

Lastmaskiners bränsleförbrukning

– En studie av foderhantering med fem Volvo L50A samt en Volvo 4200B

Fuel consumption of wheel loaders

- A study of five Volvo L50A and one Volvo 4200B in handling feeds at dairy farms

Viktor Mårtensson



Lastmaskiners bränsleförbrukning

- En studie av foderhantering med fem Volvo L50A samt en Volvo 4200B

Fuel consumption of wheel loaders

- A study of five Volvo L50A and one Volvo 4200B in handling feeds at dairy farms

Viktor Mårtensson

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Examensarbete inom lantbrukets teknologi

Kurskod: EX0744

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Viktor Mårtensson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Lastmaskin, dieselförbrukning, utfodring, nötkreatur



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare-kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken ger möjlighet till två examina dels en lantmästarexamen 120 högskolepoäng (hp) och dels en kandidatexamen 180 hp. Inom programmet finns det möjlighet att fördjupa sig inom lantbruksteknologi som leder till en kandidatexamen i huvudområdet teknologi. En av de obligatoriska delarna i utbildningen är att genomföra ett självständigt arbete (examensarbete) som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst tio veckors heltidsstudier (15 hp).

Ett varmt tack riktas till Torsten Hörndahl som varit handledare och som även kom med iden till arbetet. Stora tack riktas även till de lantbrukare som har ställt upp med sina lastmaskiner i bränsleundersökningen.

Universitetsadjunkt Sven-Erik Svensson har varit examinator.

Alnarp december 2015

Viktor Mårtensson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	5
SUMMARY	6
INLEDNING.....	7
MÅL OCH SYFTE.....	7
FRÅGESTÄLLNING.....	8
AVGRÄNSNING.....	8
Litteraturstudie.....	9
VOLVO L50A OCH VOLVO 4200B	9
DIESELMOTORN	9
HUR BRÄNSLEFÖRBRUKNING MÄTS.....	9
VAD PÅVERKAR BRÄNSLEFÖRBRUKNINGEN	12
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR AV BRÄNSLEFÖRBRUKNING PÅ LASTMASKINER	14
FÖRARENS PÅVERKAN	16
MATERIAL OCH METOD	19
LITTERATUR	19
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	19
FÖRBEREDELSE INNAN MÄTNING	19
LASTMASKINER.....	20
MÄTMETOD	21
RESULTAT	23
LASTARE 1	23
LASTARE 2	23
LASTARE 3	24
LASTARE 4.....	24
LASTARE 5.....	25
LASTARE 6.....	25
SAMMANSTÄLLNING AV BRÄNSLEFÖRBRUKNING.....	26
DISKUSSION.....	28
VILKA FAKTORER PÅVERKAR BRÄNSLEFÖRBRUKNINGEN	29
FINNS DET EN MÄTMETOD SOM ENKELT KAN ANVÄNDAS PÅ GÅRDSNIVÅ.....	29
VAD HAR VOLVO L50A/4200B FÖR BRÄNSLEFÖRBRUKNING VID UTFODRING.....	30
SLUTSATS.....	31
REFERENSER	32
BILAGOR.....	34
BILAGA 1	34

SAMMANFATTNING

Att arbeta energieffektivt gynnar inte bara lantbruket ekonomiskt utan är även bra för miljön och klimatet. Hur bränslesnålt föraren kör sin maskin syns på bränsleförbrukningen. Det innebär inte bara att sänka förbrukningen på de maskiner som finns idag, utan även att utträtta mer arbete till samma mängd bränsle.

Målet med mitt examensarbete var att undersöka vad bränsleförbrukningen var på en lastmaskin (Volvo BM L50/Volvo BM 4200) som används under utfodring av nötdjur. Bränsleförbrukningen av lastmaskinen studerades under ”stillastående vid tomgång” samt under arbetet med foder för att mäta hur hårt maskinens motor fick arbeta under utfodringen.

I undersökningen har sex lastmaskiner på sex olika gårdar testats. För att få tag på lantbrukare med lastmaskiner till undersökningen har en lokal verkstad som servar och handlar med lastmaskiner kontaktats. Potentiella lantbrukare kontaktades därefter över telefon. Tid och datum bokades då undersökningen kunde utföras. Själva testet är en enkel metod där lastmaskinen tankas full före mätning. Efter arbetsmomentet, mäts hur mycket bränsle som gått åt under körningen genom att tanka den full igen. Under arbetsmomentet togs tiden och bränslemängden delades sedan per körd tid.

För att få många maskiner av samma slag valdes modellen Volvo L50. Denna maskin har en direktinsprutad Volvo BM dieselmotor med en motoreffekt på 60 kW. Maskinen väger 8,0 ton. Den har åtta växlar, fyra fram och fyra back. Även en Volvo 4200B har undersökts. Denna har samma motor men större hydraulkapacitet.

Bränsleförbrukningen på lastmaskinerna i undersökningen var mellan 4,5 och 7 liter per timme, med medelvärdet 5,9 liter per timme. Under testet registrerades även tiden då lastmaskinen stod på tomgång. En maskin hade endast 10 % tomgångskörning medan övriga 5 maskiner gick på tomgång mellan 18 och 23 % av den totalt körda tiden. Resultatet visade att det är en måttlig spridning mellan olika lastmaskiners bränsleförbrukning. Under testet kunde man även se att de förare som utförde lättare arbetsmoment och hade en lugn körstil också hade lägre bränsleförbrukning. Detta är dock en personlig uppfattning eftersom det inte var möjligt att göra en objektiv mätning av körstilen. Resultatet visar även att en lastare med lång tomgångstid också har en lägre bränsleförbrukning per timme.

Målet med studien var att hitta en bränsleförbrukning som kunde användas i kalkylering av lastmaskiner. Målet är enligt undersökning uppfyllt.

SUMMARY

To work energy efficient will not only benefit the farm in an economic way. Both the environment and the climate will benefit from it. How fuel efficient the drivers are will be visible on the fuel consumption. This does not only mean to lower the consumption on the machines in use today, but also to do more work at farm level for the same amount of fuel.

This survey aims to investigate what the fuel consumption was on a wheel loader (Volvo BM L50/Volvo BM 4200) used for feeding cattle. The fuel consumption, “stationary at idle“ and power used has been studied when the loaders were in use at the farm to see how hard the machine’s engine was operated for feeding.

In this survey, six loaders on six different farms were tested. To find the farmers with the loaders suitable for this survey a local company for agriculture machinery was contacted. The potential farmers were then contacted by phone. The time and date for when the test could be performed were decided together with the farmers. The test itself is a simple method where the machine is fueled to its maximum level before the test and refueled to maximum level afterwards to measure how much fuel that has been used during the operation. During the working procedure the time and the fuel consumption were measured. From the collected data the fuel consumption per hour could be calculated.

To get as many machines as possible of the same type the Volvo L50 was chosen. This machine has a direct injection Volvo BM diesel engine with a power output of 60 kW. The machine weighs 8.0 tons. It has eight gears, four forward and four reverse. Also a Volvo 4200B have been investigated. This is the same engine but with a larger hydraulic capacity.

Fuel consumption on the loaders in the study were between 4.5 and 7 liters per hour with a mean of 5.9 liters per hour. During the test also the time when the loader was standing idle were recorded. One machine had only 10% of idling while the other five machines idled between 18 and 23% of the total run time. The results showed that there is a moderate spread between loaders fuel consumption. During the test, one could also see that the drivers who performed on less power operation and had a calm driving style also had lower fuel consumption. However, this is a personal opinion because it was not possible to make an objective measure of their driving style. The result also show that a loader with a high idle running time also has a low fuel consumption per hour.

The goal with this survey was to find data suitable for further calculations regarding fuel consumption for loaders. This goal is according to the survey fulfilled.

INLEDNING

Lantbruket har de senare åren genomgått en rad förändringar, som bidragit till att det idag är effektivare och färre personer numera klarar flera olika arbetsuppgifter. Inom lantbruket står dieselförbrukningen för en stor del av den energi vi använder och kan med hjälp av moderna, bränsleeffektiva maskiner och annorlunda körsätt minskas. Att bli mera energieffektiv gynnar inte bara lantbrukaren, utan även miljön och klimatet. Det behöver inte bara genomföras för att spara energi, utan istället göra mera med samma energiförbrukning. Även att framföra maskinerna på ett effektivt sätt kan minska dieselförbrukningen.

Bakgrunden till det valda ämnet för studien är att det inte finns tillräckligt med material framtaget angående bränsleförbrukning på lastmaskiner. Bränsleförbrukning på traktorer har länge diskuterats och flera undersökningar har gjorts bland annat i sparsam körning (Neuman, 2009). Detsamma gäller för andra självgående maskiner så som fälthackar där omfattande material finns (Marsh, 2011). Intresset för lastmaskinen Volvo L50A har kommit efter några års erfarenhet på olika arbeten och på min egen gård. Jag har märkt att det kan skilja en del på förbrukningen mellan olika arbetsuppgifter och förare av maskinen. Därför är det intressant att mäta bränsleförbrukningen på ett antal lastmaskiner och se vad som skiljer sig mellan de olika gårdarna och dess förare. Resultatet kan även vara till stor nytta i kalkylering av gårdarnas dieselförbrukning.

Mål och syfte

Målet med studien är att ta fram praktisk bränsleförbrukning hos lastmaskiner vid utfodring som i framtiden kan ge bättre precision för kalkyler och andra beräkningar.

Syftet är att beskriva vad som påverkar bränsleförbrukningen hos lastmaskiner av märket Volvo L50 eller motsvarande för att på så sätt kunna minska dieselförbrukningen vid utfodring i framtiden.

Frågeställning

Frågeställningarna till undersökningen är:

- Vad har Volvo L50A/4200B för bränsleförbrukning vid utfodring?
- Finns det en mätmetod som enkelt kan användas på gårdsnivå?
- Vilka faktorer påverkar bränsleförbrukningen?

Avgränsning

Avgränsningen är gjord så att det endast är lastmaskiner som används inom lantbruket som studeras. I försöket kommer Volvo L50A och Volvo 4200B att användas. För att få maskinernas förutsättningar att likna varandra har studien gjorts på gårdar med nötproduktion. Arbetsuppgiften blir i första hand att utfodra gårdens djur. Maskinen kommer att vara gårdens egen och köras av lantbrukaren själv eller anställda. I studien kommer det inte att tas hänsyn till eventuella ekonomiska aspekterna eller andra eventuella modeller av lastmaskiner på marknaden, även om det hade varit intressant i sammanhanget.

Litteraturstudie

Volvo L50A och Volvo 4200B

1954 lanserades Volvo sin första hjullastare H10 (VCE Industries Sweden AB, 2007). Efter denna lastmaskinsepok lanserades sedan 4000-seriens lastmaskiner år 1977. Med denna maskin förbättrade Volvo lastmaskinsidan med bättre komfort och var först med automatisk power-shift (APS). Denna serie uppgraderade senare till Volvos L50 där L50A var första modellen. I maskinerna finns en motor på 90 hk av fabrikatet Volvo BM och detta var det enda alternativet att få. Maskinerna har en lyftkraft på 5 210 kg om lasten lyfts direkt i redskapsfästet. Detta gör att vid alldagligt arbete med exempelvis en skopa, så tappar föraren lite i lyftkapacitet när lastens tyngdpunkt flyttas fram. Den stora kundgruppen när den lanserade var framförallt inom entreprenadsidan. Där fanns ett behov av en liten och smidig lastmaskin, vilket denna uppfyllde. Allt eftersom åren gick och nya maskiner kom in på entreprenadsidan, hittade dessa en ny marknad inom lantbruket där de i dagsläget är en vanlig maskin (VCE Industries Sweden AB, 2013).

Dieselmotorn

Grundprincipen, som finns beskriven i *Förbränningsmotorer* (Johansson, 2006) beskriver att i en dieselmotor suges ren luft in i cylindern, under den första av de fyra cylindertakterna. Under andra takten komprimeras sedan luften vilket gör den så varm att bränslet som sprutas in självantänder. Detta ger då förbränningstakten, eller arbetstakten. För att bränslet skall antända och förbrännas optimalt skall bränslet sprutas in med högt tryck, vilket på moderna motorer är upp till 2000 bar (Johansson, 2006). Bränslet levereras av en högtryckspump till ett samlingsrör (common-rail). Därifrån styrs bränsleinjektionerna genom att magnetventiler öppnas elektroniskt. Varaktighet och insprutningstidpunkt skräddarsys för olika mål, så som max effekt och mindre avgasutsläpp (Stout & Cheze, 1999). Under fjärde takten blåses avgaserna ut och förloppet börjar därefter om igen. På mycket stora dieselmotorer som ligger i till exempel lastfartyg, kan allt ske under två takter. Detta kan ske eftersom varvtalen där är lägre och kan ligga runt 60 varv per minut. I dieselmotorn sker varvtalsregleringen genom att mängden bränsle som sprutas in varierar, men den insugna luftmängden är konstant. Förhållandet mellan luft och bränsle måste alltid vara sådant att det finns ett visst luftöverskott, detta för att allt bränsle ska kunna förbrännas (Johansson, 2006).

Hur bränsleförbrukning mäts

Bränsleförbrukning kan uppskattas på olika sätt. För att en personbil ska få säljas i EU krävs att den har genomgått ett test på ”officiell bränsleförbrukning”, vilket är ett krav när nya bilmodeller tas fram. Denna ser till att alla bilmodeller testas under samma förutsättningar och utförs i standardiserade laboratoriemiljöer för att få jämförbara

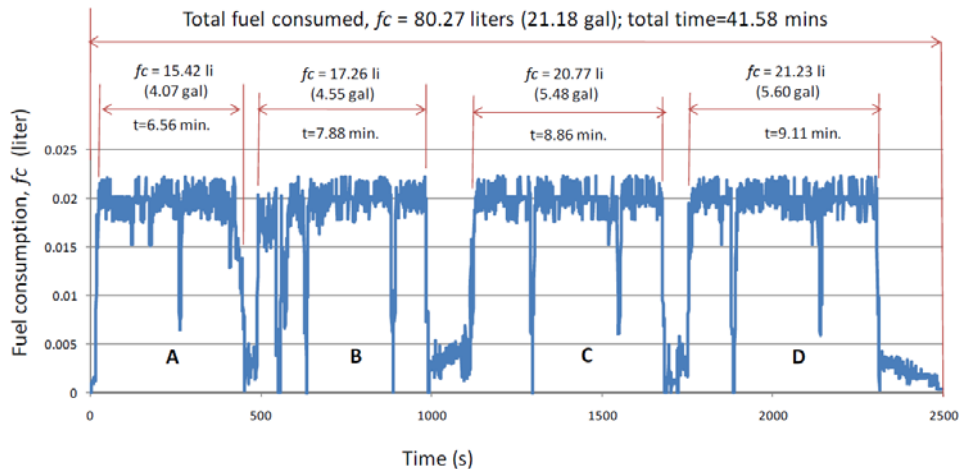
resultat. I laboratoriet körs bilarna enligt en körcykel, där hastigheten varierar, för att efterlikna en vardagsbilists körsätt. Efter testet mäts bränsleförbrukningen upp och ett medelvärde för hela testet tas fram, som ett riktvärde för bilens bränsleförbrukning (Konsumentverket, 2011).

En annan mätmetod är den bränsleförbrukning som bilägaren själv kan räkna sig fram till efter det att bilen tankats full. Man dividerar hur många mil bilen rullat sedan förra tankningen med antalet liter som tankats. Den kallas för den ”verkliga bränsleförbrukningen” och är i många fall högre än den officiella förbrukningen, eftersom den även belastas av vägförhållande, körsätt, hastighet med mera. När bilägare mäter sin bränsleförbrukning kommer även andra energiförbrukare med som inte har med bilens förflyttning att göra. Till exempel AC, belysning och annan utrustning gör att skillnaden i resultat mellan metoderna kan skilja upp till 30 % (Konsumentverket, 2011).

På lantbrukstraktorer skiljer sig mätningarna från andra fordon eftersom det inte alltid är samma förutsättningar. Istället drar och driver traktorer olika redskap på olika sätt. Även under samma arbetsmoment kan förutsättningarna ändras kraftigt (Enghag et al. 2010).

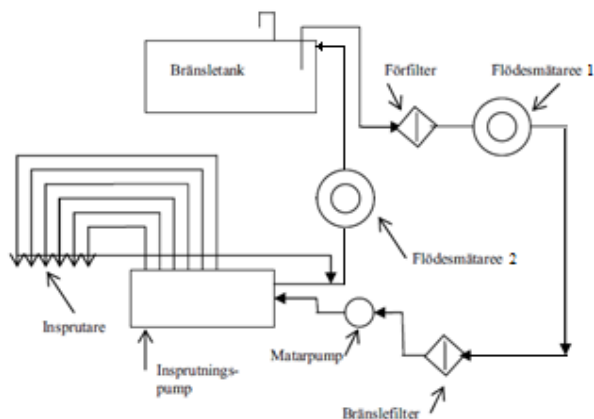
I Tyskland finns ett av Europas största testcenter, DLG, som genomför maskin- och traktortester. Här används en specialbyggd lastbil. Konceptet bygger på att traktorn drar lastbilen efter sig, samtidigt som den bromsas genom dragkraft, kraftuttaget eller genom hydrauliken. Bromsningen av de olika funktionerna styrs från lastbilen via datorer. Meningen är att efterlikna ett lantbruksredskap som till exempel en press, kultivator och så vidare. Detta gör att olika traktorer kan testas under exakt samma förutsättningar och även regleras efter storlek på traktorn (Emgardsson, 2006).

På många moderna maskiner finns nu ett datasystem som heter ISOBUS. Datasystemet är ett nätverk av sensorer och mätinstrument som mäter händelser under körningen med maskinen. Alla mätvärden skickas sedan till en eller flera datorer som analyserar värdena. Det här kan ge föraren information om saker som man inte annars skulle upptäcka. Informationen sparas och kan användas för att analysera körningen eller för att hitta brister som till exempel hög bränsleförbrukning vid ett specifikt arbetsmoment (Zeltwanger, 2010). I figur 1 visas bränsleförbrukning på en fälthack som används vid ett försök med fyra upprepningar. I försöket hackas fodermajs och det syns tydligt i figuren hur bränsleförbrukningen varierar när hacken vänder, för att komma in i ett nytt drag (Marsh, 2011).



Figur 1. Resultat av bränsleförbrukningen med fälthack, där mätningarna skett med hjälp av ISOBUS-systemet (Marsh, 2011).

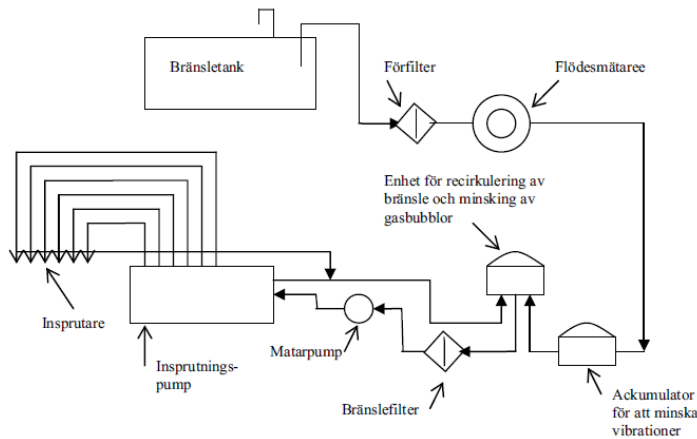
Vid noggrannare mätningar av bränsleförbrukningen måste kalibrerad flödesmätare användas. En sådan metod använde Arvidsson et al (2010) då man gjorde en undersökning på hur mycket bränsle det går åt under olika jordbearbetningsmoment. Enligt samma källa har det i tidigare bränslemätningar använts ett system som mäter bränslemängden både fram till motorn och sedan spillbränslet som skickas tillbaka till tanken (figur 2). I detta system behövs två större flödesmätare. Bränslemängden som passerar flödesmätare 1 subtraheras med mängden bränsle som skickas tillbaka genom flödesmätare 2. Systemet gör att stora mängder bränsle är i omlopp och gör att felmarginalen på förbrukat bränsle blir stor. Detta eftersom mätsystemet är dimensionerat för stora flöden och gör att den lilla delen som är själva förbrukningen blir ganska osäker (Arvidsson et al., 2010).



Figur 2. Mätsystemet med två flödesmätare (omarbetad Arvidsson et al, 2010)

I en undersökning med jordbearbetning användes ett för att minska detta fel användes ett annat mätsystem som visas i figur 3, där spillbränslet skickas tillbaka på ledningen till en apparat som återanvänder bränslet och tar bort eventuella luftbubblor. Detta system

gör att det endast behövs en flödesmätare och då en mindre variant vilket ger en högre precision. Detta i sin tur gör att felmarginalen blir mindre (Arvidsson et al., 2010).



Figur 3. Mätssystem med en flödesmätare samt enhet för recirkulering av bränsle (Arvidsson et al, 2010).

Ett annat sätt att göra bränslemätning på är att fylla bränsletanken på traktorn helt full och under körningen mäta tiden för att få ut ett mätvärde för förbrukning som kan relateras till en tidsperiod eller arbetsoperation, per arbetsmoment eller liknande. Detta är den helt klart mest använda metoden och enklare än föregående (Snellman, 2011).

Vad påverkar bränsleförbrukningen

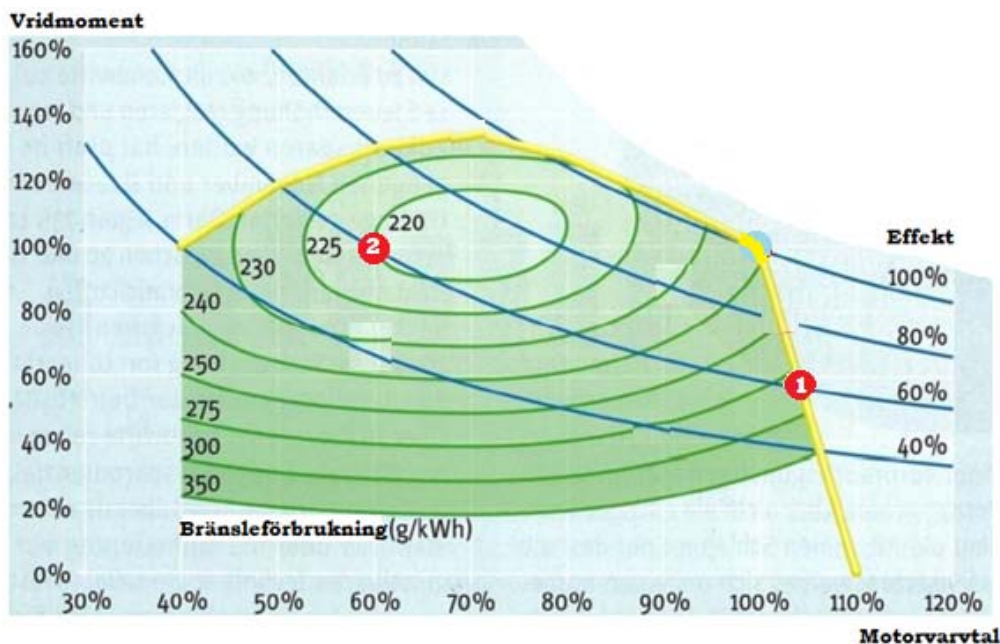
När det pratas om bränsleförbrukning är det oftast liter per timme som räknas, men det är egentligen inte relevant eftersom det är utfört arbete per timme som är intressant. Det som påverkar motorns bränsleförbrukning mest är den effekt som tas ut och storleken på motorn. I en liten lastmaskin finns ofta en liten motor som drar lite bränsle, men den utför inte heller något stort arbete. Det har även stor inverkan hur effektiv energin överförs till transmissionen respektive hydraulsystem (Myhrman et al., 1993). Den mest energieffektiva transmissionen är en rent mekanisk växellåda, där lite ”kraft” går förlorad jämförelsevis med en hydrostatisk där energiförlusten kan vara upp till 20 % (Myhrman et al., 1993).

En förutsättning för att motorn skall förbruka minsta möjliga mängd bränsle är att den körs på rätt varvtal i förhållande till effektuttaget. Motorn har inte samma verkningsgrad på alla varvtal, utan har ett optimalt varvtal där verkningsgraden är bäst och ger då mest effekt till minsta mängd bränsle. En motor skall oftast arbeta nära vridmomentets maximala värde för att nå den bästa bränsleeffektiviteten. Om motorn körs på ett högt varvtal kommer bränslet inte att hinna förbrännas fullt ut, utan en del kastas ut i avgaserna oförbränt. Effektuttaget kan vara det samma även om varvtal och vridmoment ändras. Det är dock så att även bränsleförbrukningen varierar. Motorn bör belastas till 60-80% av maxvarvtalet för att uppnå den mest ekonomiska bränsleförbrukningen.

Belastningen bör inte sjunka under 30 % av maximalt vridmomentet eftersom det då inte är fördelaktigt för bränsleförbrukningen (Pettersson, 2004).

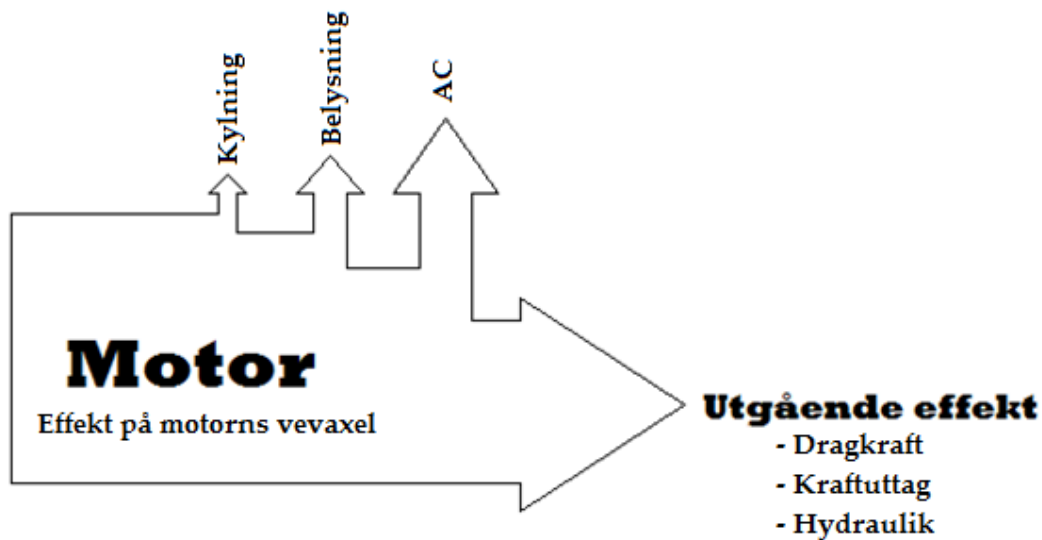
I figur 4 visas ett musseldiagram för en traktormotor och hur den arbetar. I ett musseldiagram går det att läsa ut hur högt varv motorn skall ha vid en given effekt för att förbruka minimalt med bränsle. Som förare av traktorn kan man studera diagrammet och sedan anpassa arbetet efter detta, vilket gör att föraren får ut maximalt av motorn. Det som går att utläsa av diagrammet är att motorn har ett optimum i den innersta ringen (Myhrman et al., 1993). Där får man ut mest energi per gram bränsle (220 g/kWh).

I figur 4 finns två punkter som båda innebär att motorn belastas med en effekt på 60 % av maxeffekt. Punkt 1 är vid maxvarvtal (100 %) och där används 275 g bränsle/kWh: I punkt 2 är varvtalet reducerat till 60 % av maxvarvtal, men bränsleförbrukningen är endast 220 g bränsle/kWh. Detta innebär att punkt 2 ligger i den kombination av uttagen effekt och motorvarvtal som ger minst bränsleförbrukning.



Figur 4. Snäckdiagram/musseldiagram (Bearbetat från Söderberg & Haak Maskin AB, odaterat).

Av motoreffekten kommer inte allt att kunna utnyttjas av drivningen eller hydraulik, utan en del går ut direkt från motorn t ex genom generatorn, AC-pumpen m.m. som är kopplade direkt på motorn och därför sänker effektuttaget vilket illustreras av figur 5 (Myhrman et al., 1993).



Figur 5. Illustration av effektförlusterna från motorn.

Andra orsaker till hög bränsleförbrukning kan vara att maskinens hydraulik är felinställd, vilket gör att en hydraul funktion går tungt och gör att motorn får arbeta mer än nödvändigt. Detta kan ske om en hydraulventil är sliten eller går trögt och bromsar oljans väg tillbaka till oljetanken. Det är inte omöjligt att en maskin drar några liter extra per timme för att hydrauliken är felinställd (Nordberg, 2009). Att motorn är i dåligt skick kan också bidra till att den drar mer bränsle än vad den egentligen skulle gjort (Pettersson, 2004). En av orsakerna till det kan vara att luftfiltret är igensatt och gör att motorn inte får tillräckligt med luft för bästa möjliga förbränning. Andra orsaker kan enligt Pettersson (2004) vara att motorn är dålig t ex sliten turbo, dåligt justerade insprutare, med mera. En dålig motor kan visa sig både genom att bränsleförbrukningen ökar och att effekten sjunker med upp till 10 %, men det kan vara svårt att upptäcka. Tecken som kan vara effekten av detta är tendens till varmgång, onormal vevhusventilation, ökad förbrukning av motorolja, annorlunda motorljud, men framförallt mer och svartare avgasrök (Pettersson, 2004).

Förutom att motorn och tillhörande utrustning ska vara injusterad för bästa funktion har föraren även stor inverkan genom att välja rätt arbetsvarvtal som visades innan. Man kan även minska den totala bränsleförbrukningen per år genom att stänga av motorn när maskinen inte används istället för att låta den gå på tomgång. Christian Rabølle vid Gefion Planteavl menar att lantbrukets traktorer (i Danmark) går på tomgång 25-50% av den totala tiden (Gefion, 2015, citerad i HIR, 2015).

Tidigare undersökningar av bränsleförbrukning på lastmaskiner

Vid ett tidigare försök att mäta avgasutsläpp från jordbruks- och anläggningsmaskiner ingick även två lastmaskiner. Dessa ägdes och användes av Vägverket Produktion som servicemaskiner för underhåll. Under testerna kördes dessa maskiner av de ordinarie förarna och utförde en del av de vanliga sysslorna (Lindgren et al., 2002). I tabellerna 1-2 nedan kan man utläsa att det finns ett klart samband mellan bränsleförbrukning och

hur hårt arbete som lastmaskinen utför, vilket är gemensamt för båda lastmaskinerna. Vid sandlastning använder föraren mycket motorstyrka till att tränga in i sandhögen för att fylla skopan och även kraft för att förflytta sig mellan högarna. Däremot behövs relativt lite kraft för att utföra stödkantsutläggning och maskinen använder på så vis mindre mängd bränsle. Det sker under låg hastighet och jämn utmatning av stödkantsmaterialet. I tabellerna är faktorn för omräkning mellan liter och kilo 0,815 (SPBI, 2012).

Den ena lastmaskinen i studien var en Volvo L50 C årsmodell 1999 som har en fyrcylindrig TD 40 GFE motor med turbo, vilken ger en effekt på 75 kW. Lastmaskinens framdrivning är helt hydrostatisk. Under försöket utfördes följande arbeten:

- Sandlastning, flytta sand från en hög till en annan.
- Kantklippning, klippning av gräskanter med klippaggregat monterat på en vikarmskran och drivs hydrauliskt från lastmaskinens motor.
- Snölastning, snö skrapas ihop och läggs på hög.
- Terminalarbete, lastning och lossning med pallgafflar.
- Stödkantsutläggning, sandutläggning på kanterna av asfaltsvägar i strängar med specialbyggt redskap. Ser ut ungefär som en asfaltsutläggare där den ibland skjuter en lastbil framför sig.

Resultatet av de olika arbetsmomenten kan läsas ut av tabell 1 (Lindgren et al., 2002).

Tabell 1. Bearbetad tabell för uttagen bränsleförbrukning på Volvo L50 (Lindgren et al., 2002).

Arbetsmoment	Bränsleförbrukning
	l/h
Sandlastning	7,4
Kantklippning	6,4
Snölastning	5,5
Terminalarbete	4,4
Stödkantsutläggning	3,3

Andra lastmaskinen i försöket var en Volvo L70 C årsmodell 1999 med en sexcylindrig motor på 96 kW. Motorn var utrustad med turbo och laddluftkylare. Framdrivningen på lastmaskinen är en momentomvandlare med power-shift. Arbetet som utfördes med denna maskin var:

- Kantklippning, gräskantsklippning med hydraulisk vikarmskran monterad i lastarfästet och drivningen av klipparen skedde hydrauliskt av lastmaskinens motor.
- Gruslastning, lastning av finare krossmaterial, grus på lastbilar och dumprar. Lastningen avser arbete i grusgrop.
- Materialsortering, materialsortering som endast avser sortering i grusfickor och uppbrytning av tjälat material och inget lastningsarbete.

Resultatet av arbetsmomenten redovisas i tabell 2 (Lindgren et al., 2002).

Tabell 2. Bearbetad tabell för uttagen bränsleförbrukning på Volvo L70 (Lindgren et al., 2002).

Arbetsmoment	Bränsleförbrukning
	l/h
Kantklippning	14
Gruslastning	7,5
Materialsortering	6

Förarens påverkan

Energiåtgången i lantbruket varierar stort och därför gjorde LRF Konsults rådgivare 2007 en undersökning om var energin används. I undersökningen medverkade 86 gårdar med huvudproduktion inom mjölk, nötkött, smågris, slaktsvin, ägg, fjäderfä och växtodling. Undersökningen visar att med enkla ändringar på gården kan lantbrukare spara mycket energi. Det visade sig också att den största energibesparingen är att ersätta dieseldrivna redskap med eldrift (Neuman, 2009).

En annan möjlighet att sänka sin bränsleförbrukning och att minska sina kostnader är på gården är att lära sig att köra maskinerna på ett bättre sätt (Helmersson, 2007). För att sprida kunskap om hur traktorn kan köras för att få en lägre bränsleförbrukning, har därför Jordbruksverket startat ett projekt som heter ”Sparsam körning” där man ska ta fram material samt att sprida kunskap via endagskurser. Målet är att inom fem år utbilda 10 000 lantbrukare om hur de skall köra mera bränsleeffektivt (Engström, 2012). Kursdagen är uppbyggd så att deltagarna kör arbetsmomenten två gånger, först på förmiddagen och sedan efter teoriutbildningen körs momentet igen för att se skillnaden. Arbetsmomentet som utförs är:

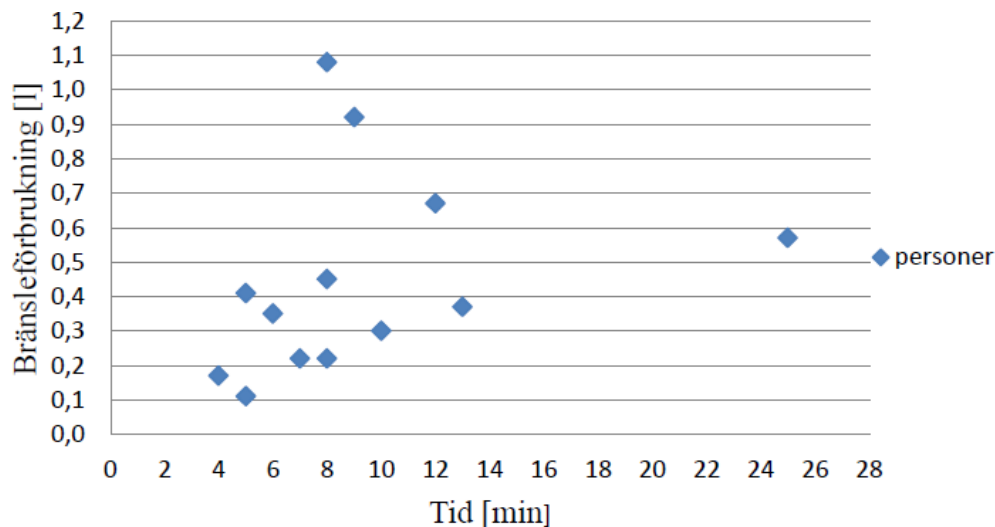
- Plöja tre drag á 200 meter
- Köra en kortare sträcka till nästa moment
- Flytta cementrör med frontlastarens pallgafflar
- Köra tillbaka till startplatsen

I utbildningen analyseras hur deltagarna har kört, hur mycket bränsle det har gått åt och andra idéer som deltagarna eventuellt kan ha. Kursdeltagarna får sedan hjälp och tips om hur de ska köra. Resultaten från kursdagarna visar att det inte är svårt att spara upp till 20 % bränsle, bara genom att föraren tänker på hur han/hon kör. Det visade sig även att det inte nödvändigtvis behöver ta längre tid för att köra bränslesnålt (Helmersson, 2007).

För att uppfylla EU:s mål för energibesparing inom lantbruket har även Finland påbörjat en motsvarighet till det som vi i Sverige kallar för ”sparsam körning”. Det skall leda till mer ekonomisk körning av maskinerna och ett ökat medvetande om bränsleförbrukningen (Energieffektivitetsavtalen, 2010). Under finska mästerskapet i plöjning arrangerades en undersökning av bränsleförbrukning. Där deltog personer med olika bakgrund och ålder, som kunde ge en bred bild av hur mycket dieselförbrukningen

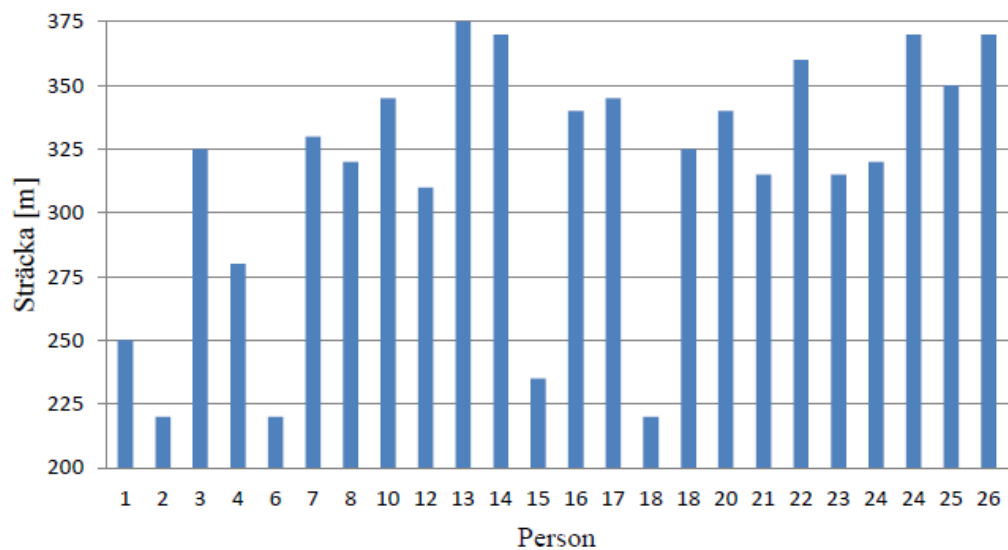
skilde sig mellan olika förare. Avgränsningen på förare var att de inte fick vara under 15 år och fick inte köra utan att ha traktorkörkort. Momenten som förarna skulle utföra var plöjning, ballastning samt att köra så långt som möjligt på en deciliter diesel. Det som konstaterades var att körstil och körvana har stor betydelse på bränsleförbrukning. En van förare med en lugn körstil behövde betydligt mindre bränsle för att utföra samma arbetsmoment jämfört med en oerfaren förare (Snellman, 2011).

I ballastningsmomentet handlade det om att flytta fyra stycken balar från punkt A till punkt B och göra detta på kortast möjliga tid med minsta möjliga dieselförbrukning. För att alla skulle ha samma förutsättningar fanns en fast punkt där traktorn startades och stannades. Även balarna låg på lastpallar och flyttades till andra pallar för att mätresultaten skulle bli jämförbara. I undersökningen deltog 13 personer och dieselförbrukningen varierade mellan 0,1-1,1 liter enligt figur 6 och resulterade i att det skiljde upp till 80 % i bränsleförbrukning mellan de olika förarna (Snellman, 2011).



Figur 6. Bränsleförbrukning och olika tid för att flytta balar (Snellman, 2011).

I ett annat moment fick förarna i uppgift att köra så långt de kunde på en deciliter diesel, med en traktor kopplad till en vagn. För att ge alla förare samma förutsättningar, gjordes en bana med stolpar som markerade var de skulle köra. Banan låg på en stubbåker och var inte helt jämn, utan gjorde momentet lite svårare för förarna. Innan testet fick deltagarna fylla i ett formulär om vad de hade för traktörvana, vilket vid utvärderingen visade sig ha betydelse för deras resultat (Snellman, 2011). Under körningen fanns en domare med i traktorn, för att se hur föraren körde och för att avgöra när deciliteren var förbrukad. Mätanordningen bestod av en måttkanna som monterades på motorhuven ovanför dieseltanken på traktorn och med slang till ett specialtillverkat tanklock på dieseltanken. Vid detta moment räknades inte någon tid utan bara hur långt föraren lyckades köra. Resultatet visade att det var stor spridning (ca 225 – ca 375 m) mellan hur långt de olika förarna kom på sin deciliter (Se figur 7). Under detta moment fanns det dock ovana förare som kom långt, eftersom de använde sig av handgasen för en stabil körning (Snellman, 2011).



Figur 7. Resultat av hur lång sträcka som ett antal personer kan köra traktor och vagn på en deciliter diesel (Snellman, 2011).

MATERIAL OCH METOD

Litteratur

I litteraturstudien har främst material från internet inhämtats, men även facklitteratur och vetenskapliga artiklar har bidragit med viktig information. På internet är det främst sökmotorn Google Scholar som har använts och därifrån har relevant information sällats ut. Den viktigaste informationen kommer till största del ifrån avhandlingar och rapporter som behandlat liknande område. Några av sökorden som har använts är: bränsleförbrukning, lastmaskin, hjullastare, förarens påverkan och så vidare.

Försöksuppläggning

Studien har genomförts på sex olika gårdar och på sex olika lastmaskiner under tidsperioden april till maj 2013. Volvo L50 valdes för att det är en vanligt förekommande modell på djurgårdar. För att komma i kontakt med lantbrukare som har en Volvo L50 eller motsvarande har en lokal verkstad kontaktats. Verkstaden handlar och servar denna typ av lastmaskiner, vilket gör att de har stor kundkrets. Vid kontakten med verkstaden framkom namn och adress till gårdar som hade den typen av lastmaskin som önskades. Under diskussionen med verkstaden framkom även att denna typ av lastmaskin inte längre används i samma utsträckning som förr, utan de flesta har bytts ut mot en nyare och större. Detta gjorde att enbart sex maskiner kunde användas till studien av tio tilltänkta. Många av de lantbrukare som köpt en annan lastmaskin har sin gamla kvar, som reservmaskin om ordinarie lastmaskin skulle gå sönder. Detta gör att de inte kunde användas i mätningarna, eftersom mätningarna har gjorts på L50 maskiner i sin dagliga drift.

Den första kontakten med lantbrukaren gjordes över telefon och där det förklarades vad det är som skall undersökas. Lantbrukaren har även informerats om hur mycket extra tid bränslemätningen tar för honom under sitt arbete och att det innefattar högst 30 minuter extra. I de fallen som lantbrukarna har haft mycket att göra, har samtalet upprepats och vidare bestämt en tid då undersökningen skall ske. Dagen innan den utsatta tiden har lantbrukaren kontaktats, så att inget har missförstått eller annat som har kommit emellan.

Förberedelse innan mätning

Provtagningen inleddes med att lantbrukaren parkerar sin lastmaskin vid dieseltanken och motorn stängs av. Efter parkeringen iaktogs hur lastmaskinen stod för att kunna upprepa samma parkeringsplats efter körningen. Lastmaskinen tankas på samma sätt som den brukar, men när tanken är full fortsätter tankningen till alla luftbubblor har

bubblat upp. I tankningsröret på lastmaskinen finns ett utgående rör för luftning av tanken, som i provtagningen användes som en fast punkt för full tank enligt figur 8.



Figur 8. Luftningsrör som används som riktmärke för full tank.

När det slutat bubbla och dieselnivån i tanken stod stilla iaktogs dieselnivån i några minuter innan det konstaterades att tanken var full. När lastmaskinen var fulltankad utfördes arbetet som skulle göras. Efter avslutat arbete kördes den tillbaka till dieseltanken, parkerades på samma plats och i samma riktning som när första tankningen utfördes.

Lastmaskiner

Tabell 3 visar en sammanställning av data för de två modellerna av lastmaskinerna som studerats. Jämförelsen visar att maskinerna enbart skiljer sig åt i avseende hydraulpumpens kapacitet.

Tabell 3. Jämförelse av Volvo L 50A och Volvo 4200B (VME Industries Sweden AB. 1990, VME Industries Sweden AB. 1985)

	Volvo L50A	Volvo 4200B
Motor	Volvo BM, D 45 B	Volvo BM, D 45 B
Motoreffekt, brutto	66 kW (90 hk)	66 kW (90 hk)
Maskinvikt	8 ton	8 ton
Transmission	Power-Shift, Volvo BM HT 90	Power-Shift, Volvo BM HT 90
Hydraulsystem	Vingpump, 135 l/min	Vingpump, 160 l/min

Mätmetod

Under lastmaskinens arbete togs tiden med en mobiltelefon med stoppursfunktion. Den tid som lastmaskinen stod på tomgång utan att utföra någonting antecknades separat. Denna tid räknades om och redovisas som procent av den totala tiden, som lastmaskinens arbete pågick. Under tidtagningen studerades även hur aggressivt lastmaskinen användes.

Uppmätningen av bränsleförbrukningen gjordes genom att lastmaskinens dieseltank tankades på nytt. För att mäta hur mycket diesel som gått åt under körningen användes ett två liter stort mätglas som visas i figur 9.



Figur 9. Mätglaset som används under mätningen.

Mätglaset var graderat med liter, deciliter och centiliter för högsta precision. För varje mått som hölldes i tanken antecknades två liter på försöksblanketten (bilaga 1). När

tanken var full och alla luftbubblor var försvunna, räknades antal liter ihop. Efter detta delades antalet liter diesel med antalet timmar som maskinen varit i drift.

För att kunna uppskatta motorbelastningen under mätningen stod en person vid sidan av och uppskattade motorbelastningen. Uppskattningen gjordes utifrån motorljud, varvtal och andra iakttagelser.

Hur hög motorbelastningen var redovisas som liten, medel eller hög och redovisas i texten till varje maskin. Detta för att läsaren skall få en större förståelse för hur maskinen användes.

- Låg motorbelastning: Då är föraren väldigt ”snäll” på gasen och belastar bara motorn precis så mycket som behövs för att klara arbetsmomentet. Detta gör att hydrauliska moment går något långsammare, men dock utförs vad den ska.
- Medel motorbelastning: Här kör föraren fortfarande ”snällt”, men gasar på lite mer. Detta görs oftast för att transportera sig lite snabbare och för att de hydrauliska funktionerna skall gå fortare.
- Hög motorbelastning: Den här bedömningen gjordes när föraren enbart ville vara effektiv och man bedömde att han inte tänkte på att hålla motorbelastningen nere.

RESULTAT

Lastare 1

Denna lastare (L50A) finns på en gård med mjölkproduktion på cirka 300 kor, som även föder upp tillhörande rekryteringsdjur och tjurar. Arbetet som har studerats med den här lastmaskinen är fodersysslorna under en dag, där både ungdjur, tjurar och kor utfodras med mixervagn.

Utfodringen delas upp i fyra olika mixar där två används till mjölkorna, en till tjurarna och en till rekryteringsdjuren. Anledningen till att kornas mix är uppdelad på två lass är att inte mixervagnen är stor nog och gör att denna utfodring får delas på två. Mellan varje lastning stannas lastmaskinens motor och är stannad i snitt 15 minuter. Lastningen sker precis utanför den mittersta silon, vilket gör att avståndet mellan foder och mixervagn är kort. Detta gör att hela momentet blir med låg motorbelastning och endast ett moment innebär medel belastning. Det är framförallt när lastmaskinen skall hämta en skopa kraftfoder i maskinhuset cirka 100 meter bort som motorbelastningen ökar.

- Årsmodel: 1993
- Driftstimmar: 20 802 h
- Förare: Man, 45 år
- Tomgångskörning: 23 %
- Bränsleförbrukning: 4,5 l/h
- Mätperiod: 2 h
- Belastning låg

Lastare 2

Denna lastare (L50A) finns på en gård med mjölkproduktion på cirka 125 kor och som även föder upp rekryteringsdjur. Arbetet som har studerats med den här lastmaskinen är fodersysslorna under en dag, där både ungdjur och kor utfodras med lastare.

Utfodringen till korna sker med en stationär foderblandare, får fodret automatiskt från två matarbord. I kornas grovfoder ingår gräsensilage, HP-massa, halm och majsensilage som hämtas från plansilofack och halmen som lagras på en annan gård. Ungdjuren har ett körbart foderbord där det utfodras med ensilagebalar som körs in och fördelas ut jämnt genom att de skakas ut med lastmaskinen.

Att utfodra ungdjuren var det första som skedde, vilket tog 15 minuter och var ett moment som innebar hög motorbelastning när balarna skakades ut. Övrig utfodring skedde med medel motorbelastning. Transporten av foder sker med en blockuttagare, som skär ut ett block av ensilage utan att materialet luckras upp. Fodret körs sedan från plansilofacken till matarborden i kostallet, dock hämtas en bal halm på en annan gård som ligger en kilometer ifrån huvudgården vilket tar 7 minuter enkel väg.

- Årsmodell: 1991
- Driftstimmar: 10 553 h
- Förare: Man, 50 år
- Tomgångskörning: 20 %
- Bränsleförbrukning: 7 l/h
- Mätperiod: 1,5 h
- Belastning: medel/hög

Lastare 3

Denna lastare (L50A) finns på en gård med nötköttsproduktion på cirka 700 djur, där det finns allt ifrån kalvar till slaktfärdiga djur. Arbetet som har studerats med den här lastmaskinen är fodersysslorna under en dag, där alla djur utfodras med mixervagn.

Utfodringen delas upp i två olika mixar där en används till rekryteringsdjur/slaktdjur och en till amkorna. Mellan varje lastning stannas lastmaskinens motor och är stannad i cirka 30 minuter. Lastningen sker precis utanför silofacken, vilket gör att avståndet mellan foder och mixervagn är kort. Detta gör att hela momentet blir en körning med låg motorbelastning. Lastmaskinen används bara för lastning av ensilage och övriga ingredienser i mixen skruvades eller pumpades i.

- Årsmodell: 1990
- Driftstimmar: 18 719 h
- Förare: Man, 36 år
- Tomgångskörning: 10 %
- Bränsleförbrukning: 6 l/h
- Mätperiod: 1 h
- Belastning: låg

Lastare 4

Denna lastare (L50A) finns på en lantbruksskola där den är placerad och används bara av personalen i kostallen. På skolan finns cirka 120 mjölkkor med tillhörande rekryteringsdjur. Lastmaskinen används till att lasta mixervagnen, strö och gödsla ut med. Arbetet som har studerats med den här lastmaskinen är fodersysslorna under en dag.

Utfodringen delas upp i två olika mixar där en används till mjölkorna och en till rekryteringsdjuren. Mellan lastningarna stannas lastmaskinens motor och är stannad i cirka 20 minuter. Lastningen sker precis utanför den mittersta silon, vilket gör att avståndet mellan foder och mixer är kort. Dock finns några gamla silofack som ligger en bit bort, vilket gör att här endast är en kort transportsträcka på cirka 200 meter. Detta gör

att momentet i det stora hela blir en körning med låg motorbelastning och endast momentet där foder hämtas från de gamla silofacken innebär medel belastning.

- Årsmodell: 1989
- Driftstimmar: 22 363 h
- Förare: Man, 45 år
- Tomgångskörning: 21 %
- Bränsleförbrukning: 5,5 l/h
- Mätperiod: 1 h
- Belastning: låg/medel

Lastare 5

Denna lastmaskin (L50A) fanns på en lantbruksskola där den används för att förse skolans hästar med ensilage och strö. På skolan finns tillräckligt med hästar för att lastmaskinen har ett heltidsarbete. Arbetet som har studerats är körning av ensilagebalar från lagringsplatsen till två av häststallen.

Balarna hämtades på lagringsplatsen där de var staplade och transporterades till häststallet. Avståndet till första stallet var cirka 200 meter och 300 meter till andra stallet. Arbetsmomentet innebar en medel motorbelastning och det var framförallt under transporten som motorn blev högt belastad.

- Årsmodell: 1987
- Driftstimmar: 36 161 h
- Förare: Man, 20 år
- Tomgångskörning: 18 %
- Bränsleförbrukning: 6,4 l/h
- Mätperiod: 1 h
- Belastning: medel/hög

Lastare 6

Denna lastmaskin (4200B) fanns på en gård med växtodling och en mindre nötköttsproduktion. Gården har tidigare haft mjölkproduktion och nu har en del av stallet gjorts om till köttjur. Arbetet som har studerats är dels utfodring av djur och även övrigt gårdsarbete.

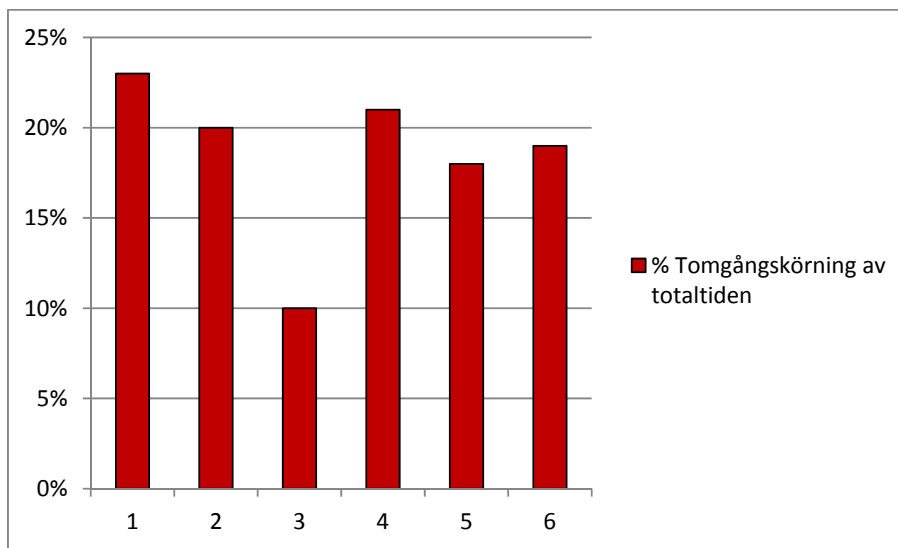
Utfodringen bestod av att hämta ensilagebalar cirka 100 meter ifrån stallet. När en bal var hämtad stannade föraren till, tog av plast och nät från balen. Därefter skakades den upp och fördelades jämt längs foderbordet. Det här betraktades som medel motorbelastning. Efter att utfodringen var avslutad användes lastmaskinen till stängselarbete. I skopan på lastmaskinen lades stolpar, ståltråd och övriga verktyg för

arbetet. Under stängslingen kördes lastmaskinen med låg motorbelastning och följde efter personen som lagade stängslet. Det var enbart ibland som lastmaskinen fick trycka ned stolpar, annars var den enbart ett transportfordon.

- Årsmodell: 1985
- Driftstimmar: 19 082 h
- Förare: Man, 50 år
- Tomgångskörning: 19 %
- Bränsleförbrukning: 5,8 l/h
- Mätperiod: 50 min.
- Motorbelastning låg

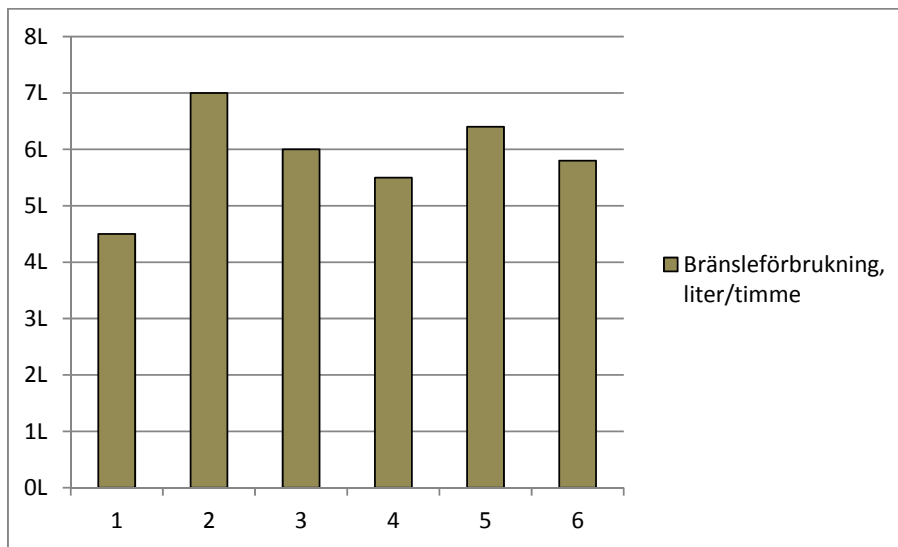
Sammanställning av bränsleförbrukning

Tiden som lastmaskinen inte utför något arbete och står på tomgång redovisas som tomgångskörning i figur10. Denna varierade mellan 10 % för lastare nr 3 och 23 % för lastare nr 1. Medelvärdet för alla sex lastarnas tomgångskörning var 18,5 %. Lastare nr 3 har markant mindre tomgångskörning än övriga (10 %). Övriga maskiner går på tomgång mellan 18-23 %.



Figur10. Sammanställning av tomgångskörningen för Volvo L50 (1-5) och Volvo 4200B.

Resultatet mätningen av bränsleförbrukning från alla testade lastmaskiner är sammanställd i figur 11 nedan. Bränsleförbrukningen varierade mellan 4,5 l/h för lastare nr 1 och 7,0 l/h för lastare nr 2. Medelvärdet för alla sex lastarnas bränsleförbrukning var 5,9 l/h.



Figur 11. Sammanställning av bränsleförbrukningen för Volvo L50 (1-5) och Volvo 4200B.

DISKUSSION

Målet med denna studie var att ta fram praktisk bränsleförbrukning som i framtiden kan ge bättre precision för kalkylering och andra beräkningar vid utfodring av nötdjur. Huvudsyftet i arbetet blev således att beskriva vad som påverkar bränsleförbrukningen hos en viss typ av maskin och hur man kan minska denna förbrukning. Valet av maskin som blev Volvo L50 A samt Volvo 4200B påverkades dels av eget intresse samt av tillgång. Vad gäller det egna intresset för lastmaskinen Volvo L50A har detta kommit efter några års erfarenhet på olika arbeten och på min egen gård. Efter att ha lagt märke till att det kan skilja en del på förbrukningen mellan olika arbetsuppgifter och förare, tyckte jag att det kunde vara intressant att mäta bränsleförbrukningen på ett antal lastmaskiner och se vad som skiljer sig mellan de olika gårdarna och dess förare. Valet av maskinens arbete som blev utfodring av nötdjur påverkades främst av tillgång men också av intresse. Resultatet som framkom av studien kan vara till stor nytta i kalkylering av gårdars dieselförbrukning när det kommer till utfodring.

Som alltid i sådana här sammanhang spelar olika faktorer in. Inledningsvis hade jag som mål att testa tio stycken lastmaskiner som hade som arbetsmoment att utfodra nötdjur. Dock var det många av de lantbrukare som jag varit i kontakt med som vid tiden för testet hade fullt upp med vårbruket, som detta år har varit sent i området, och därmed inte kunde medverka. Detta ledde till att det har varit svårt att få tag i önskat antal lastmaskiner och undersökningen har fått byta inriktning till att innefatta de lastmaskiner som gick att få tag på. På grund av detta har en del tester inte blivit av, samt att i ett av testen har en Volvo 4200B fått ta en plats i undersökningen. Volvo 4200B är likadan som Volvo L50 men en äldre modell och med en annan hydraulpump, dock med samma motorstorlek. Men trots detta är maskinerna likartade i motor och drivlina vilket gör att resultatet inte bör påverkas.

Lantbrukarna som jag har varit i kontakt med under mina bränsletester har varit positiva och har inte haft några invändningar mot själva testet. Det som har ifrågasatts mest är om själva testet skulle leda till förlorad arbetstid, i så fall hur mycket och vad det påverkade. När personerna ifråga blev införstådda med vad det handlade om, var det istället frågor om vad andra lantbrukare hade fått för resultat. Efter testet var alla väldigt nyfikna på hur det hade gått.

För att få fram ett resultat av bränsleförbrukningen krävdes svar på följande frågor:

- Vilka faktorer påverkar bränsleförbrukningen?
- Finns det en mätmetod som enkelt kan användas på gårdsnivå?
- Vad har Volvo L50A/4200B för bränsleförbrukning vid utfodring?

Vilka faktorer påverkar bränsleförbrukningen

Petterson (2004) tar upp att en förutsättning för att motorn skall förbruka minsta möjliga mängd bränsle är att den körs på rätt varvtal i förhållande till effektuttaget. Motorn har alltså inte samma verkningsgrad på alla varvtal utan har ett optimalt varvtal där verkningsgraden är som bäst och som då ger mest effekt till minsta mängd bränsle. Detta innebär att föraren har en stor inverkan på maskinens bränsleförbrukning och då även möjligheten att minska kostnader för bränsle på gården genom att lära sig att köra maskinerna på ett bättre sätt (Helmersson, 2007). Studier av Snellman (2011) har visat att en van förare med en lugn körstil behövde betydligt mindre bränsle för att utföra samma arbetsmoment jämfört med en oerfaren förare. Det har även visat sig i en annan studie att det inte nödvändigtvis behöver ta längre tid för att köra bränslesnålt bara man kör på rätt sätt (Helmersson, 2007).

Att motorn är i dåligt skick, t ex sliten turbo eller dåligt justerade insprutare, kan också bidra till att maskinen drar mer bränsle än vad den egentligen borde göra, precis som att ett igensatt luftfilter också gör då motorn inte får tillräckligt med luft för bästa möjliga förbränning (Petterson, 2004).

Nordberg (2009) menar att andra orsaker till hög bränsleförbrukning kan vara att maskinens hydraulik är felinställd, vilket gör att en hydraul funktion går tungt och gör att motorn får arbeta mer än nödvändigt. Detta kan ske om en hydrulventil är sliten eller går trögt och bromsar oljans väg tillbaka till oljetanken. Det är alltså inte omöjligt att en maskin drar några liter extra per timme för att hydrauliken är felinställd.

Finns det en mätmetod som enkelt kan användas på gårdsnivå

Metoden som jag använde i bränsletestet var densamma som Snellman (2011) använde förutom att jag innan testet inte använde något frågeformulär angående förarens traktorvana. Själva testet är en enkel mätmetod och kräver ingen avancerad utrustning, utan det är endast ett noggrant graderat mätglas som behövs. Precis som Snellman (2011) hade en fast punkt där traktorn startades och stannades, parkerades lastmaskinerna i undersökningen på samma punkt vid de båda tankningarna före och efter mätningen. Denna punkt uppskattades dels hos lantbrukarna men även av mig som stod vid sidan om. Jag anser att denna mätmetod är ganska säker, men eftersom den inte mäter exakt flöde till motorn utan mäter hur mycket som har försvunnit ur tanken, kan fel uppstå. Felet som kan uppstå är att det bildas luftfickor i tanken, som gör att mer eller mindre bränsle får plats. Enligt de testresultat som jag fått fram anser jag inte att detta har varit något problem, utan att mätmetoden gett ett tillförlitligt resultat.

Om jag skulle tillämpa metoden enligt Arvidsson et al. (2010), med olika flödesmätare hade jag fått demontera bränsleslangarna och montera dit flödesmätare. Detta var enligt lantbrukarna inte en bra idé eftersom det skulle leda till läckage på bränslesystemet efter testet. Argumentet var att slangarna var gamla och torra vilket skulle göra att de sprack vid demontering och att detta system skulle leda till merarbete och med det en oönskad merkostnad.

En annan mätmetod är ISOBUS-mätning som kräver att maskinen i fråga är så pass ny att det finns ett utvecklat datasystem som regelbundet mäter bränsleförbrukningen. De maskiner som har varit med i min undersökning är för gamla för detta och har inget eller ett för enkelt datasystem. Om undersökningen hade gjorts på nyare lastmaskiner skulle jag kunna tänka mig att använda detta system. Det är ett system där föraren verkligen får ut exakt när och hur mycket ett visst arbetsmoment kräver i bränsle. Med så noggrann information kan man lättare lära föraren hur körningen skall utföras mer bränsle-effektivt.

I undersökningen har jag valt att använda begreppet liter per timme eftersom man köper bränsle i liter och att det då är lätt att räkna ut vad kostnaden blir per timme.

Vad har Volvo L50A/4200B för bränsleförbrukning vid utfodring

Resultatet av mätningen av bränsleförbrukning från alla testade lastmaskiner varierade mellan 4,5 l/h för lastare nr 1 och 7,0 l/h för lastare nr 2. Medelvärde för alla sex lastarnas bränsleförbrukning var 5,9 l/h. Denna bränsleförbrukning stämmer inte riktigt överens med vad Lindgren et al. (2002) kom fram till i sin undersökning av entreprenadmaskiner. Mina resultat kan tyckas ligga lite högre än vad Lindgrens et al. (2002) resultat var, men detta anser jag bero på att de lastmaskiner som jag undersökt är av äldre modell och kan på så vis vara slitna maskinellt. Lindgrens et al. (2002) lastmaskin var en nyare modell och har en motor med högre effekt, vilket också påverkar. Det är inte heller helt lätt att dra paralleller mellan lastmaskiner som används i lantbruket och de som används på entreprenad. Min uppfattning är att arbetena på ett lantbruksföretag inte utförs lika intensivt och underlaget som de arbetar på är olika jämnt och kuperat. Man kan dock av resultatet utläsa att de maskiner som jobbat med en högre belastning också är de som har en högre bränsleförbrukning.

Tiden då lastmaskinen inte utförde något arbete utan stod på tomgång varierade mellan 10 % för lastare nr 3 och 23 % för lastare nr 1. Medelvärde för alla sex lastarnas tomgångskörning var 18,5 %. Lastare nr 3 har med sina 10 % markant mindre tomgångskörning än övriga maskiner som går på tomgång mellan 18-23 %. Denna lastare har också en högre bränsleförbrukning, 6 l/h, i förhållande till dess belastning som under testet var låg. Detta kan jämföras med lastare nr 1 som hade 23 % tomgångskörning, samma låga belastning men med en bränsleförbrukning på endast 4,5 l/h. Detta resultat antyder en tendens till att hög procentandel tomgångskörning gör att bränsleförbrukningen per timme blir lägre. Dock är det så att under tomgångskörningen utför lastmaskinen inget arbete och därmed enbart förbrukar bränsle till ingen nytta. Lastmaskin nr 1 som var den som behövde minst mängd bränsle per timme för att utföra sitt arbete kördes väldigt snabbt och stod som tidigare nämnts längst tid på tomgång av de testade maskinerna. Föraren till denna lastmaskin belastade den inte nämnvärt, inte ens när skopan skulle fyllas och detta tror jag gör att bränsleförbrukningen blev så låg som den blev. Man kan även se det som att arbetet skulle kunna gå snabbare att utföra om lastmaskinen hade belastats mer och samma mängd bränsle hade använts under kortare tid.

Det som har varit mest intressant med denna undersökning, har varit att få komma ut på gårdarna och se hur olika lastmaskiner används. Enligt mitt eget tycke har det gett mycket att stå vid sidan av och bara granska hur andra personer kör sina lastmaskiner. Det har gjort att man förstår vilka moment under körningen som belastar lastmaskinen mer än andra och att denna belastning starkt påverkas av körstilen. Förarens körsätt kan därför spela en lika stor roll som tomgångskörningen och det hade varit intressant att göra en studie och jämföra det också. Tyvärr är det inte lika lätt att mäta olika personligheter som det är att mäta diesel och tid men för framtida tester och beräkningar med nyare maskiner samt ett tillägg med ett personlighetstest kan man troligtvis justera siffrorna och få en mer korrekt mätning.

SLUTSATS

Slutsatserna baseras på resultaten från testerna av de 6 olika lastmaskinerna och jag kom fram till att:

- Mätningar visar att en Volvo L50 i snitt förbrukar 4,5 – 7 l/h med ett medelvärde på 5,9 liter per timme vid utfodring av nötkreatur.
- Det kan finnas ett samband mellan stor andel tomgångskörning och låg bränsleförbrukning per timme, men även att körsättet har betydelse.
- Mätmetoden för bestämning av bränsleförbrukningen var enkel att använda, men inte helt tillförlitlig.

REFERENSER

- Arvidsson, J., Hillerström, O., Keller, T., Magnusson, M. & Eriksson, D. (2010). *Rapporter från jordbearbetningen – Dragkraftsbehov för olika redskap och bearbetningssystem* Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport nr. 117.
- Energieffektivitetsavtalen (2010). *Lantbrukets energiprogram 2010-2016* Jord och Skogsministeriet, Finland
http://www.mmm.fi/attachments/maatalous/maataloustuotanto/maatilojenenergiaohjelm/5nPPMuCvM/Lantbrukets_energiprogram.pdf [2013-04-16]
- Emgardsson, P. (2006). *DLG mäter hela traktorns effekt*. Lantmannen, november.
- Enghag, O., Lagerkvist-Tolke, C., Häglund, G., Lindgren, M., Öberg, A. & Hammarqvist, J. (2010). *Regeringsuppdrag att främja sparsam körning med arbetsmaskiner* Jönköping: Jordbruksverket. Rapport 2010:15
- Engström, J. (2012). *JTI ger ännu fler kurser i sparsam körning* Uppsala: Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
<http://www.jti.se/index.php?mact=News2,cntnt01,detail,0&cntnt01articleid=255&cntnt01returnid=53> [2013-04-12]
- Helmersson, N. (2007). *Sparsam traktorkörning, ett sätt att minska sina kostnader* Hushållningssällskapet. <http://www.hush.se/attachments/64/2848.pdf> [2013-04-12]
- Henriksen, C. (1997). *Bilmotorn – Teknisk rapport*
<http://biphome.spray.se/christian.henriksen/lydelse.html> [2013-04-17]
- Johansson, B. (2006). *Förbränningsmotorer*. Lund. Lunds Universitet.
- Konsumentverket (2011). *Bränsleförbrukning*
<http://www.konsumentverket.se/vara-omraden/bilar-och-fordon/miljotips-for-bilagare/drivmedelochutslapp/bransleforbrukning/> [2013-04-17]
- Lindgren, M., Pettersson, O., Hansson, P.-A. & Norén, O. (2002). *Jordbruks- och anläggningsmaskinernas motorbelastning och avgasemissioner – samt metoder att minska bränsleförbrukningen och avgasemissioner*. JTI-rapport 308.
- Marsh, B. (2011). *Forage harvester evaluation*
<http://cekern.ucanr.edu/newsletters/Agronomy41429.pdf> [2013-04-20]
- Myhrman, D., Berg, S., Granlund, P. & Karlsson L. (1993). *Terrängmaskinen del 1*. Skogsforsk. Falköping. Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut.
- Neuman, L. (2009). *Kartläggning av energianvändningen på lantbruk 2008*. Borås: LRF Konsult AB. <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/451.pdf> [2013-04-11]

- Nordberg, M. (2009). *Feljusterat styrsystem orsaken till ökad bränsleförbrukning* Entreprenadaktuellt <http://www.entreprenadaktuellt.se/?p=32925&pt=107&m=2879> (2013-04-20)
- Pettersson, O. (2004). *Sänk dieselförbrukningen vid traktorarbeten!* Uppsala: Institutet för jordbruks- och miljöteknik http://www.sla-arbetsgivarna.org/om_sla_1/jti/jti-rapporter/sank_dieselforbrukningen_vid_traktorarbeten [2013-04-20]
- Snellman, A. (2011). *Sparsam traktorkörning – planering och genomförande av evenemang*. Yrkeshögskolan Novia. Miljöteknik (examensarbete för miljöteknik). http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28187/Snellman_Anna.pdf?sequence=1 [2013-04-14]
- SPBI, (2012). Energiinnehåll, densitet och koldioxidemission <http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller/> [2013-04-28]
- Stout, B & Cheze, B. (1999). Engines. *CIGR handbook of agricultural engineering. Vol 3. Plant production engineering*. American Society of Agricultural Engineers. Texas A&M University, USA
- Söderberg & Haak. (odaterat). [Internt material]
- VME Industries Sweden AB. (1990). *VOLVO BM L50* Eskilstuna. VME Industries Sweden AB Ref: 12 6 669 1810 [Broschyr]
- VME Industries Sweden AB. (1985). *VOLVO BM 4200B* Eskilstuna VME Industries Sweden AB Ref: 12 3 669 1702 [Broschyr]
- VCE Industries Sweden AB. (2013). *Wheel Loaders – Volvo BM* http://www.volvoce.com/constructionequipment/corporate/en-gb/AboutUs/history/products/wheel%20loaders/Volvo_BM_L_series/Pages/introduction.aspx [2013-12-14]
- VCE Industries Sweden AB. (2007) *Volvo Construction Equipment 175 years*. Eskilstuna VME Industries Sweden AB Ref: 12 A 100 3961 [Broschyr]
- Zeltwanger, H. (2010). *Isobus – the CAN-based network system for agriculture and forestry machines* CAN Newsletter 1/2010. <http://can-newsletter.org/> [2013-12-14]

BILAGOR

Bilaga 1

Bränsleförbrukningsförsök på:

Uppprepning nr	Årsmodell	Lantbrukare	Datum	Liter tankad diesel	Driftstimmar	Liter/timme	Tid start/stopp

Avståndsbedömning

Allmänt
