

(Källa: SLA Analysgrupp, 2004)

Antal traktorer i växtodlingen

| | |
|-------------------------|--------|
| per 100 ha | 1,4 st |
| därav med mer än 130 hk | 0,6 st |
| därav lastmaskin | 0,4 st |

Medeltal kraftuttagseffekt

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Alla traktorer (inkl lastmaskin) | 130 hk |
| Antal hk/100 ha | 165 hk/100 ha |

Utnyttjande

| | |
|------------------------------|------------|
| timmar per traktor och år ca | 560 timmar |
| medelålder | 10 år |

Traktorkostnad

| | kr/timme | procent (%) |
|-------------------------------|----------|-------------|
| Drivmedel | 75 | 36 |
| Underhåll | 44 | 21 |
| Kapitalkostnad | 85 | 41 |
| Övrigt (skatt, försäkring mm) | 5 | 2 |
| Summa | 209 | 100 |

Traktortimmar i växtodlingen utslaget på all areal *)

5,2 tim/ha

Bränsleåtgång i medeltal

64 l/ha

Dieselpreis

5,70 kr

Drivmedelskostnad

365 kr/ha

*) varierande växtföljder med spannmål, vall, sockerbetor, uttag m m, men spannmål dominerar

Bilaga 3

CHECKLISTA

Ta listan till hjälp för att skapa dig en uppfattning om bränsleförbrukningen i ditt företag är rimlig. Se även bilaga 2.

Vet du hur mycket bränsle dina maskiner förbrukar? Nedanstående tabell kan hjälpa dig att beräkna årsförbrukningen.

| | | |
|-----------------------------------|-----------|----------------------|
| Under året inköpt diesel | (liter) + | <input type="text"/> |
| Inventerat lager vid årets ingång | (liter) + | <input type="text"/> |
| Inventerat lager vid årets slut | (liter) - | <input type="text"/> |
| Årets förbrukning | = | <input type="text"/> |

| | | |
|-----------------------|-----------|----------------------|
| Fördelning av bränsle | gårdsbil | <input type="text"/> |
| | tröska | <input type="text"/> |
| | traktorer | <input type="text"/> |

| | | |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| Traktorernas drifttimmar | (antal) | <input type="text"/> |
| Medelförbrukning | (liter/timme) | <input type="text"/> |

| | | |
|--|-------------------|----------------------|
| Till vad och hur används de olika traktorerna? | | |
| Traktor 1 | % hårt fältarbete | <input type="text"/> |
| | % lättare körning | <input type="text"/> |
| Traktor 2 | % hårt fältarbete | <input type="text"/> |
| | % lättare körning | <input type="text"/> |

- Är maskin och redskap i fullgott skick, traktorn servad och redskapen vassa?
- Utnyttjar du traktorns resurser på bästa sätt?
- Har du en verksamhet där de nya typer av transmissioner som finns på marknaden i dag skulle kunna betala sig?
- Fungerar hydrauliken mellan traktor och redskap på bästa sätt, eller uppstår värmeförluster?
- Utnyttjar du däck och belastningsvikter på bästa sätt?

Källor:

Danfors B. 1980. Däck för traktorer och redskap. Jordbrukstekniska institutet medd nr 386.

Danfors B. 1988. Bränsleförbrukning och avverkning vid olika system för jordbearbetning och sådd. Jordbrukstekniska institutet medd nr 420.

Hansén P. 2004. SLA analysgrupp. Personligt meddelande.

Harms H-H. 2001. Mobile Hydraulic Technology Current problems and Future Challenges. The Seventh Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'01.

Lantmannen. 2001. Steglös utmaning. Reportage 2001/10, sid 24-37.

Lindgren M., Pettersson O., Hansson P-A. & Norén O. 2003. Jordbruks- och anläggningsmaskinernas motorbelastning och avgasemissioner – samt metoder att minska bränsleförbrukning och avgasemissioner. JTI-rapport nr 308.

Lindqvist K. 2004. Agrofuel AB. Personligt meddelande.

Norén O., Bohm M., Johansson S. & Hansson P-A. 1999. Emissioner vid olika jordbearbetningssystem. Uppdragsrapport, Jordbrukstekniska institutet.

Sandqvist J. 2004. Landsberga Gård Maskin AB. Personligt meddelande.

SMP. 2003. Report PU 45850/02 and PU 40318/01. The influence of fuel on emissions from diesel engines in large off-road machines. SMP Svensk Maskinprovning AB.

Vägverket. 2003. Lasta lagligt. Vikt- och dimensionsbestämmelser för tunga fordon. Vägverket, sektionen för kollektiv- och yrkestrafik.

Denna skrift har producerats vid JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik) på uppdrag av Skogs- och Lantarbetsgivareförbundet (SLA). Uppsala juni 2004.

Författare: Ola Pettersson
Redaktör/grafisk form: Carina Johansson
Illustrationer: Kim Gutekunst

Skogs- och Lantarbetsgivareförbundet (SLA)
Box 16006, 103 21 Stockholm
Telefon 08 – 762 72 00
Telefax 08 – 611 09 69
E-post: info@sla-arbetsgivarna.org
Webbplats: www.sla-arbetsgivarna.org

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Box 7033, 750 07 Uppsala
Telefon 018 – 30 33 00
Telefax 018 – 30 09 56
Besöksadress: Ultunaallén 4
E-post: office@jti.slu.se
Webbplats: www.jti.slu.se