

Sparsam traktorkörning

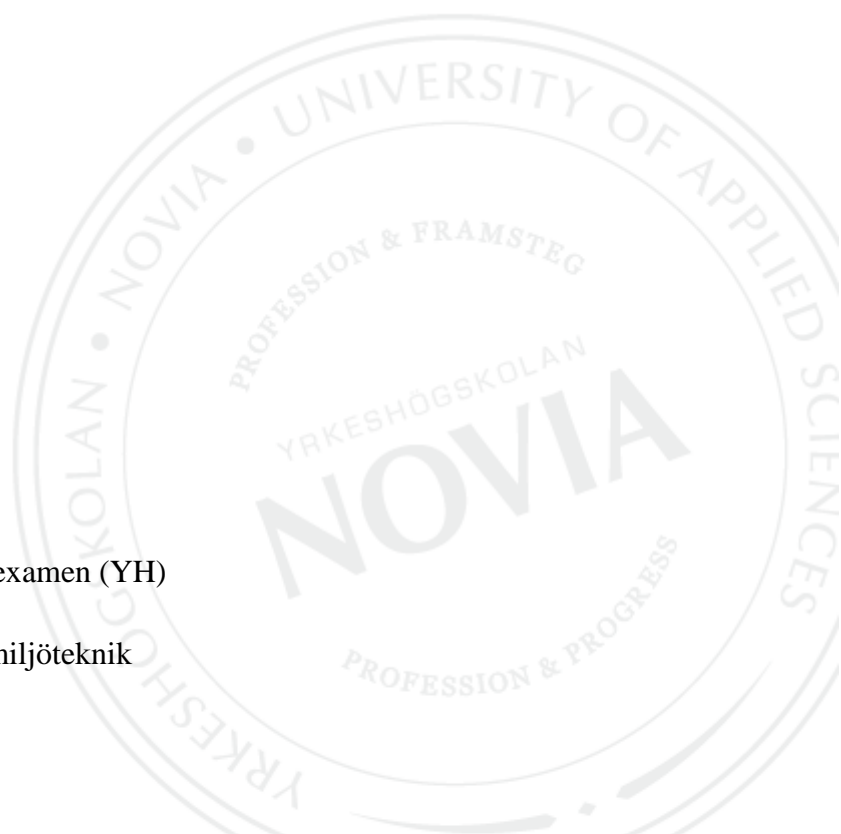
Planering och genomförande av evenemang

Anna Snellman

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för miljöteknik

Vasa / 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Anna Snellman
Utbildningsprogram och ort: Miljöteknik, Vasa
Handledare: Fredrik Ek, Stina Frejman

Titel: *Sparsam traktorkörning – planering och genomförande av evenemang*

Datum 17.3.2011 Sidantal 32 Bilagor 5

Abstrakt

Mitt examensarbete behandlar ämnet sparsam traktorkörning, som är en del av Finlands energisparprogram för lantbruk. I projektet ingick att skriva en broschyr och en artikel samt att ordna ett evenemang för lantbrukare där de kunde testa sin ekonomiska körning med traktor. I rapporten redovisas hur man gått till väga för att ordna evenemanget samt redovisning av resultaten. Genom resultaten har det visats att man som van förare kan spara över 80 % bränsle jämfört med en ovan förare. En undersökning av utsläpp från traktorers dieselmotorer finns också med i arbetet med bland annat EU:s rådande utsläppskrav samt genomsnittliga utsläppsvärden från jordbrukstraktorer.

Artikeln och följbrev till dem som deltog i evenemanget finns som bilaga.

Språk: Svenska Nyckelord: Bränslesnål traktorkörning, eco-driving, utsläpp

Tillgängligt: I webbiblioteket Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anna Snellman
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Ympäristötekniikka, Vaasa
Ohjaajat: Fredrik Ek, Stina Frejman

Nimike: *Säästävä ajo traktorilla – tapahtuman suunnitteleminen ja toteuttaminen*

Päivämäärä 17.3.2011 Sivumäärä 32 Liitteet 5

Tiivistelmä

Opinnäytetyöni käsittelee polttoainetaloudellista ajoa traktorilla. Tätä aihealuetta halutaan edistää Suomen maatalouden energiansäästöohjelmassa. Projektiin sisältyi esitteen ja artikkelin kirjoittaminen aiheesta sekä tapahtuman järjestäminen maanviljelijöille, missä osallistujat pääsivät kokeilemaan kuinka taloudellisesti itse pystyivät traktorilla ajamaan. Opinnäytetyössä kerrotaan miten tapahtuma järjestettiin sekä tapahtuman tulokset. Tulokset osoittavat, että kokenut kuljettaja voi säästää yli 80 % polttoainetta verrattuna kokemattomaan kuljettajaan. Sekä tutkimus dieseltraktoreiden päästöistä että päästövaatimukset EU:ssa on esitetty opinnäytetyössä. Maataloustraktoreiden keskimääräiset päästöt ja energiakulutukset on myös esitetty työssä.

Artikkeli ja saatekirje heille, jotka ovat osallistuneet tapahtumiin, on liitteenä.

Kieli: Ruotsi Avainsanat: Polttoainetaloudellista ajoa traktorilla, eco-driving, päästöt

Opinnäytetyö on saatavilla ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Anna Snellman
Degree Programme: Environmental Engineering
Supervisors: Fredrik Ek, Stina Frejman

Title: *Economical tractor driving – planning and organizing of an event*

Date 17.3.2011 Number of pages 32 Appendices 5

Abstract

My Bachelor's thesis deals with the topic economical tractor driving, which is part of Finland's energy conservation program for farmers. The project involved writing a brochure and an article about the topic and organizing an event for farmers where they could test how economically they drive with tractors. The Bachelor's thesis shows how we proceeded with the organizing of the event and how the results were reported. According to the results, an experienced driver can save over 80 % fuel compared to an inexperienced driver. A study of emissions from diesel tractors and emission requirements from EU and information about the average emissions and energy consumption of agriculture tractors are also found in this report.

The article and the accompanying letter addressed to those who participated in the event are attached.

Language: Swedish Key words: Economical tractor driving, eco-driving, emissions

The Bachelor's thesis is available at the electronic library Theseus.fi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Abstrakt

Tiivistelmä

Abstract

Innehållsförteckning

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Inledning | 1 |
| 2. | Målsättning | 2 |
| 3. | Problemformulering | 4 |
| 4. | Metodval | 4 |
| 5. | Informationskällor | 4 |
| 6. | Lantbrukets energiprogram | 5 |
| 6.1. | EU: s direktiv om energitjänster | 6 |
| 7. | Sparsam traktorkörning i Sverige | 6 |
| 8. | Utsläpp från traktorer | 7 |
| 9. | Utförande | 13 |
| 9.1. | Planering | 13 |
| 9.2. | Ballastning | 15 |
| 9.3. | Plöjning | 17 |
| 9.4. | Deciliterkörning | 19 |
| 9.5. | Resultatredovisning | 22 |
| 10. | Resultat | 23 |
| 10.1. | Ballastningsmoment | 23 |
| 10.2. | Plöjningsmoment | 26 |
| 10.3. | Deciliterkörningsmoment | 28 |
| 11. | Resultatjämförelse och slutsats | 30 |
| 12. | Egen utvärdering och reflektioner | 32 |
| 13. | Källförteckning | |

Bilagor 1 – 5

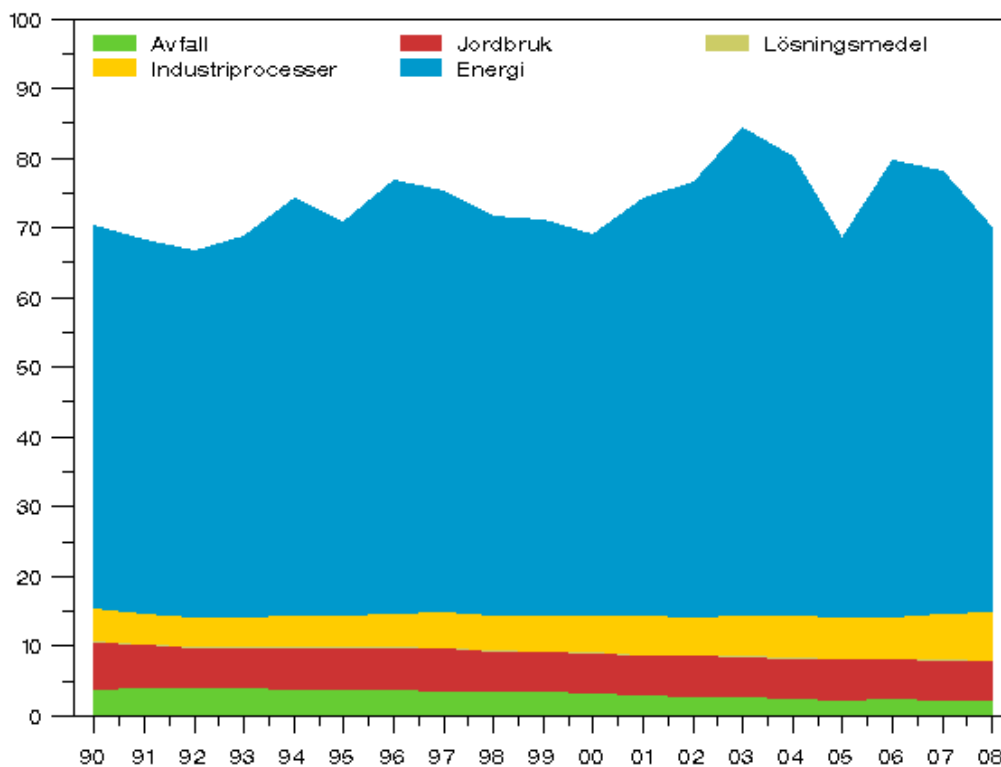
1. Inledning

Emissioner från förbränningsmotorer betraktas i dag som ett mycket allvarligt miljöproblem. Växthuseffekten, försurning och bildning av marknära ozon, partiklar och kväveoxider har ökat intresset, och också oron, för avgasemissioner. I Finland kommer 9 % av de årliga utsläppen av växthusgaser, dvs. koldioxid, metan och dikväveoxid, från lantbruket. Om man räknar med koldioxidutsläppen från jordmånen och från lantbrukens energiförbrukning så stiger emissionerna till 13 %. I figur 1, som är hämtad från statistikcentralen i Finland, visas varifrån växthusgaserna uppkommer, och hur stor del som kommer från lantbruket. Ur figuren kan man då se att "Energi" är den största utsläppskällan medan "Lösningsmedel" inte står för någon stor del. Från "Avfall", "Industri" och "Jordbruk" är utsläppen av samma storleksordning. Det som är oklart i figur 1 är ifall de menar lantbruket eller jordbruket, eftersom lantbruk är ett samlingsnamn på skogsbruk, jordbruk, växthusodling och djurproduktion. Enligt figur 1 så är emissionerna ca 7 % av hela Finlands växthusgasutsläpp och enligt *Miljöguide för lantbruk* är värdet 9 %, medan jordbrukets andel av utsläppen är 7 % av lantbrukets utsläpp. /7/ , /8/ , /9/

Lantbrukets emissioner har minskat jämfört med tidigare. År 2010 räknade man med att koldioxidutsläppet var 4,7 miljoner ton och detta är en minskning på 32 % sedan år 1990. /7/

Då det gäller energiförbrukningen inom jordbruket går 33 % av den totala energiförbrukningen till bränsle för arbetsmaskiner. Det här är något, man vill få ner. Ett steg i rätt riktning var när EU:s direktiv om energitjänster (2006/32/EG) trädde i kraft 17 maj år 2006. Direktivet gäller de slutanvändare av energi som inte berörs av utsläppshandeln och enligt direktivet skall dessa användare minska energiförbrukningen med 9 % innan år 2016, jämfört med medeltalet för energiförbrukningen mellan åren 2001-2005. Förutom energieffektiviteten skall lantbrukarna utöka andelen som produceras genom förnybara energikällor, eftersom detta är bästa sättet att skydda klimatet och miljön. Tillgången till biobaserade motorbränslen är ännu obetydlig, dessutom är möjligheterna till utnyttjande av fjärrvärme begränsad. I Finland har man utgående från EU:s direktiv om energitjänster byggt upp ett energiprogram, som skall hjälpa Finlands lantbruk att uppnå målet att minska energiförbrukningen. /8/

Projektet Ekonomisk traktorkörning tangerar Finlands energiprogram för lantbruk och är ett sätt att minska energiförbrukningen för arbetsmaskiner och även sänka utsläppen av växthusgaser.



Figur 1. Växthusgasutsläpp i Finland åren 1990–2008 (miljoner ton CO₂-ekvivalenter).

/9/

2. Målsättning

Lantbrukens energiprogram i Finland har som syfte är att göra det möjligt för lantbruken att spara energi och förbättra energieffektiviteten. Energiprogrammet skall se till att EU:s och Finlands mål för energibesparing för lantbruk uppfylls. Lantbrukets energiprogram beskrivs i kapitel 6 och EU-direktivet närmare i kapitel 6.1.

Ekonomisk traktorkörning är ett delprojekt som ingår energiprogrammet. Målsättningen med detta delprojekt är att öka lantbrukarnas medvetenhet om energi- och bränsleförbrukning. Programmet för ekonomisk körning med traktor är en liten, men viktig, del för att uppnå lantbrukens energibesparingsmål på 9 %. /4/

Projektet för ekonomisk traktorkörning ger även ett visst antal delmål. Delmålet som presenteras i detta ingenjörsarbete, var att arrangera ett evenemang, Sparsam traktorkörning, för att visa åt lantbrukare att programmet för ekonomisk traktorkörning är på kommande. Målsättningen med detta evenemang var att få publicitet och för att se vilket intresse som finns för att minska på energi- och bränsleförbrukningen bland folk som dagligen använder traktorer i sitt arbete. Det passade därför bra att arrangera evenemanget samtidigt som plöjnings-FM i Mäntsälä i 24–25 september år 2010. Vid FM i plöjning skulle det finnas folk som kör traktor dagligen och som kan uppleva det som intressant att få siffror på hur bränsleekonomiskt de kör. I och med evenemanget kunde man också se vad som behöver göras ytterligare för att kunna genomföra en hel kurs i ekonomisk traktorkörning. Vi skulle alltså få ett smakprov. I bland annat Sverige finns redan kurser i sparsam eller ekonomisk traktorkörning, medan det här i Finland ännu är någonting nytt, trots att det finns s.k. eco-driving kurser för bilar och lastbilar. Konceptet för kurserna kommer att baseras på det koncept som LRF Konsult AB har byggt upp i Sverige, medan evenemanget är enklare uppbyggt. Konceptet presenteras närmare i kapitel 7 Sparsam traktorkörning i Sverige.

En annan målsättning med projektet var att få ihop en bra text som når ut till lantbrukare och påverkar deras energi- och bränsleförbrukning. Det skulle resultera i en broschyr om sparsam traktorkörning samt en temaartikel i Lantbruksskalendern. Artikeln presenteras som bilaga 1.

De två huvudansvariga för evenemanget Sparsam traktorkörning och skrivandet av artikel och broschyr var Anna Snellman, studerande, och Fredrik Ek, bioenergirådgivare på ProAgria Svenska lantbrukssällskapens förbund. Flera som var inblandade i evenemanget var Juhani Mykrä, förvaltare på gården där evenemanget genomfördes, Markku Lappi, ProAgria Häme, Hannu Mikkola, ProAgria Uusimaa, och Jenni Käärmenniemi, ProAgria Uusimaa. Författare till artikeln var, förutom de två huvudansvariga, Kim Nordling och Peter Österman.

3. Problemformulering

Finns möjligheten att spara dieselbränsle vid traktorkörningen för lantbrukarna? Var en frågeställning som följde med under projektets gång. Då evenemanget utfördes visade det sig ifall bränsleförbrukningen varierar beroende på vem som kör och ifall det finns möjligheter att spara. Man funderade över om en förare med mera körvana kör mera ekonomiskt än en oerfaren förare. Enligt LRF Konsult kan det sparas upp till 20 % av dieselbränslet genom att chauffören ändrar sina körvanor till att köra mera ekonomiskt.

4. Metodval

Vid skrivandet av broschyr och artikel samt till de mera teoretiska delarna i rapporten, dvs. till kapitlen utsläpp och lantbrukens energiprogram, användes litteratursökning och e-post. Till den praktiska delen, dvs. planering och utförande av själva evenemanget, ingick möten och kommunikation genom direkta diskussioner per telefon och indirekta diskussioner per e-post. Under evenemangets gång var den huvudsakliga kommunikationen direkta diskussioner mellan projektansvariga och deltagarna. Då resultaten sändes ut till deltagarna användes indirekt kommunikation genom e-post och vanlig post.

5. Informationskällor

Att göra upp evenemanget Sparsam traktorkörning tangerar det energiprogram som är aktuellt i dag. Jämfört med svenska kurser så fanns begränsade resurser vilket gjorde att evenemanget blev rätt enkelt uppbyggt. Meningen är att man i Finland skall bygga upp kurserna enligt konceptet som utarbetas av LRF Konsult i Sverige. I evenemanget ingick inte t.ex. mått på hur stor däckslirningen var, dvs. antalet varv däcken snurrar på en viss sträcka då det gällde plöjning, eller mätning av däckens lufttryck.

Mycket lite information har funnits om kurser i ekonomisk traktorkörning. Sverige är det land som fungerat som den viktigaste referensramen och därifrån har resultat fåtts. Från USA har källor hittats till artikeln och broschyren, tips för hur man köra mera ekonomiskt med traktorn, men inga direkta kurser och resultat har funnits till förfogande. VTT,

Affärsverksamhet av teknologi, har fungerat som den viktigaste informationskällan i Finland gällande utsläpp från dieseldrivna traktorer.

Eco-driving kurser finns runt om i världen, men resultat från dem har varit svåra att få tillgång till. Främst handlar de här kurserna om bilar och lastbilar, inte traktorer. Även om traktorer har diesel som bränsle är det skillnad på motorerna. Traktorer är gjorda för att ha bäst verkningsgrad vid hög belastning och är inte heller gjorda för att köra i hög hastighet, utan för att dra tunga lass.

6. Lantbrukets energiprogram

Av Finlands totala energiförbrukning står lantbruken för ca 4 %, vilket är ungefär 12 TWh. De största förbrukarna är växthus och stora boskapsgårdar. EU har satt upp energisparmålsättningar som skall uppfyllas, vilket Finland utgick ifrån då energiprogrammet för lantbruken gjordes. Enligt detta energiprogram skall energiförbrukningen minska med 9 % innan år 2016. Energiprogrammet siktar till att nå så många gårdar så att det täcker 80 % av jordbrukssektorns totala energiförbrukning.

Genom energiprogrammet för lantbruk är det möjligt för lantbruken att få hjälp med energifrågorna. Lantbruken ges möjlighet att få mångsidiga tjänster för att spara energi och förbättra energieffektiviteten. Detta görs genom att en energiexpert utför en energiplan för lantbruken. Dessa energiexperter, eller energiplanerare, skall ha en tillräcklig grundläggande utbildning inom jordbruk eller en teknisk bransch samt kunskap om energifrågorna för lantbruken. Energiplaneraren genomgår en utbildning som är godkänd av Landsbygdsverket och som ordnas av Motiva Oy. Motiva Oy har valts till energiprogrammets operatör, varifrån man får all information om utbildningens innehåll och tider samt om energiprogrammet från Motiva Oy:s webbplats. För att bli energiplanerare skall man lämna in en blankett som Landsbygdsverket har fastställt och därmed kan man godkännas eller underkännas. /5/

Gården ansluter sig till programmet genom att lämna in en anslutningsblankett till närings-, trafik- och miljöcentralen. I den energiplan som görs upp skall det klarläggas hur mycket energi gården använder. Man skall därefter se över hur gården kan spara energi samt gårdens möjlighet att själv utnyttja och producera förnybar energi. Planen skall även innehålla åtgärder som gården kan vidta enligt sina resurser. Det finns olika sorter

energiplaner. Den enklaste är en egenkontrollplan som gården själv kan göra. Detta är för mindre gårdar med rätt liten energiförbrukning. För gårdar med större energiförbrukning görs en energiplan och för gårdar med riktigt stor energiförbrukning en energikartläggning. /4/ , /1/

Mera information om energiprogrammet får man från Motiva Oy:s webbplats och även från Jord- och Skogsbruksministeriets hemsida samt från Landsbyggsverkets hemsida.

6.1. EU:s direktiv om energitjänster

I inledningen nämns direktivet ”Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/32/EG om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster och om upphävande av rådets direktiv 93/76/EEG”. Direktivet har som syfte att ”främja kostnadseffektiv förbättring av slutanvändningen av energi”. Direktivet berör leverantörer, slutförbrukare och de väpnade styrkorna med undantag för företag som ägnar sig åt sjöfart, flygtrafik eller utsläppshandeln. Lantbruket hör till slutförbrukare. Till direktivets allmänna mål hör en energibesparing på 9 % som skall uppfyllas med hjälp av energitjänster och andra åtgärder för förbättrad energieffektivitet. Varje medlemsland skall fastställa ett program och åtgärder för att uppnå målet på 9 % och varje medlemsland skall också ge i uppdrag åt myndigheter att ”svara för den samlade kontrollen och övervakningen av den ram som upprättats” för att uppnå energibesparingsmålet. Mätningarna för energibesparingen skall börja fr.o.m. 1 januari 2008. /10/

7. Sparsam traktorkörning i Sverige

Kurser i Sparsam traktorkörning i Finland skall baseras på ett koncept som utarbetats av LRF Konsult AB, eftersom en av projektmedlemmarna deltagit i en sådan kurs och fått idéer därifrån. LRF Konsults kurser i Sverige går ut på att först ge en kort introduktion i vad som kommer att hända under kursen. Sedan får deltagarna köra olika moment på det sätt de vanligtvis kör. Bränsleförbrukning och tid noteras under momenten. Efter körningen så får deltagarna ta del av en teoridel, där man går igenom olika punkter för att minska bränsleförbrukningen, t.ex. med differential inställning och lufttryck i däck. Efter

teoridelen får deltagarna igen sätta sig i traktorn och köra olika moment på enligt tipsen från teoridelen. Bränsleförbrukning och tid noteras för att jämföras resultaten före och efter.

Vårt evenemang utfördes inte enligt detta koncept, då det inte fanns tid och möjlighet. Kurserna som i framtiden ordnas i Finland, kommer att ordnas enligt detta koncept.

8. Utsläpp från traktorer

Avgaserna från förbränningsmotorer är giftiga och kan orsaka skador på både människor och miljön. Inom lantbruken så är det främst dieselmotorerna i traktorer och skördetröskor som avger farliga emissioner. /7/

Under evenemanget fanns inte möjlighet till mätutrustning för utsläpp, så därför görs en mera teoretisk undersökning över vilka emissioner som släpps ut från en dieselmotor och vad kraven är idag. Emissioner från traktorer är också operationsspecifika och varje traktor är unik, vilket gör att emissionerna varierar beroende på vilken traktor och vilket arbetsmoment utsläppen gäller. Denna del baseras främst på projekt från VTT, Affärsverksamhet av teknologi, samt två rapporter från JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, i Sverige.

I tabell 1, som är hämtad ur en rapport från SMP (Svensk Maskinprovning Ab), visas EU: s emissionskrav för arbetsmaskiner och traktorer från EU direktivet 97/68/EG. Kraven för utsläppen skärps hela tiden då ny teknik utvecklas. Tabell 1 redovisar kraven på kolmonoxid, kolväte, kväveföreningar och partiklar i enheten gram per kWh för olika motorklassers nettoeffekt. Från Finlands lagstiftning hittar man emissionskraven i ”statens förordning om ändring av statsrådets förordning om begränsning av utsläppen av avgaser och partiklar från förbränningsmotorer”, 398/2005. /2/

Tabell 1. EU: s emissionskrav för arbetsmaskiner samt jord- och skogsbrukstraktorer (EU 1997 och 2000). /6/

| Effekt | Implementerings- tidpunkt | CO | HC | NO _x | PM |
|---------------|------------------------------|---------------------|-----|-----------------|------|
| kW | | g kWh ⁻¹ | | | |
| Steg I | | | | | |
| 37 ≤ P < 75 | 1999.04/2001.07 ^a | 6,5 | 1,3 | 9,2 | 0,85 |
| 75 ≤ P < 130 | 1999.01/2001.07 ^a | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,70 |
| 130 ≤ P < 560 | 1999.01/2001.07 ^a | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,54 |
| Steg II | | | | | |
| 18 ≤ P < 37 | 2001.01/2002.01 ^a | 5,5 | 1,5 | 8,0 | 0,8 |
| 37 ≤ P < 75 | 2005.01/2004.01 ^a | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,4 |
| 75 ≤ P < 130 | 2003.01/2003.07 ^a | 5,0 | 1,0 | 6,0 | 0,3 |
| 130 ≤ P < 560 | 2002.01/2002.07 ^a | 3,5 | 1,0 | 6,0 | 0,2 |

^aGäller traktorer.

Värden för utsläpp från jordbrukstraktorer i Finland har VTT gjort projekt om. Från VTT:s hemsida hittar man projektet Lipasto, där utsläppsvärden från olika motorfordon finns, och under dieseldrivna arbetsmaskiner hittas jordbrukstraktorer. Två tabeller har hämtats från projekten och finns som bilaga 2 Lipasto 1 och bilaga 3 Lipasto 2. Tabellerna redovisar de genomsnittliga utsläppsvärdena från dieseldrivna arbetsmaskiner i Finland under 2008. Tabell 2 och 3 är utsläppsvärden som gäller jordbrukstraktorer och som är tagna från bilagorna 2 och 3. I bilaga 2 och tabell 2 redovisas emissionerna i gram per effekt i kWh, medan det i bilaga 3 och tabell 3 redovisas som gram per liter dieselbränsle.

Tabell 2. Jordbrukstraktorers genomsnittliga utsläpp och energiförbrukning per effektförbrukning i Finland 2008. /12/

| Dieseldrivna arbetsmaskiner | Genomsnitts nominella effekt [kW] | Genomsnitts belastningsfaktor | Arbetsmaskiners emissioner [g/kWh] | | | | | | | | | Bränsleförbrukning [g/kWh] | Energiförbrukning [MJ/kWh] |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------|-----------------|------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | CO | NMHC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ | CO ₂ ekv. | | |
| Jordbrukstraktorer | 71 | 0,30 | 2,6 | 0,9 | 7,5 | 0,38 | 0,045 | 0,022 | 0,0051 | 808 | 816 | 257 | 11 |

Tabell 3. Jordbrukstraktorers genomsnittliga emissioner per liter dieselbränsle i Finland år 2008. /12/

| Dieseldrivna arbetsmaskiner | Genomsnitts nominella effekt [kW] | Genomsnitts belastningsfaktor | Arbetsmaskiners emissioner [g/l] | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------|-----------------|-----|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| | | | CO | NMHC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ | CO ₂ ekv. |
| Jordbrukstraktorer | 71 | 0,30 | 8,5 | 2,9 | 25 | 1,3 | 0,15 | 0,072 | 0,017 | 2660 | 2686 |

Värden från tabell 2 jämförs med kraven i tabell 1 med en effekt mellan 37 och 75 kilowatt, då utsläppsvärden i tabell 2 baseras på en traktormotor med en nominell effekt på 71 kilowatt. Kolmonoxidens emissionskrav ligger mellan 5,0 och 6,5 g/kWh medan de genomsnittliga emissionerna är 2,6 g/kWh. För kolväten är kravet 1,3 g/kWh och de genomsnittliga emissionerna är 0,9 g/kWh. För kväveoxider och partiklar ligger kraven mellan 8,0 och 9,2 g/kWh respektive 0,4 och 0,85 g/kWh och de genomsnittliga emissionerna från tabell 2 är 7,5 g/kWh för kväveoxider och 0,38 g/kWh för partiklar. Det här betyder att kraven från EU uppfylls.

Rapporten Utveckling av relevanta arbetscykler och emissionsfaktorer samt reducering av bränsleförbrukning för arbetsmaskiner (EMMA) gjord av JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik i Sverige, anger olika avgasvärden för dieselmotorer. Studien är från 2002, vilket gör den åtta år gammal och kan anses lite föråldrad. Studien har som syfte att ”ta fram kunskap om vilka emissioner som avges och på vilket sätt bränsleförbrukningen och emissioner kan minskas”. Rapporten har använts för att få en uppfattning om mera operationsspecifika emissioner från dieselmotorer och traktorer.

Emissionerna från studien av JTI är koldioxid, kolmonoxid, kolväten och kväveoxider. I tabell 4 redovisas operationsspecifika emissionsfaktorer per timme, men det finns inga värden för partiklar.

Tabell 4. Exempel på operationsspecifika emissionsfaktorer per timme. /6/

| Operation | Effekt kW | Bränsleför- brukning, kg/h | Emissioner [g/h] | | | |
|---------------------|--------------|-------------------------------|------------------|------|------|-----------------|
| | | | CO ₂ | CO | HC | NO _x |
| Valtra 6600 traktor | | | | | | |
| Exakthack | 74 | 17,3 | 56 200 | 30,8 | 10,6 | 617,6 |
| Vält | 16 | 4,4 | 14 300 | 20,3 | 5,6 | 201,1 |
| Lastmaskin VolvoL70 | | | | | | |
| Gruslastning | 29 | 6,1 | 19 800 | 20,3 | 4,0 | 264,6 |
| Grävmaskin EW150 | | | | | | |
| Grävning | 49 | 10,3 | 33 500 | 32,5 | 8,5 | 432,5 |

I tabell 5 och 6 redovisas bränsleförbrukningen i kilogram dieselbränsle per timme och kg dieselbränsle per kWh vid vägtransport. Bakgrunden till tabell 5 och 6 är en simuleringsmodell där man efterliknat traktorn Valtra 6650. Figur 2 illustrerar hur en Valtra 6650 kan se ut. Man har beräknat momentana värden av motorvarvtal och moment för att sedan utifrån en simulerad motorbelastning beräkna bränsleförbrukning och emissioner. Två olika operationer studerades via denna simuleringsmodell och presenteras i tabell 5 och 6. Utförandet för transportscenariot var en 10 km lång väg samt tom retur och jordbearbetningens scenario var att en 8 m bred harv bearbetade 1 ha.



Figur 2. Bild över traktormodellen Valtra 6650. /11/

Tabell 5. Absolut bränsleförbrukning och emissioner från scenario i gram per timme. /3/

| Operation | Bränsle, kg h ⁻¹ | CO, g h ⁻¹ | NO _x , g h ⁻¹ | HC, g h ⁻¹ | PM, g h ⁻¹ |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| Vägtransport | 12,3 | 55,3 | 393,2 | 22,4 | 16,7 |
| Jordbearbetning | 14,0 | 40,2 | 563,8 | 17,8 | 14,9 |

NO_x, kväveoxider; HC, kolväten; PM, partiklar

Tabell 6. Specifik bränsleförbrukning och emissioner från scenario i gram per kWh. /3/

| Operation | Bränsle, kg kWh ⁻¹ | CO, g kWh ⁻¹ | NO _x , g kWh ⁻¹ | HC, g kWh ⁻¹ | PM, g kWh ⁻¹ |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| Vägtransport | 0,25 | 1,13 | 8,02 | 0,46 | 0,34 |
| Jordbearbetning | 0,24 | 0,68 | 9,54 | 0,30 | 0,25 |

NO_x, kväveoxider; HC, kolväten; PM, partiklar

Jämför man tabell 6 som är hämtad från rapporten Utveckling av relevanta arbetscykler och emissionsfaktorer samt reducering av bränsleförbrukning för arbetsmaskiner (EMMA) och tabell 3 från VTT, så är simuleringsmodellens kolväte-, partikel- och kolmonoxidvärden lägre än genomsnittsvärdet i Finland medan kväveoxidvärdet är högre.

Tabell 7 redovisar betydelsen av en rätt anpassad redskapsstorlek. Denna studie gjordes mellan tre-, fyr- och femskäriga plogar som kördes med samma traktor, Valtra 6650. I tabellen kan man också se mängden utsläpp i enheten gram per timme, som är beräknat baserat på en ca två minuters körning. De emissioner man mätt är kolmonoxid, kväveoxider och kolväten. /13/

Tabell 7. Jämförelse av olika tids- och bränslebehov vid olika val av växelläge och hastighet vid jordbearbetning med Valtra 6650. /3/

| | 3-skärig plog | 4-skärig plog | 5-skärig plog |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Plöjd areal (ha) | 3,52 | 4,08 | 2,10 |
| Tidsåtgång (effektiv tid, tim) | 6,0 | 5,1 | 3,2 |
| Förbrukat bränsle, liter | 107 | 98 | 57,9 |
| Avverkning/timme (ha/h) | 0,58 | 0,80 | 0,65 |
| Liter bränsle/hektar (l/ha) | 30 | 24 | 28 |
| <i>I slagen: typiskt värde samplat över c:a 2 minuter</i> | | | |
| Hastighet(hjul) (km/h) | 7,0 | 6,7 | 6,1 |
| Slirning, % | 12 | 17 | 30 |
| Bränsleförbrukning (l/ha) | 20,3 | 21,5 | 21,1 |
| <i>Beräknade data*</i> | | | |
| effekt (kW) | 77 | 80 | 80 |
| kolmonoxid (g/h) | 103,0 | 132,8 | 126,1 |
| kväveoxider (g/h) | 750,0 | 832,7 | 809,8 |
| kolväte (g/h) | 11,2 | 11,1 | 11,0 |

Beräknad data baserad på fältstudier samt beräkningsmetodik beskriven i sektion "databehandling och emissionsberäkning"

Utgående från den data i VTT:s projekt Lipasto om emissioner från traktorer i Finland, dvs. tabellerna 2 och 3, uppnås EU:s krav som finns presenterad i tabell 1. Man måste också tänka på att emissioner från traktorer är operationsspecifika och att data från VTT är genomsnittsvärden för jordbrukstraktorerna. De data som fås från JTI visar mer specifikt hur bränsleförbrukning och emissioner är vid olika traktorarbeten och man ser lättare hur utsläpp och bränsleförbrukning varierar. Från de svenska rapporterna ges utsläppsvärdena ofta i gram per timme, medan det från projektet Lipasto anges i gram per liter dieselbränsle eller gram per kilowatt timme.

9. Utförande

I utförande av projektet ingick planering av området där Sparsam traktorkörning skulle utföras, planering och skrivande av artikel och broschyr samt planering och utförande av de olika momenten. Datumet som var fastställt för evenemanget var 24–25.9.2010, och inför detta skulle allting vara klart och kunna utföras. Platsen som plöjnings-FM skulle ordnas på var vid Saaren Kartano som är beläget i Mäntsälä, i södra Finland och där finns Mäntsäläs lantbruksutbildningar, vilket var väldigt passande för evenemanget eftersom traktorer och tillbehör fanns färdigt att låna på området.

Viktigt att poängtera är att ingen under 15 år fick köra traktorerna, de som deltog skulle alltså vara över 15 år och ha traktorkörkort.

9.1. Planering

För att utföra projektet praktiskt behövde man planera området som skulle användas och momenten som skulle utföras. Momenten som valdes ut var ett ballastningsmoment, ett plöjningsmoment och ett körningsmoment där man skulle köra så långt som möjligt på en deciliter dieselbränsle med traktor och släp. De olika körningarna valdes utgående från hur det tidigare varit i Sverige på deras kurser i sparsam traktorkörning (se kapitel 7 Sparsam traktorkörning i Sverige) eftersom en av projektmedlemmarna har deltagit i deras kurser. Körningsmomentet på en deciliter hade däremot inte gjorts i Sverige. Området planerades genom besök till platsen. Inför evenemanget var det ett flertal personer som deltog i planerandet av projektet, men i slutändan var det bara två som tog på sig arbetet för den praktiska delen.

Den första stora delen var att få ihop tillräckligt med material till en artikel och en broschyr, artikeln finns som bilaga 1. Artikeln blev klar i tid innan Lantbrukskalendern trycktes men däremot blev inte broschyren klar tills evenemanget, även om texten skulle vara så gott som densamma som i artikeln. Tanken var den att broschyren skulle delas ut till deltagarna på evenemanget Sparsam traktorkörning, men så blev inte fallet. I artikeln ingår faktabaserad text och man kan läsa om dieselmotorns funktion, olika typer av växellådor och deras funktion, service och underhåll för traktorn, hur däck och slirning påverkar körningen och bränsleförbrukningen, hur man skall ta hand om sin traktor genom

olja byten och oljefiltrering, samt den stora rubriken körsätt. Under rubriken körsätt kan man läsa hur man kör mest ekonomiskt då det gäller belastningsnivå och motorvarvtal, användningen av differentialspärr och fyrhjulsdrift, samt planering av körning med hjälp av körlinjer. Rubriken Utrustning och arbetsmetoder är också en viktig del att tänka på. Riktiga maskinkombinationer, dvs. att traktorn varken är för stor eller för liten för det redskap den skall driva, minskar på bränsleförbrukningen. Olika jordbearbetnings- och odlingsmetoder som direktsådd är också av stor betydelse för hur mycket bränsle som förbrukas.

Planering av själva området var antagligen den svåraste delen. Frågor som ställdes var bland annat hur stort område som var till förfogande, vad skall göras var, var kan man plöja och hur är det enklast att bygga upp hela evenemanget. Det första var att veta vilket område som fanns att använda och i bilaga 4, som är en karta över Mäntsäläs skolområde, ses hela det område som skulle användas under plöjnings-FM. Området som reserverades åt Sparsam traktorkörning heter på kartan HARJOITUS, men hela området kunde inte användas för evenemanget, utan delades av tre eller fyra olika företag som hade olika demonstrationer.

Innan området kunde börja planeras, gjordes två besök till platsen. Första mötet var i ett tidigt skede, redan i maj, och det andra mötet var en vecka innan evenemanget skulle äga rum, alltså i september. Det var först efter det andra mötet som området började planeras på allvar. Det skulle alltså finnas plats för de olika momenten, som presenteras senare i arbetet, ett tält för bland annat papper och böcker, lämplig plats för skylt och en plats för Fredrik Eks gengasbil. Det man inte visste från början var hur stora arealer som krävdes för de olika momenten. Under ett tredje och sista möte före evenemanget valdes arealerna ut, och detta bara ett par dagar innan evenemanget ägde rum, och då fanns alla fordon och tillbehör på plats. Figur 3 visar området i färdigt skick, som det såg ut när evenemanget utfördes. På bilden ser man tältet som användes, traktorn för lastningsmomentet och de tillhörande balarna, samt bilen som är driven med gengas. På bilden syns även en stor skylt som gjordes klar ett par dagar före evenemanget.



Figur 3. Området för evenemanget.

Traktorerna som fanns till förfogande och som kunde lånas från skolan var av märket Valmet och Valtra. Till plöjningsmomentet användes en Valmet 465, till deciliterkörningen användes en Valmet 405 och till ballastningen användes en mer avancerad traktor med frontlastare som var av märket Valtra HiTech.

9.2. Ballastning

Vid momentet ballastning skulle fyra balar förflyttas från en punkt till en annan. Det sattes ut trallar på båda sidor av en plan och man skulle förflytta balarna mellan dessa två ställen. Traktorn startades i mitten och när man hade avslutat momentet stannades traktorn i mitten, dvs. samma ställe som starten. Figur 4 visar hur körningen gjordes.



Figur 4. Lastningsmomentet

Innan ballastningsmomentet inleddes, fylldes bränsletanken i traktorn så att den var helt full. Från att man startat traktorn togs det tid tills man kört klart och stannat traktorn och motorn. Tiden mättes i minuter och sedan fylldes tanken på med hjälp av måttglas med en milliliters noggrannhet, bränslemängden mättes i milliliter och antecknades per deciliter med en decimal. Exaktheten hos resultaten ökades genom att traktorn alltid skulle påfyllas på samma ställe, vilket gjorde att traktorn alltid hade samma lutning. Figur 5 visar hur tanken fylldes på mellan körningarna och traktorn som just då får mera bränsle är den som användes vid plöjningsmomentet.

Målet med detta lastningsmoment var att se ifall körsätt och körvana inverkar på bränsleförbrukningen. Då balarna flyttades kunde man ha låg växel och köra med högt varvtal, vilket ofta leder till högre bränsleförbrukning, eller så kör man med hög växel och lågt varvtal och får därmed en lägre bränsleförbrukning. Vid kortare sträckor kör man heller inte i någon hög hastighet. Detta moment var precisionskörning, då man skulle flytta balarna och sätta dem ovanpå varandra utan att de stjälpde omkull. Vana att använda

frontlastare kontrollerades, ifall man tidigare har använt frontlastare och hittar rätt med spakarna direkt eller behöver mer tid på sig.



Figur 5. Påfyllning av plöjningsmomentets traktor med måttkanna.

9.3. Plöjning

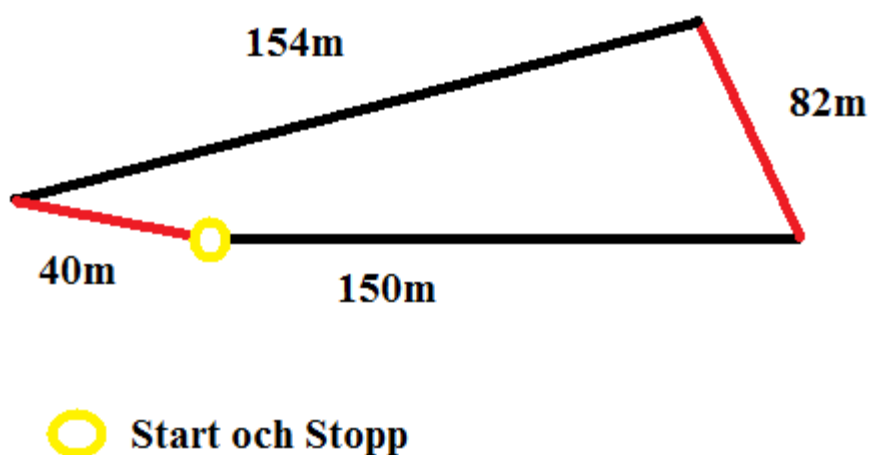
Plöjningsmomentet följde samma princip som ballastningen. Tanken skulle vara helt full vid starten och man tog tid för den sträcka som skulle plöjas. Området som skulle plöjas var på följande sätt att man plöjde en bit, därefter körde man en bit med plogen upp och sedan plöjde man tillbaka för att sedan ställa sig på samma ställe som vid starten. När traktormotorn stängdes av stannades klockan och man fyllde på tanken med hjälp av samma mätglas som vid lastningsmomentet för att få kontrollera hur mycket bränsle som

förbrukats samt tiden som gått. På samma sätt som vid lastningen så ökades exaktheten hos resultatet, då traktorn stod på samma ställe med samma lutning.

Vid inställningen av plogen uppstod lite problem, eftersom ingen av de personer som hade hand om evenemanget hade direkt vana av plogar. Det här märktes speciellt då plöjningsområdet skulle göras upp och den första sträckan skulle plöjas för att deltagarna sedan kunde se vart de skulle köra. Men eftersom evenemanget var i samband med plöjnings-FM fanns det experter på området som kunde hjälpa till vid inställningen av plogen.

Målet med detta moment var att se ifall körvana och körstil inverkar på förbrukningen, lika som i ballastningsmomenten. I detta skede var också inställningen av arbetsredskapet och plöjningsdjupet en faktor som påverkar bränsleförbrukningen.

Problem vid resultatjämförelsen kunde uppstå vid detta plöjningsmoment. Figur 6 illustrerar sträckorna för den som körde först och sträckan minskade hela tiden. De svarta linjerna är sträckorna som skulle plöjas, medan de röda linjerna är sträckorna som skulle köras med plogen uppe. Varje ny deltagare körde längre och längre mot mitten så till slut skulle plöjningstegarna ta ihop. Plogen plöjde en bredd på 42 tum, vilket är ca 107 centimeter, så man kan räkna med att den sträcka som man körde med plogen uppe förkortades varje varv med två gånger 42 tum per sträcka, vilket är i meter ca 2,14 per sträcka. Det område som blev plöjt hade samma längd för alla och arean som plöjdes var sträckorna gånger bredden på tegarna, vilket blir ca 320 m² eller 0,032 hektar



Figur 6. En illustrativ bild av plöjningsfältet, vid den första starten.

9.4. Deciliterkörning

Till skillnad från både plöjningsmomenten och ballastningsmomentet togs ingen tid vid deciliterkörningen. Detta moment gick ut på att man skulle köra så långt som möjligt på en deciliter. Man skulle köra en traktor med släp och under körningen fanns alltid en domare med i traktorn för att kontrollera förbrukningen. Underlaget var en rätt så ojämn stubbåker, och det hade satts ut trästolpar med numrering hur långt man körde. Stolparna sattes först ut med 50 meters mellanrum, men efter 200 meter så sattes de ut med 10 meters mellanrum. I figur 7 kan man se traktorerna för plöjningsmomentet och deciliterkörningen, dvs. plöjningens startpunkt samt tillbaka körningen vid deciliterkörningsmomentet.



Figur 7. Traktorerna för plöjningsmomentet samt deciliterkörningen.

För att notera när en deciliter hade förbrukats gjordes en liten extra tank vid traktorns högra sida. Med hjälp av en ställning vid traktorns sida skruvades en kanna fast. Från kannans botten ner till tanklocket var en slang fastskruvad. Bilder över anordningen, tillbehören och hur påfyllningen gick till illustreras i figur 8 och figur 9. Problem uppstod när måtkannan skulle sättas fast och på vilken höjd den skulle placeras. Först sattes

kannan för högt upp att det började läcka ut bränsle från en luftanordning ovanför motorn då kannan fylldes med dieselbränsle. Kannan flyttades därför till en lägre nivå vilket gjorde att kannan hamnade rätt så lågt att det kunde utgöra ett problem då man skulle kontrollera när en deciliter hade förbrukats. Idén med denna extra tank var att traktorns egen tank hela tiden var full och extra tanken fylldes på efter varje körning. Extra tanken hade även av praktiska skäl en mutter inne i sig, vilket inte var så bra eftersom den också hade en viss volym och att extra tanken aldrig blev helt tom. Men detta problem komparerades genom att det alltid sattes mer än en deciliter i måttkannan och det bränsle som blev kvar inne i måttkannan störde inte resultaten.



Figur 8. Måttkannan och tanklocket.



Figur 9. Hur påfyllnaden för deciliterkörningen gick till och hur måttkannen var fastsatt i traktorn.

Metoden som användes för att konstatera förbrukningen var följande: När första bubblan uppifrån syntes i slangen mellan extra tanken och originaltanken noterades hur långt traktorn hade körts. För att resultaten skulle vara sinsemellan entydigt jämförbara följde alltid en domare, som var en av de två projektansvariga, med i traktorn under varje körning. Chauffören behövde alltså inte koncentrera sig på extra tanken alls.

Målet med detta moment var att kontrollera ifall körvana hade någon inverkan på hur långt man körde på en deciliter. Det kontrollerades även om körstilen spelade någon stor roll, dvs. om val av växel och motorvarvtal inverkar på förbrukningen och om en jämn körning, genom att hålla gaspedalen nere och inte pumpa med gasen påverkade resultatet eller om användning av handgasen hade någon betydelse.

9.5. Resultatredovisning

Inför evenemanget gjorde man antaganden angående resultatet för att kunna jämföra om teorin överensstämmer med vad som händer i praktiken. Som tidigare nämnts antogs det att körvana har en positiv effekt på körstilen och bränsleförbrukningen, ifall man använder traktorn dagligen eller bara har använt den vid något enstaka tillfälle om ens alls. Ifall körvana finns så är effekten på körstilen, alltså vilken växel man kör i och hur jämn man är med gasen för att traktorn skall arbeta, bättre.

Resultaten antecknades på papper, där man antecknade först kontaktuppgifter och sedan resultaten för de olika momenten. Resultaten överfördes i ett senare skede i elektronisk form i Excel för att lättare kunna jämföras. Resultaten redovisas i diagram och tabeller. Kommentarer från körningarna antecknades för att lättare kunna bedöma varför deltagarnas bränsleförbrukning varierade. Exempel på kommentarer var hur de olika deltagarna körde, ifall varven var höga eller låga, om motorn rusades eller om det kördes lugnt. Vid plöjningsmomenten frågades också deltagarna i vilka växlar de körde. Djupet skulle vara mellan 6 och 7 tum, men här förekom variationer i och med att ingen stoppare fanns.

Man behövde inte delta i alla körningar utan det räckte med ett moment. Kontaktuppgifter togs emot för att sedan kunna meddela om resultaten och vem som kört mest ekonomiskt. Då deltagarna meddelades skulle ett följebrev finnas med innehållande tolkning av resultaten och beskrivning av diagrammen, för att underlätta för deltagarna. Följebrevet finns som bilaga 5.

10. Resultat

Resultaten presenteras här som tabeller och diagram för de tre olika momenten som ingick i evenemanget. Resultaten har skrivits om från enheten deciliter till liter och anges även i enheter som har en mera praktisk betydelse, dvs. liter per bal vid ballastningen och liter per hektar vid plöjningen. I vissa diagram så har deltagarnas nummer satts ut på x-axeln, då varje deltagare fick en skild nummer, för att de lättare kunde följa med sitt eget nummer i följebrevets resultat. Följebrevet ses i bilaga 5.

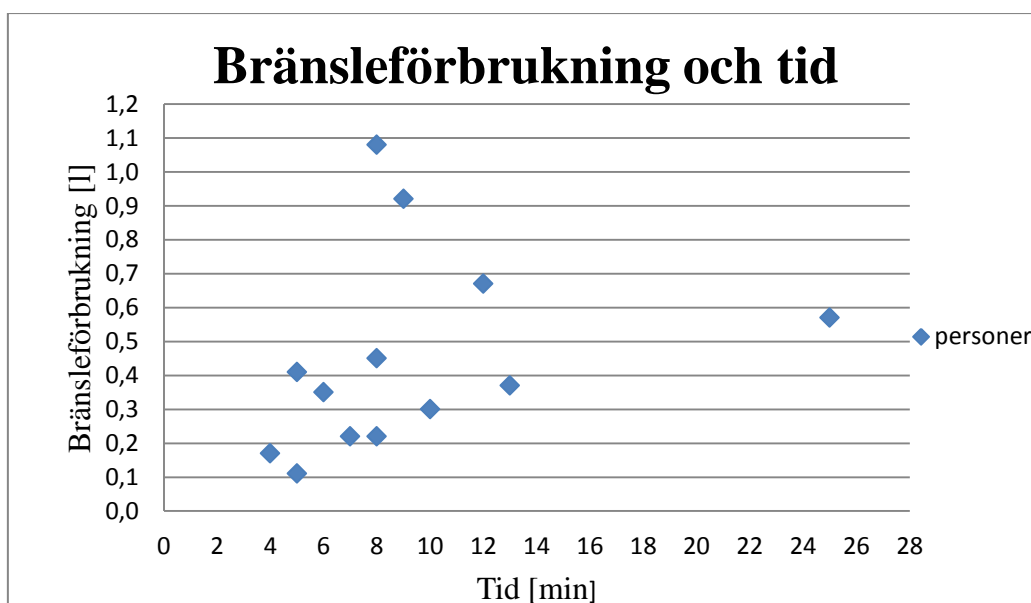
10.1. Ballastningsmoment

Det var 13 personer som testade momentet ballastning och för dessa 13 personerna redovisas resultaten som tid i minuter samt som mängd bränsle i liter och i liter per bal, för att visa lite mera praktiskt betydelse hur mycket bränsle som egentligen har förbrukats. Resultaten presenteras i tabell 8. I tabellen kan man se att bränsleförbrukningen varierar allt mellan 0,11 liter och 1,08 liter och tiderna varierar mellan 4 minuter och 25 minuter. De olika bränsleförbrukningarna berodde på att den som körde allra först, körde med en kall traktor att den förbrukade mera. En annan orsak var att det fanns en luftbubbla i tanken vid första körningen, vilket medförde att även om bränsletanken var full så försvann luftbubblan vid körningen och det resulterade i ett högre värde för bränsleförbrukningen. Den andra stora skillnaden var första körningen på dag två, efter en reparation av en läckande hydraulikslang. I det här fallet har det även antagits att en luftbubbla påverkat resultatet. De två avvikande resultaten är märkta med tjock och kursiv text jämfört med de andra resultaten. De övriga resultaten är jämförbara med varandra eftersom alla hade samma förutsättningar inför momentet och lika stort område att köra på.

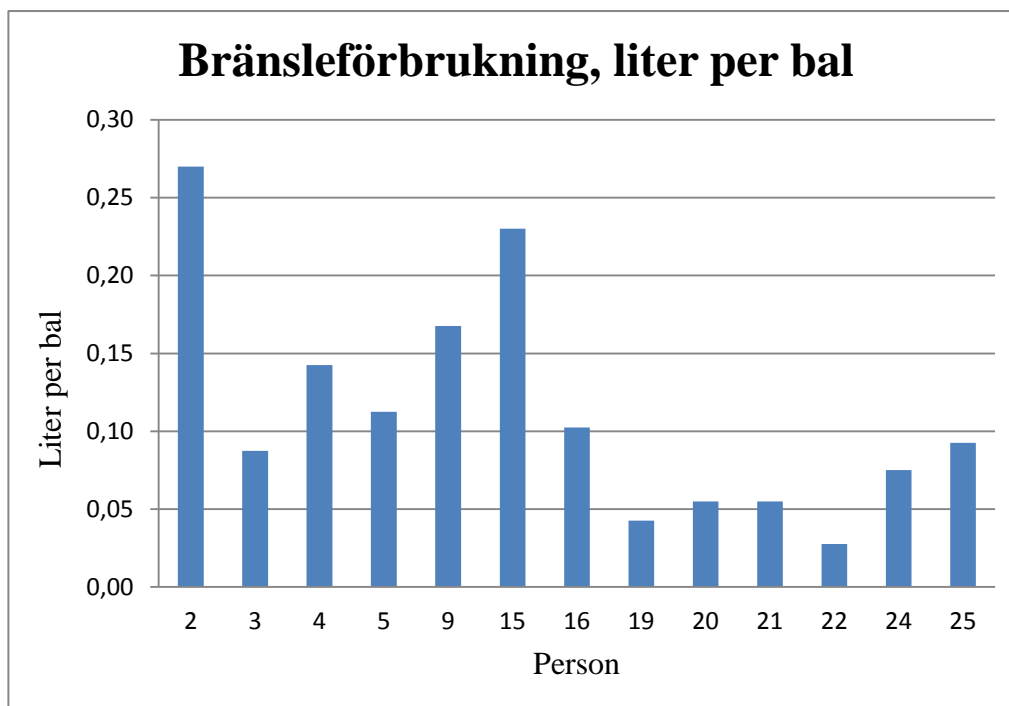
Tabell 8. Resultat över ballastningsmomentet.

| tid [min] | Mängd bränsle [l] | liter/bal |
|--------------|----------------------|-----------|
| 8 | 1,08 | 0,270 |
| 6 | 0,35 | 0,088 |
| 25 | 0,57 | 0,143 |
| 8 | 0,45 | 0,113 |
| 12 | 0,67 | 0,168 |
| 9 | 0,92 | 0,230 |
| 5 | 0,41 | 0,103 |
| 4 | 0,17 | 0,043 |
| 7 | 0,22 | 0,055 |
| 8 | 0,22 | 0,055 |
| 5 | 0,11 | 0,028 |
| 10 | 0,30 | 0,075 |
| 13 | 0,37 | 0,093 |

Bränsleförbrukningen vid ballastningen har illustrerats både i ett punktdiagram och i ett stapeldiagram. Figur 10 är ett punktdiagram för bränsleförbrukningen och tiden där resultaten för liter är på y-axeln och tiden är på x-axeln. I figur 11 redovisas däremot bränsleförbrukningen i liter per bal, dvs. liter per producerad materia.



Figur 10. Resultat av ballastningsmomentet.



Figur 11. Resultat två av ballastningsmomentet.

Personen som hade lägst bränsleförbrukning för hela momentet har också lägst bränsleförbrukning per bal och därmed körde mest ekonomiskt i detta moment. Den personen hade alltså en förbrukning på 0,11 liter och en tid på 5 minuter. En person körde snabbare men hade lite högre bränsleförbrukning. Den personen körde momentet på 4 minuter och hade en förbrukning på 0,17 liter. Bortser man från de två högsta resultaten så hade personen med högst bränsleförbrukning 0,67 liter på 13 minuter. Jämför man den som körde mest ekonomiskt med den som körde minst ekonomiskt, med avseende på bränsleförbrukningen, så kan man spara över 80 % i bränsle. Deltagaren som körde mest ekonomiskt var en van förare och har tidigare kört traktorer med frontlastare. En liten kommentar var att personen under sin körning tappade en bal och fick plocka upp den en extra gång.

10.2. Plöjningsmoment

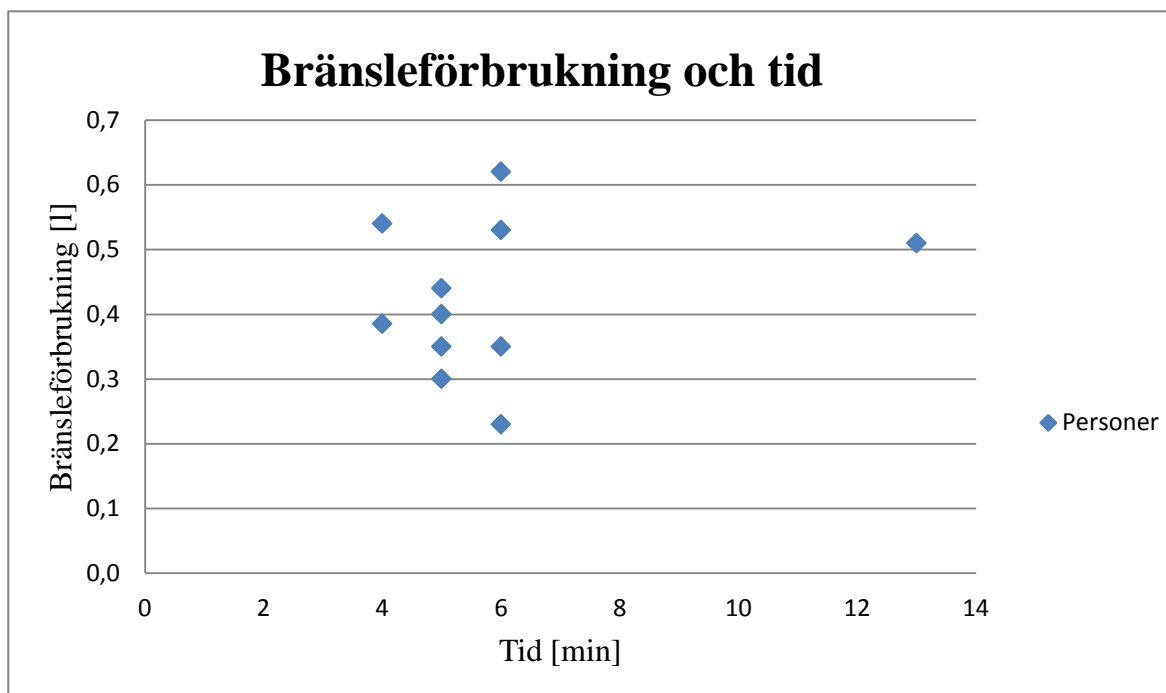
Deltagarna i plöjningsmomentet var till antalet 11. Resultaten redovisas i liter förbrukat dieselbränsle och tid i minuter samt sträckan som kördes och förbrukning per hektar plöjt område. Problem då det gäller att jämföra resultaten i detta moment var att sträckan blev kortare ju fler som körde. Resultaten finns sammanfattade i tabell 9, där förbrukningen per plöjt område har räknats ut utgående från att området som plöjdes var 0,032 hektar och den sträcka som man körde med plogen upplyft har försummats eftersom det var en kort sträcka.

Tabell 9. Resultat av plöjningsmomentet.

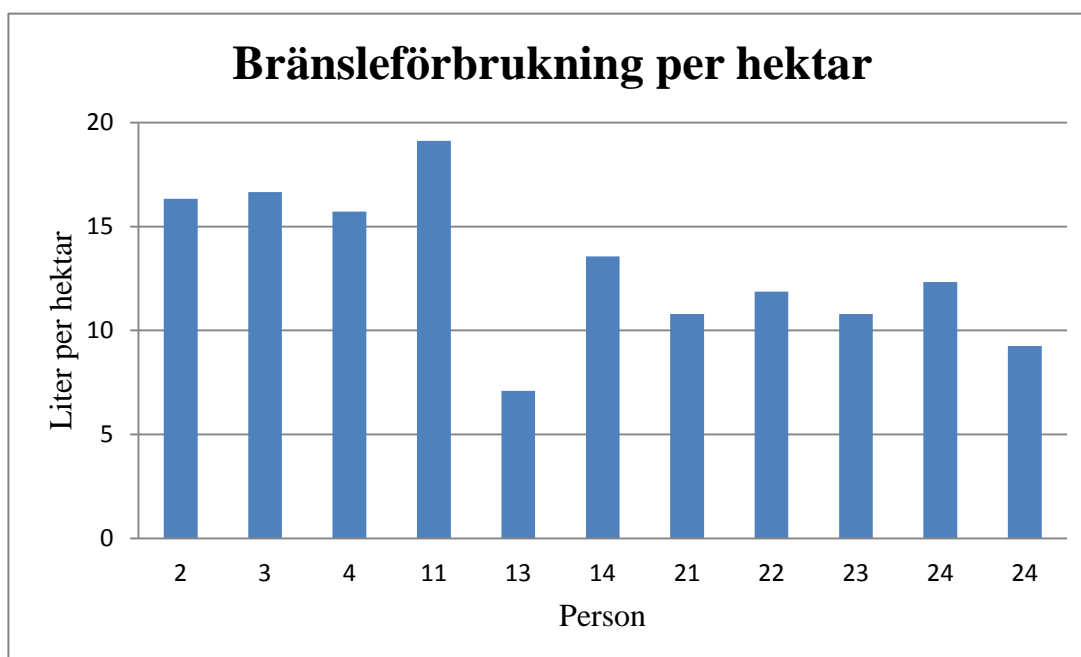
| tid [min] | mängd bränsle [l] | Sträcka [m] | Förbrukning per hektar plöjt område [l/ha] |
|-----------|-------------------|-------------|--|
| 6 | 0,530 | 426 | 16,3 |
| 4 | 0,540 | 422 | 16,7 |
| 13 | 0,510 | 417 | 15,7 |
| 6 | 0,620 | 413 | 19,1 |
| 6 | 0,230 | 409 | 7,1 |
| 5 | 0,440 | 405 | 13,6 |
| 6 | 0,350 | 400 | 10,8 |
| 4 | 0,385 | 396 | 11,9 |
| 5 | 0,350 | 392 | 10,8 |
| 5 | 0,400 | 388 | 12,3 |
| 5 | 0,300 | 382 | 9,3 |

Orsaken till att körsträckan blev kortare var att plogen som användes var en tegplog och att terrängen gjorde det omöjligt att skapa exakt lika omständigheter för alla deltagare. Med vändplog skulle det här ha gått att bibehålla mer konstanta omständigheter. Sträckan var alltså 40 meter kortare för den som körde sist som den som körde först, och detta var när plogen skulle vara upplyft medan sträckan med plogen ner var den samma för alla.

Figur 12 illustrerar ett punktdiagram över bränsleförbrukningen och tiden med liter på y-axeln och tiden på x-axeln. Figur 13 är ett stapeldiagram som visar resultatet av bränsleförbrukning per plöjd hektar där bränsleförbrukningen finns på y-axeln och deltagarnummer på x-axeln.



Figur 12. Resultat av plöjningsmomentet.



Figur 13. Resultat av plöjningsmomentet, bränsleförbrukningen per plöjd hektar.

Punktdiagrammet, dvs. figur 12, har ett väldigt varierande resultat. Orsaken är att länken som kördes blev kortare efter varje körning och att tidsupptagningen var ungefärlig, eftersom det inte fanns något direkt stoppur till hands utan det användes klockor med minutvisare. En annan orsak till att resultaten är osäkra är att instruktionerna till deltagarna var att ställa in djupet på plogen till mellan 6 och 7 tum på djupreglaget, men det fanns ingen stoppare att slå ner reglaget mot på den traktor som användes. I praktiken blev alltså djupet olika för olika deltagare.

Personen som körde mest ekonomiskt i plöjningsmomentet körde sin rutt på 6 minuter med en förbrukning på 0,23 liter och hade även den lägsta förbrukningen per plöjd hektar. Personen körde som femte deltagare och körde varken den längsta eller den kortaste sträckan. Jämfört med personen som körde mest oekonomiskt, baserat på förbrukat dieselbränsle, dvs. bränsleförbrukningen på 0,62 liter och på samma tid, kan man spara över 60 % i bara bränsle. Personen som körde mest ekonomisk var en van förare och informerade de två projektansvariga att det kördes i växeln låg 3 vid plöjningen och när plogen var uppe i hög 3.

10.3. Deciliterkörningsmoment

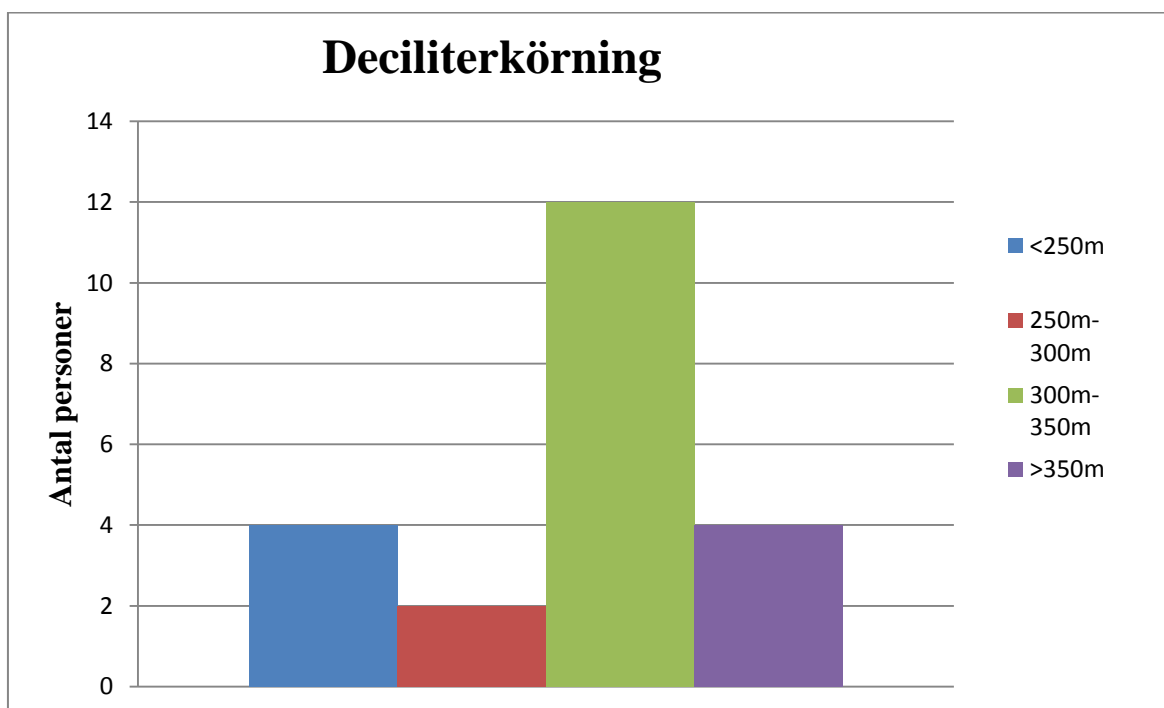
Flest deltagare ville vara med i deciliterkörningen, totalt deltog 22 personer. Orsaken till att deltagarantalet var störst vid detta moment var antagligen att det var vanlig traktorkörning utan extra funktioner.

Resultaten i momentet för deciliterkörningen redovisas som sträcka i meter. Resultaten i tabell 10 är indelade i fyra kategorier på basen av sträckan. Första kategorin är de personer som körde mindre än 250 meter, andra kategorin är de personer som körde mellan 250 och 300 meter, tredje kategorin är de som körde mellan 300 och 350 meter och den sista och fjärde kategorin är de som körde över 350 meter. Fyra personer körde under 250 meter medan den största andelen deltagare (12 personer) fanns i kategorin 300 till 350 meter. Fyra deltagare körde över 350 meter.

Tabell 10. En sammanfattning av antal personer som körde olika långt på en deciliter.

| Antal [st] | Sträcka [m] |
|---------------|-------------|
| 4 | <250 |
| 2 | 250-300 |
| 12 | 300-350 |
| 4 | >350 |

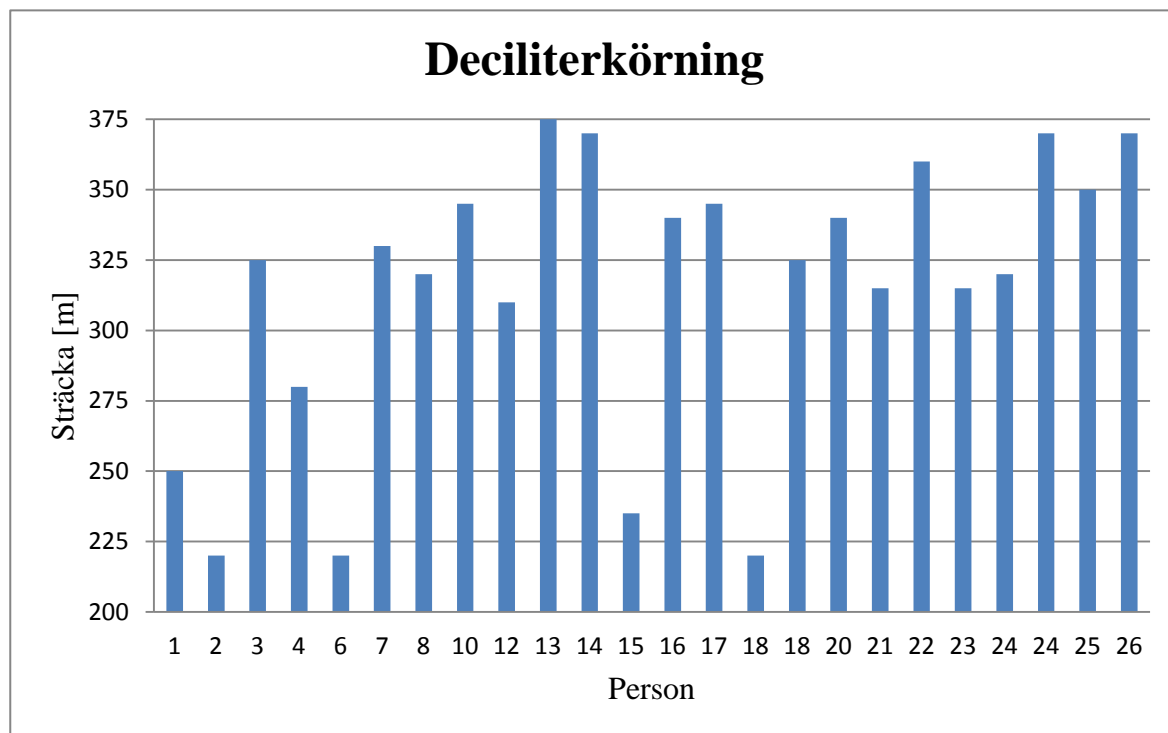
Resultaten från tabell 10 har illustrerats i ett stapeldiagram, figur 14, där antal personer finns som värden på y-axeln. Fyra staplar baserade på resultaten från de fyra olika kategorierna i tabell 10, där det klart och tydligt visar att det är mellan 300 och 350 meter som de flesta personer befinner sig.



Figur 14. Resultat av momentet för deciliterkörning.

Figur 15 är ett stapeldiagram, som finns med i följebrevet till alla deltagare, i bilaga 5. I diagrammet ser man alla deltagarnas prestationer, med personen på x-axeln och sträckan på y-axeln. Det var alltså 22 deltagare i detta moment men 26 deltagare i hela evenemanget och man kan se i diagrammet att vissa nummer saknas då alla inte deltog i

deciliterkörning. Enligt diagrammet körde person nummer 2, 6 och 18 kortast, dvs. 220 meter medan den som körde längst körde hela 375 meter. Nummer 18 och 24 deltog i momentet två gånger och har därmed två resultat.



Figur 15. Resultat över alla deltagare och deras prestationer.

11. Resultatjämförelse och slutsats

Genom hela arbetet har det antagits att körvana och körstil påverkar bränsleförbrukningen positivt och utgående från resultaten har det kommit fram att påståendena stämmer med verkligheten. Deltagarna som körde mest ekonomiskt i de olika momenten var erfarna traktorförare.

Enligt resultatet från plöjningsmomentet hade personen som körde mest sparsamt över 60 % lägre förbrukning än den som körde minst sparsamt. Om man bortser från de två högsta resultaten skiljde det över 80 % i bränsle mellan den som körde mest sparsamt och den som körde minst sparsamt i ballastningsmomentet. Även i deciliterkörningen fanns variationer beroende på förare, att den som körde längst var en van förare medan den som körde kortaste var en ovan förare. Däremot kunde en ovan förare köra långt på en deciliter, eftersom en ovan person ofta körde lugnare, dvs. med låga varv, med traktorn än en van

förare. En annan sak vid deciliterkörningen var att man kunde använda handgasen istället för fotgasen, som gjorde att körningen blev mera jämn. Stubbåkern var ojämn och gjorde foten åkte upp och ner på gaspedalen. Deltagaren som körde längst vid deciliterkörningen använde handgasen, men deltagaren som körde kortast använde fotgasen.

För avgasutsläppen gäller att om man sparar dieselbränsle så minskar också utsläppen. I deciliterkörning använde alla lika mycket bränsle, men körde olika långt. Den som körde längst hade samma utsläpp som den som körde kortast, men fick mer arbete utfört och därmed minskar emissionerna per nytta. Bränsleförbrukningen från både ballastningen och plöjningen har angetts i liter och resultaten kan jämföras med tabell 3 Jordbrukstraktorers genomsnittliga emissioner per liter dieselbränsle i Finland år 2008 i kapitel 8. I tabell 11 redovisas emissionerna i gram baserat på värden från tabell 3, i kapitel 8, och bränsleförbrukning i liter från körningarna.

Tabell 11. Utsläpp i gram för mest och minst ekonomisk körning vid ballastnings- och plöjningsmomentet baserat på tabell 3.

| | CO | NMHC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ | CO ₂ ekv. | Bränsleförbrukning [l] |
|------------------------------|-----|------|-----------------|-----|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------------|
| Ballastning, mest ekonomisk | 0,9 | 0,3 | 3 | 0,1 | 0,02 | 0,008 | 0,002 | 293 | 295 | 0,11 |
| Ballastning, minst ekonomisk | 5,7 | 1,9 | 17 | 0,9 | 0,10 | 0,048 | 0,011 | 1782 | 1800 | 0,67 |
| Plöjning, mest ekonomisk | 2,0 | 0,7 | 6 | 0,3 | 0,03 | 0,017 | 0,004 | 612 | 618 | 0,23 |
| Plöjning, minst ekonomisk | 5,3 | 1,8 | 16 | 0,8 | 0,09 | 0,045 | 0,011 | 1649 | 1665 | 0,62 |

Utgående från tabell 11, kan man se att den som körde mer ekonomiskt sparade i alla utsläppskategorier. Enligt tabellen sparade föraren över 60 % i utsläpp vid plöjningen om man utgår ifrån att bränsleförbrukningen och utsläpp går hand i hand. Samma sak gäller för 80 % i bränsle vid ballastningen där motsvarande inbesparing i utsläpp kan antas vara 80 %. Men man skall inte lita fullt ut på dessa värden, eftersom det är genomsnittliga utsläpp för en traktor med nominell effekt på 71 kilowatt och som tidigare kommenterat är alla traktorer unika och bränsleförbrukningen är operationsspecifik, likaså emissionerna. Hur stora mängder emissioner som släpps ut beror på hur chauffören kör traktorn och hur traktormotorn hanteras och belastas, ifall man kör med högt varvtal eller lågt varvtal och ifall man kör med hög eller låg växel. Om man överbelastar motorn för att spara bränsle, eller av någon annan orsak, börjar motorn ryka och sotutsläppen(partiklar) blir höga. Den huvudsakliga faktorn till utsläppsvariationer är vilket dieselbränsle som används och förbränningen i motorn.

12. Egen utvärdering och reflektioner

När jag tog emot projektet Sparsam traktorkörning att arbeta med, var det med blandade känslor. Jag är uppväxt på ett jordbruk, som är ett ekologiskt jordbruk med kor och har en del kunskap om var på ett jordbruk den mesta energin används. Min pappa, Thomas Snellman, bokför varje år den använda mängden dieselbränsle för sina arbetsmaskiner, vattenanvändningen och energianvändningen i form av el. Det enda lilla negativa med projektet var att färdigheten att köra traktor var liten, eftersom jag är uppväxt med två äldre bröder så är det alltid de två som har hjälpt pappa när det kommit till traktorarbetet. Så jag fasade lite inför evenemanget då jag själv som projektansvarig borde kunna hantera traktorn. Men tiden före evenemanget hade jag lite praktik, dvs. jag körde traktorerna hemma på gården. Eftersom min pappa inte tyckte jag skulle köra traktor för nöjesäkning, så fick jag köra då det verkligen behövdes. Bland annat då en släpkärra skulle köras bort till en av mina farbröder, så var det jag som fick åtgärda det. Att köra traktor och lärdomen hur traktormotorn fungerar är en kunskap jag bär med mig från detta projekt.

Projektarbete och att arbeta i grupp, är en annan lärdom som jag har fått ta del av, att kunna arbeta i grupp och få sina egna uppgifter gjorda. Jag hade mina specifika uppgifter klara från första början, men det kunde ske lite förändringar under tidens gång. Att vara socialt utåtriktad var en av de sidor man fick stärka under evenemangets gång, eftersom vi var i kontakt med flera olika slag av människor, både gamla och unga. Språket som användes vid evenemanget var mest finska och i projektgruppen talades det finska, medan svenska talades mellan mig och min projektansvariga Fredrik Ek.

Informationssökandet för de mera teoretiska bitarna, dvs. artikel- och broschyrskrivandet samt för utsläppskapitlet, skapade ibland vissa problem. Gällande utsläppskapitlet, var det svårt att hitta värden för utsläpp vid olika arbetsmetoder. Ofta räknas det ut energi per ton odlad gröda, och där räknas in alla arbetsmoment som utförs och sedan räknas utsläpp utgående från detta.

Projektet för en positiv sak med sig då jag har planerat att söka in till energiplanerare. Har under år 2010, då jag utförde den praktiska delen av mitt examensarbete, också gått kurser i energiplanering. Under kursen höll bland annat Christer Johansson, LRF Konsult AB, ett föredrag hur det är i Sverige gällande energiplaner och talade bland annat om uppgifter från deras ekonomiska traktorkörningskurser.

13. Källförteckning

- /1/ Energiprogrammet hjälper att minska elräkningen
<http://www.mmm.fi/sv/index/amnesomraden/jordbruk/jordbruk/energiprogrammet/orjordbruket.html>
(Läst 19.12.2010)
- /2/ Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/32/EG
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:01:SV:HTML>
(Läst 21.2.2011)
- /3/ Hansson, Per-Anders m.fl. (2002)
Utveckling av relevanta arbetscykler och emissionsfaktorer samt reducering av bränsleförbrukning för arbetsmaskiner (EMMA)
JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
ISSN: 1401 – 4963
Sid. 21–27
- /4/ Lantbrukets energiprogram (2010)
http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/esitteet/5nHzswfsz/Energiaesite_sv_2010.pdf
(Läst 7.12.2010)
- /5/ Motiva Oy (Uppdaterad 29.04.2010)
Lantbrukets energiprogram 2010 – 2016
http://www.motiva.fi/sv/verksamhetsomraden/energieffektivitetsavtalen/lantbrukets_energioprogram_2010-2016/
(Läst 7.12.2010)
- /6/ Norén, Olle; Bohm, Mats; Johansson, Staffan & Hansson, Per-Anders (1999)
Dieslavgaser vid olika system för jordbearbetning
Uppsala: Jordbrukstekniska institutet
ISSN: 0282-6674
Sid. 2–5
- /7/ ProAgria (2009)
Miljöguide för lantbrukare
Vasa: Fram Ab
ISBN: 978-952-9370-30-8
Sid. 24–25
- /8/ ProAgria (2009)
Miljöguide för lantbrukare
Vasa: Fram Ab
ISBN: 978-952-9370-30-8
Sid. 69–77

- /9/ Statistikcentralen (Uppdaterad 19.11.2010)
Växthusgaser
http://www.stat.fi/til/khki/2008/01/khki_2008_01_2010-11-19_kuv_002_sv.html
(Läst 21.12.2010)
- /10/ Statsrådets förordning 398/2005
<http://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2005/20050398>
(Läst 21.2.2011)
- /11/ Tractor Fan
<http://ie.tractorfan.eu/picture/74291/>
(Läst 20.2.2011)
- /12/ TYKO, Työkoneiden päästömalli
<http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>
(Läst 12.3.2011)
- /13/ Wetterberg, Christian; Magnusson, Roger; Lindgren, Magnus & Åström, Stefan
(2006) *Slutrapport – Utsläpp från större dieseldrivna arbetsmaskiner*
Uppsala: SMP Svensk Maskinprovning Ab
ISSN: 1652-3237
Sid. 2–6

TEMA

Sparsam traktorkörning

FM Fredrik Ek och stud. Anna Snellman
Svenska lantbrukssällskapens förbund (SLF)

En stor del av den energi som förbrukas i jordbruket är bränsle till traktorer och tröskor. Stigande bränslepriser och krav på förbättrad energieffektivitet gör det viktigt att se till att man får ut så mycket som möjligt av det tillförda bränslet. Hur mycket bränsle man kan spara beror på flera faktorer. Bränsleförbrukningen varierar stort beroende på hurudan traktor man har, vilka arbetsmetoder man använder och hur traktorn körs.

Vid köp av en ny traktor är det bra att ta med bränsleförbrukningen på sin kravlista. Moderna traktorer har automatisk uppföljning av hur mycket diesel som används. Förbrukningen anges ofta i g/kWh, vilket inte säger någonting om hur mycket bränsle som traktorn gör av med per utfört arbete. Följ själv med bränsleförbrukningen på maskinerna. Genom att bokföra tankade liter och timmar per maskin får man en viss uppfattning om bränsleförbrukningen.



Bild: Anna Snellman

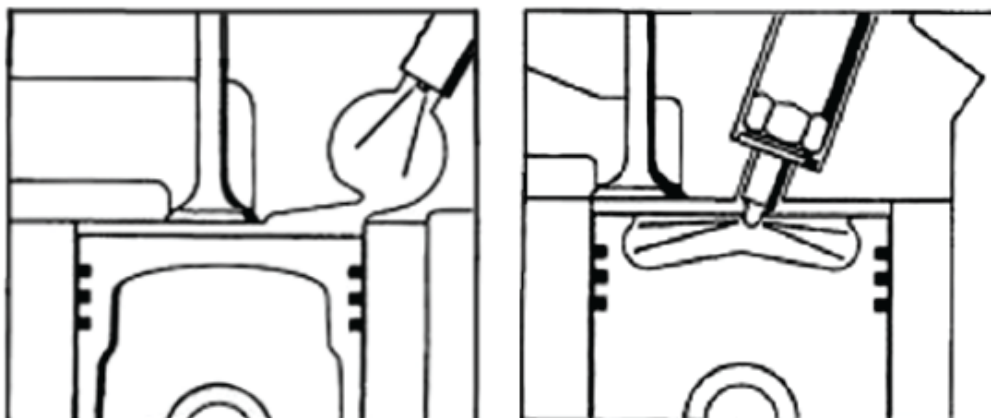
Dieselmotorn

Alla dagens lantbrukstraktorer utnyttjar en dieselmotor som kraftkälla. Utvecklingen har gått från atmosfäriska förkamardieslar med mekanisk insprutning till turboladdade direktinsprutade commonrailmotorer med datorstyrd insprutning. Äldre traktorer arbetar med ett insprutningstryck på cirka

100-300 bar. Moderna commonrail traktormotorer arbetar med insprutningstryck på upp till 2500 bar.

Tack vare högre insprutningstryck, senarelagd insprutningstidpunkt och noggrannare kontroll på insprutad mängd bränsle har man kunnat uppnå en mer fullständig förbränning av

bränslet med renare avgaser och bättre verkningsgrad som resultat. Användningen av turboladdning och intercooler ökar motorns kapacitet och förbättrar dess verkningsgrad. För de flesta motorer gäller att bränsleförbrukningen per utfört arbete är lägst inom det varvtalsområde där motorns vridmoment är som störst. Motorn



Dieselmotor med förkammare och med direkt insprutning

skall alltså arbeta rejält belastad.

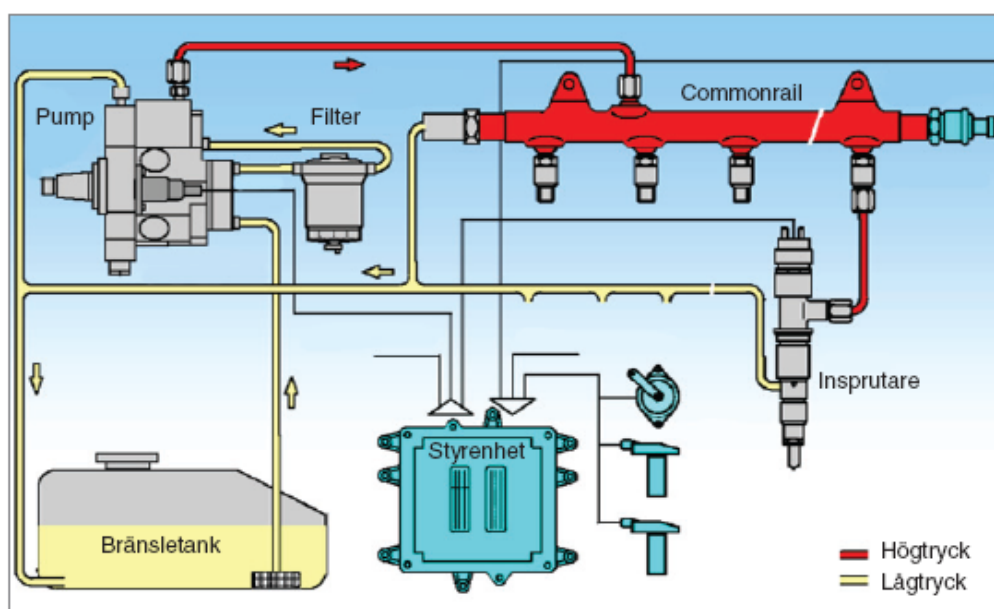
Olika motorer skiljer sig från varandra i fråga om verkningsgrad av rent konstruktionsmässiga skäl, störst är skillnaderna ändå mellan äldre och nyare motorer. Olika typer av traktortrans-

missioner skiljer sig dessutom betydligt från varandra i fråga om både användarvänlighet och transmissionsförluster.

Växellådor

Via traktorns transmission går en stor mängd energi

förlorad i form av värme. Både motor och transmission är som trögast innan de har nått drifttemperatur, dvs. innan motorn och växellådan hunnit värmas upp. Dagens transmissioner är ofta integrerade system där hydraulik, slutväxlar och bromsar ingår. Energiförluster



På en commonrail motor sköts styrningen av insprutarna helt elektroniskt.

sker i pumpar som cirkulerar olja vid högt tryck, i syfte att hålla tryck i olika kopplingar och servosystem.

De nya, allt vanligare växellådorna med steglös transmission utnyttjar traktorns motor mer optimalt än den klassiska mekaniska växellådan med ett antal snabbväxellägen. De flesta traktorer med steglös transmission har datorstyrning som samstyr motorn och växellådan, vilket ger en betydande bränsleinbesparing.

Traditionell mekanisk växellåda

Vid växling med en mekanisk växellåda bryts kraftöver-

föringen mellan motorn och de drivande hjulen då olika kugghjul och axlar låses i förhållande till varandra. Speciellt vid tyngre fältarbeten och tunga transporter i uppførsbacke innebär också ett kort avbrott i kraftöverföringen en betydande nackdel. En positiv egenskap hos mekaniska växellådor är att kraftöverföringens förluster är rätt små, cirka 10 %. Vid praktisk drift under hög belastning i en kuperad terräng är det svårt att med en mekanisk växellåda belasta motorn på ett optimalt sätt. För att undvika växlingar och eventuella avbrott i körningen behöver man ha kvar en betydande

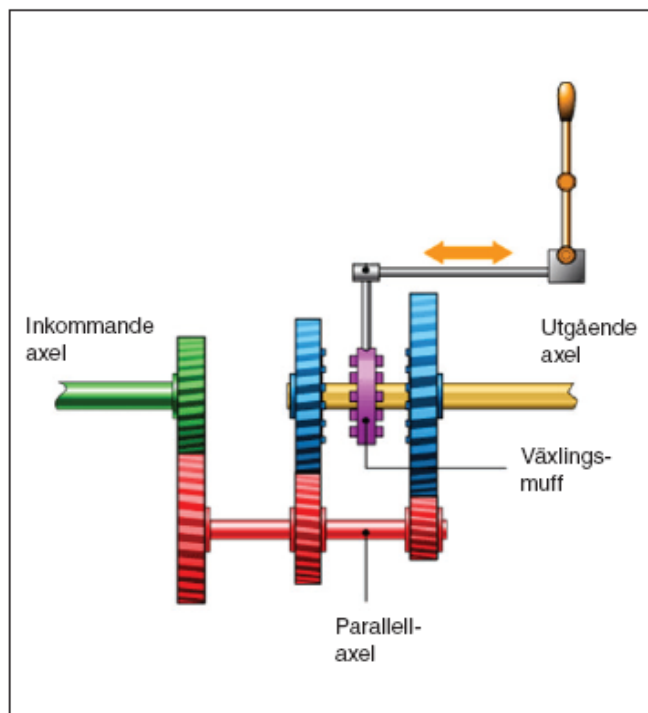
momentreserv hos motorn vilket samtidigt innebär att motorn för det mesta arbetar vid en bränsleekonomiskt sett onödigt låg belastningsnivå.

Semi powershift

Med en semi powershift växellåda väljer man manuellt vilken växel man kör på, dessutom finns ett antal snabbväxlar som kan skiftas utan dragkraftsavbrott. Till sin uppbyggnad liknar en semi powershift växellåda en traditionell mekanisk växellåda men har ett tillägg i form av ett antal kopplingsfria snabbväxlar som med hjälp av elhydrauliskt manövrerade lamellkopplingar kan skiftas utan frikoppling och dragkraftsavbrott. Det här är bra vid tunga arbeten som jordbearbetning. Transmissionsförlusterna med en semi powershift växellåda är cirka 15 %, å andra sidan har man tack vare de kopplingsfria stegen bättre möjligheter att vid praktisk körning välja en bränsleekonomiskt god belastningsnivå för motorn.

Full powershift

Med en full powershift växellåda görs all växling med hjälp elhydrauliskt manövrerade lamellkopplingar. En traditionell koppling (om en sådan ens finns) behövs inte vid växling. Ofta kombineras en powershift växellåda med en momentomvandlare som mjukar upp växlandet. Med en full powershift växellåda har man bibehållen drag-



Funktionsprincipen hos en mekanisk växellåda. Avbrott i kraftöverföringen vid växling.

kraft genom alla växlarna, det här gör att traktorn är bekväm att köra. Förlusterna i en full powershift traktor-transmission är cirka 20 %.

Steglös transmission CVT

I traktorer med steglös växellåda (CVT) överförs kraften mellan motorn och de drivande hjulen via två skilda rutter, en mekanisk rutt och en hydraulisk rutt. Förhållandet mellan den mekaniska och den hydrauliska överföringen bestäms genom att reglera mängden olja som pumpas via den hydrauliska ruten. När traktorn accelereras från stillastående kommer nästan all kraft

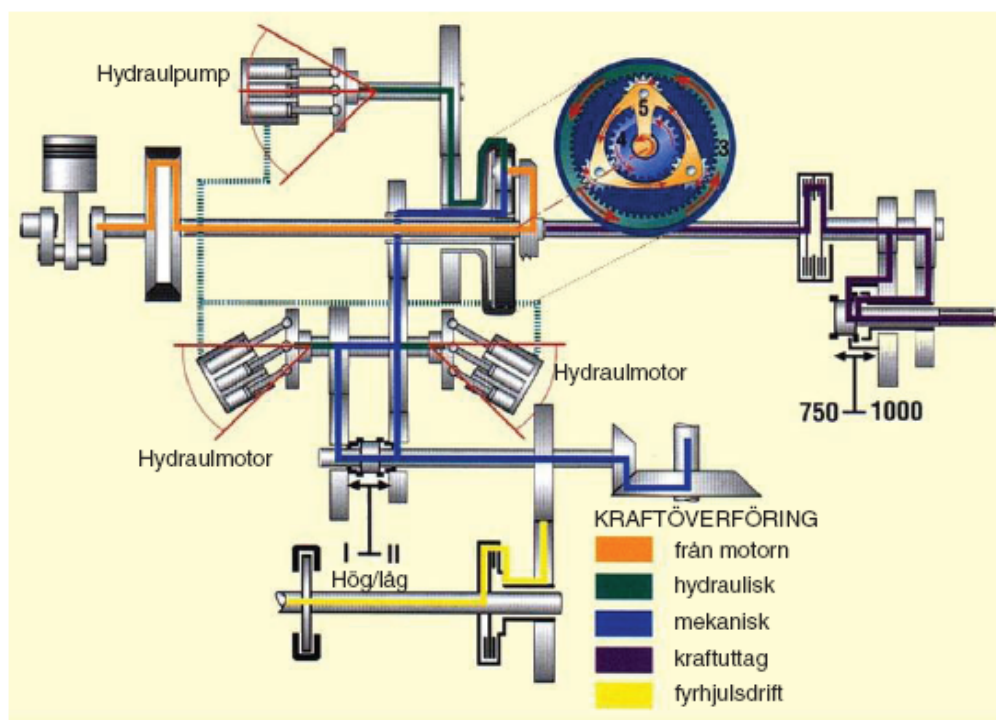
till en början att passera via hydrauliken, med stigande körhastighet ökar den mekaniska kraftöverföringens andel så att traktorn vid landsvägsköring i hög hastighet drivs helt mekaniskt.

En finess med en steglös växellåda är att traktorns elektroniska styrning automatiskt optimerar kombinationen av effekt- och vridmomentbehov så att motorns varvtal blir så lågt som möjligt. Det här sänker bränsleförbrukningen och bullernivån. Tack vare att en stor del av kraften överförs mekaniskt med få rörliga delar är transmissionsförlusterna med en steglös växel-

låda av den ovan beskrivna typen ungefär på samma nivå som för en traditionell mekanisk växellåda, dvs. cirka 10 %. Totalt sett blir bränsleförbrukningen ändå lägre än för en traktor med traditionell mekanisk växellåda i och med att motorn kan belastas mer optimalt.

Service och underhåll

Att regelbundet underhålla och sköta om traktorn och traktormotorn förlänger inte bara utrustningens livslängd utan sänker också bränsleförbrukningen och minskar dessutom risken för haverier. Följ alltså instruktions-



Steglös traktortransmission. Vid en planetväxel delas kraftöverföringen i en mekanisk och en hydraulisk del som senare sammanlänkas på nytt.

boken och serviceschemat och se till att motorn hålls i skick. Motorer i dåligt skick drar mera bränsle än normalt. Mycket enkla åtgärder som att se till att tanklocket är helt och sluter tätt sparar också diesel i och med att bränsle inte i onödan avdunstar.

Håll ögonen öppna efter förändringar som utgör tecken på att det är något fel med motorn, t.ex. ökad konsumtion av olja och bränsle, svartare rökutveckling i avgaserna, tendenser till varmgång, onormal vevhusventilation och förändrat motorljud. Svartrök kan komma vid tvåa förändringar i varvtal och moment men från en varm motor skall det inte ryka svart vid jämn och hög belastning.

Undvik kallstarter vid extrem kyla eftersom de sliter mycket på motorn. Användande av motorvärmare under vintern sparar både bränsle och motorslitage, dessutom är det billigare att värma upp traktorn med el än med diesel.

Med tiden slits en motor och blir mer gles, slitna kolvringar och cylindrar, dåligt tätande ventiler mm gör att bränsleförbrukningen ökar. Dålig insprutningsbild ger också sämre förbränning och sämre utnyttjande av insatt diesel.

Vevhusventilationen bör kontrolleras så att den fungerar som den ska.

erar som den ska eftersom en tilltäppt vevhusventilation kan leda till oljeläckage. En dieselmotor konsumerar 14-16m³ luft för varje liter dieselbränsle som förbränns. Ett tilltäppt luftfilter leder till ökat sugmotstånd och ökad bränsleförbrukning.

Däck och slirning

Tänk på att rätt däck och rätt lufttryck för olika arbeten sparar bränsle. På mjuka underlag är det viktigt för både bränsleekonomin och med tanke på markpackningen att inte däcken sjunker ner allt för mycket i markskiktet och trycker jord framför sig, vilket skapar en s.k. bulldozing effekt. Vid fältarbete på

mjukt underlag skall man utnyttja stora, breda och mjuka däck med lägre lufttryck. Alternativt kan man köra med dubbelmontage för att fördela traktorns vikt på en större yta. På hård väg rullar ett hårt och smalt däck med högre lufttryck betydligt lättare och är därför mer bränslesnålt där än ett brett och mjukt däck.

Däck med 65 procent profil (däcksektionens höjd i förhållande till bredden) är utvecklade för att bära stor last vid lågt lufttryck. Fördelar till normala däck med 80 procent profil är att marktrycket är lägre samt att dragkraften överförs bättre.



Vid tung transportkörning sparar man både bränsle och däckslitage genom att se till att traktorns och släpets däcktryck är lämpligt höga.

Exempel på lufttryck:

- 1,0-1,5 bar vid körning i fält
- 0,6-1,0 bar vid körning i fält med dubbelmontage
- 1,5-2,0 bar vid körning på väg

Bra dragförmåga innebär att kapaciteten kan hållas uppe och att antalet traktortimmar samt dieselförbrukningen kan minimeras. Nackdelen med däck med 65 procent profil är att de har större rullningsmotstånd på väg och fast underlag.

För att uppnå bättre verkningsgrad på insatt bränsle gäller det att inte slira bort allt för mycket. En viss slirning är ändå nödvändig vid dragande fältarbete och kan betyda att motoreffekten utnyttjas rätt. Slirningen ska ligga mellan 10 och 20 procent för att nå högsta verkningsgrad mellan motor och dragkrok. Ännu vid 30 procents slirning är bränsleekonomin bättre än vid 10 procents slirning, men däckslitage är då onödigt stort.

Oljebytten och -filtrering

Jordbrukstraktorer har idag oftast ett gemensamt oljesystem för arbetshydraulik, transmission och bromsar. Fördelar med ett dylikt system är att en stor mängd olja finns tillgänglig i arbetshydrauliken samt att man snabbt får en reglerad temperatur genom hela systemet. Nackdelar är att oljan

skall anpassas för uppgifter som ställer motsatta krav samt att föroreningar sprids på ett ogynnsamt sätt vid sammankopplade system.

Transmissionen är den del av traktorn som är mest utsatt för skaderisker och som drabbas av flest haverier, dessutom är transmissionshaverier mycket dyra att reparera. Det är viktigt att se till att transmissionsoljan är ren och byts regelbundet. Mekaniken i transmissionen slits kontinuerligt, vilket medför att små metallpartiklar kommer ut i oljan.

Traktoroljor är av naturliga skäl utsatta för hård smutsbelastning. Oljor och oljefilter skall bytas regelbundet så att oljan bevarar sina smörjningsegenskaper och hålls ren från partiklar. Nya oljor borde också filtreras före användning eftersom de ofta innehåller för höga koncentrationer av främmande partiklar. Det här kan man göra med en separat filterfylare eller via traktorns egna filterssystem. Man bör kontrollera att rekommenderad olja finns i transmission och hydraulik för både sommar och vinterbruk.

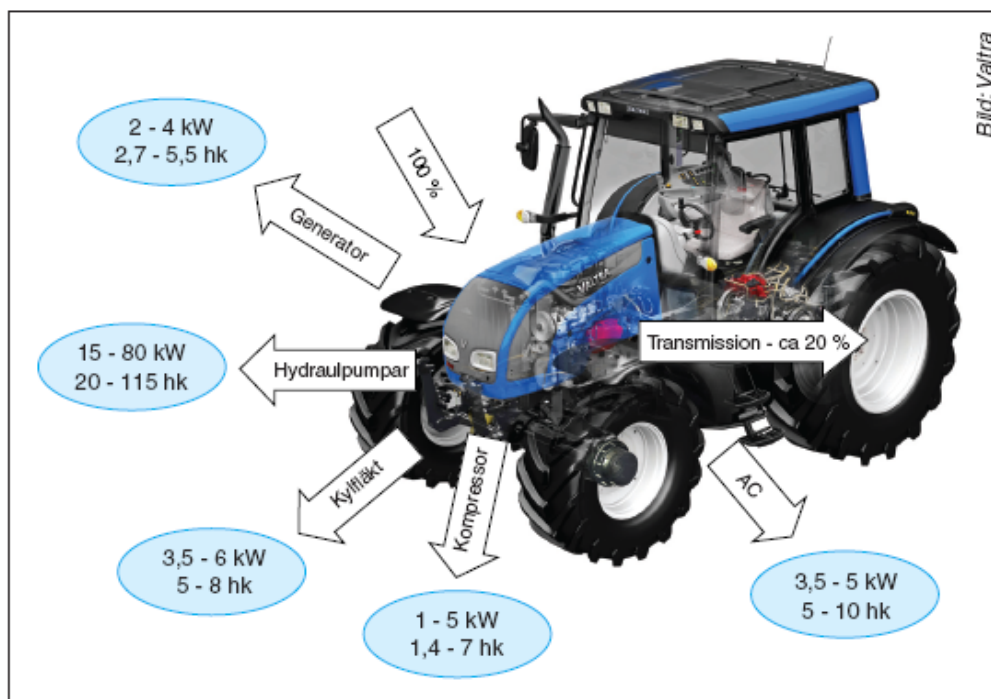
Hydraulsystemets ventilationsfilter är ofta i så dåligt skick att det släpper förbi dammig luft rakt ner i oljetanken/växellådan. Hydraulsystemet utsätts också för föroreningar när man dagligen gör till- och frånkopplingar av yttre redskap. Bromssystemen med våta oljekyllda bromslameller bidrar till högre föroreningsnivåer.

Körsätt

Det egna körsättet påverkar bränsleekonomin i stor utsträckning. Man kan påverka det bl.a. genom att utnyttja traktorns egenskaper optimalt. Rätt växel och rätt nivå på gaspedalen ska ge optimal belastningsnivå. Utnyttjandet av fyrhjuls- resp. bakhjulsdrift och användning av spärr vid olika typer av arbetsmoment ger klara inbesparingar. Allt som allt hjälper tekniken i en modern traktor föraren på rätt spår.

Belastningsnivå och motorvarvtal

En modern traktors dieselmotor har en verkningsgrad på cirka 35 % om den går optimalt belastad, vid för hög och framförallt vid onödigt låg belastning sjunker verkningsgraden. Den effekt motorn ger ut är alltid större än den effekt som kan mätas vid de drivande hjulen eller kraftuttaget. För att hålla igång för traktorn och dess förare nödvändiga funktioner som kylfläkt, generator,



En betydande del av motoreffekten går åt till upprätthållande av traktorns egna funktioner.

hydraulpumpar, kompressor och klimatanläggning går det åt motoreffekt. Den effekt som går åt till de här funktionerna är mer eller mindre konstant oberoende av traktorns övriga belastning. Det gäller att sprida den här fasta kostnaden på så många nyttiga kilowattimmar som möjligt.

Bäst bränsleekonomi har man med en motorbelastning på mellan 60 och 80 % och med ett varvtal på cirka 70 % av maxvarvtalet. Vid belastningsgrader på under 40 % försämras bränsleekonomin betydligt. Motorns belastning kan ökas genom att sänka motorvarvtalet och köra på en högre växel.

Samtidigt gäller det att inte överbelasta motorn.

När man kör med en hög växel och ett lågt varvtal för att spara på bränsle bör man vara uppmärksam på att man inte belastar motorn för mycket. Svart rök ur avgasröret är dieselmotorns tecken på det. Om motorn under körningen inte reagerar snabbt när man trycker på gasen är det skäl att byta till lägre växel.

Vid landsvägskörning med traktor är det inte ovanligt att man kör med gasen i botten, det här vinner man givetvis litet tid på men å andra sidan så drar traktorn då betydligt mer bränsle per körd kilome-

ter än vad den drar vid 80 % av maxvarvtalet. Ur bränsleekonomisk synvinkel gäller det att också vid landsvägskörning hålla varvtalet klart under 2000 r/min.

Differential och fyrhjulsdraft

Vid tunga fältarbeten är det till fördel att använda differentialspärar och fyrhjulsdraft eftersom däckslinningen minskas vilket ger bränsleekonomiska fördelar. Med tillkopplade differentialspärar blir friktionsförlusterna inne i maskineriet lägre, det här bidrar till att bränslet utnyttjas bättre.

Den viktigaste effekten av fyrhjulsdraft är att det är lätt-

are att fördela traktorns vikt och därigenom dra nytta av alla drivande hjul. Tunga traktorer sjunker mindre ner i fältet vid fyrhjulsdraft än vid bakhjulsdraft pga. att bulldozing-effekten är mindre vid fyrhjulsdraft.

Vid lättare arbeten lönar dig sig att koppla ur fyrhjulsdraften eftersom transmissionen är byggd så att framhjulen ska gå 2-5% fortare än bakhjulen för att få ett fordonsdynamiskt stabilt ekipage, det här leder till onödigt däckslitage och ökat rullningsmotstånd om tillräckligt fäste finns för bakhjulsdraft. Kontrollera att både fram- och bakdäcken är jämnt slitna och har rätt kombination av däckdimensioner så

att inte fel hastighet uppstår mellan fram- och bakaxel.

Körlinjer

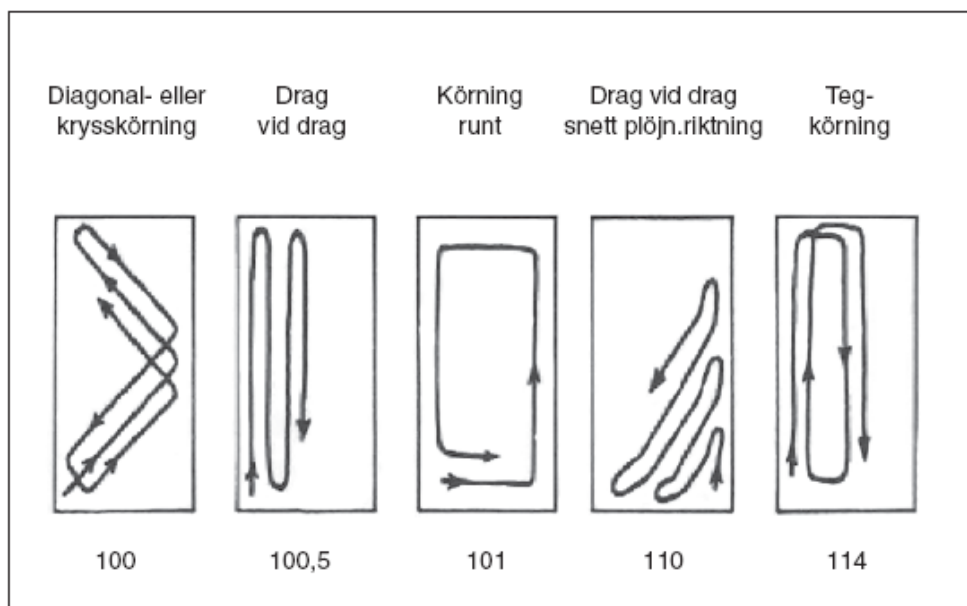
Det är inte bara tekniken som ger bränsleekonomi. Välplanerad körning t.ex. körinjer på olika åkerskiften och i vändtegar hör också till. Och, att man undviker körning utan last och tomgångskörning säger sig självt. Ett exempel på detta är att ifall en traktor med 75 hästkrafter går på tomgång 10 minuter om dagen eller 61 timmar i året så använder traktorn ca 120 liter diesel i onödan under ett år.

Vid plöjning spar man bränsle genom att köra en loop vid vändtegar istället för att stanna, backa och köra

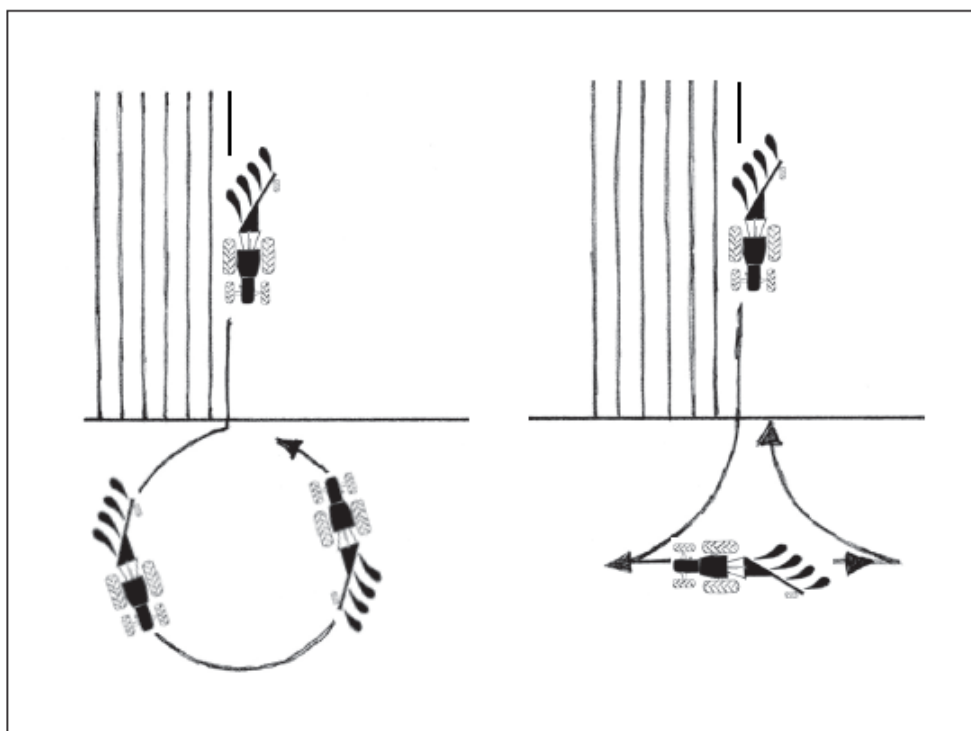
framåt igen. Vändningen genom körning i loop gör att körningen blir mer jämn. Trots att vändtegen då blir litet bredare, blir bränsleförbrukningen per hektar ändå lägre.

Utrustning och arbetsmetoder

Bränsleåtgången varierar också mycket beroende på val av utrustning och arbetsmetoder. Genom att dimensionera redskapen på ett optimalt sätt och att välja mindre traktorintensiva arbetsmetoder kan man spara bränsle. Också genom att ställa in redskapen på rätt sätt minskar man på dragmotståndet och därigenom också på bränsleåtgången.



Körinjerna påverkar bränsleförbrukningen, förbrukningen är här som ett jämförelsetal i relation till det mest ekonomiska körinjeval.



Vändtegskörning, man sparar bränsle genom att köra en loop istället för att backa och vända

Att minska på arbetsmomenten betyder att man minskar på traktor användningen och därmed bränsleförbrukningen. Möjliga tillvägagångssätt är plöjningsfri odling och direktsådd. Ibland kan man också kombinera olika köror, exempelvis hämtande av balar när fastgöd-seln körs ut, förutsatt att man inte ställer till med hygienproblem.

Onödig vikt ökar bränsleförbrukningen. När extra vikter inte behövs skall de tas bort. Se också till att inga bromsar ligger och smygdrar på traktor och släp som ger mer motstånd och ökar bränsleåtgången.

Dimensionering av redskapen

När en jordbrukare byter traktor blir ofta den nya traktorn lite större än den gamla. Däremot förblir redskapen ofta desamma och detta leder till att belastningsgraden på traktorn blir för låg (mindre än 75 %). Det rätta är att dimensionera traktor- och redskapsstorlek efter varandra, men en acceptabel lösning är också att köra på en högre växel med lägre varvtal

För att minimera bränsleförbrukningen är det viktigt att traktorn och redskap har storlekar som passar samman.

- Om man kör med för små redskap blir kapaciteten liten och bränsleförbrukningen per hektar för stor.
- Ett för stort redskap däremot medför risker för att traktorn överbelastas. Om bearbetningsförhållandena blir dåliga kan utförandet av arbetet också äventyras med överdimensionerade redskap.
- Vid en dålig traktor/redskap kombination kan bränsleförbrukningen vara över 1/3 större än vid en optimal kombination.
- Redskapen skall dimensioneras så att traktorn är belastad till minst 2/3 av maximal kapacitet

- Vid inställning av arbetsredskap skall man också se till att tillkopplade hydraulsystem är korrekt kopplade till traktorns hydraulsystem. Se till att ledningsdimensionerna är anpassade efter traktorns system.
- Många fabrikanter har nuförtiden ett ekonomivarvtal på kraftuttaget (PTO) som standard eller som tillval. Man kan då välja ekonomi-PTO vid lägre effektuttag på PTO.

Jordbearbetningsmetoder

Under de senaste åren har variationen av system för jordbearbetning och sådd

ökat på våra gårdar. Intensiteten i jordbearbetningen skiljer sig mycket mellan direktsådd, lättbearbetad och konventionell odling, och därigenom är skillnaden i bränsleförbrukning också stor. Plöjning är en av de mest energikrävande bearbetningsmetoderna som kan förbruka upp till 30 liter bränsle per hektar. Också djupet på plöjningen är av stor betydelse. Djupare plöjningsdjup gör att traktorn har mera motstånd än vid grundare plöjningsdjup. Undersökningar visar att genom att plöja en centimeter grundare kan man beroende på jordart minska på bränsleförbrukningen med mellan 0,5-1,5 liter per hektar.

En korrekt inställning av plogen är av stor betydelse. En dåligt inställd plog kan öka bränsleförbrukningen med över 20 procent och det kan även leda till extra slitage på plog och traktor. Vid rätt inställning av plogen skall första plogkroppen vara inställd med samma bredd som övriga kroppar. Toppstången ska vara parallell med traktorn och plogen skall ligga parallellt med markytan så att plogens åsar går 90 grader i förhållande till markytan.

Vid plöjningsfri odling ersätts plogen vanligen med en kultivator eller tallriksarv som inte når lika djupt och som lämnar växtrester



Bild: Fredrik Ek

Här har man kopplat gödselvagnen bakom en onödigt stor traktor.

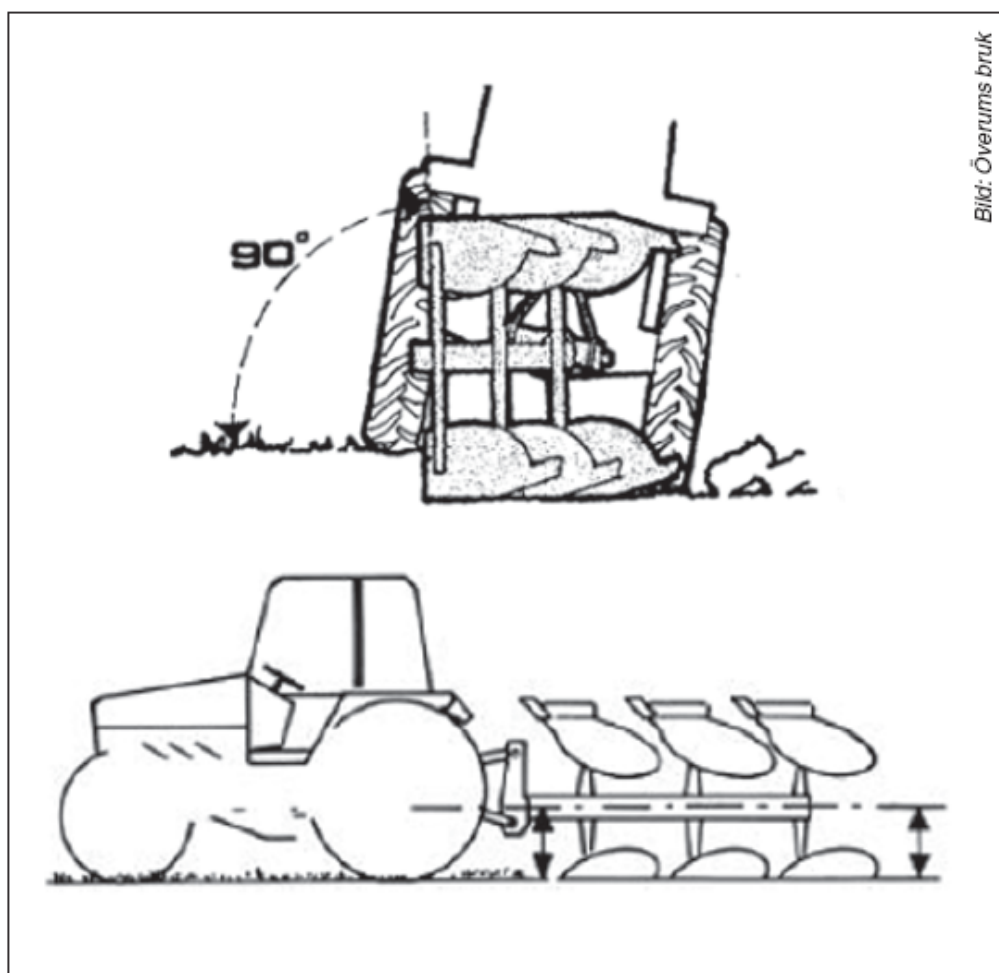


Bild: Överums bruk

En riktig grundinställning av plogen är viktigt.

på ytan. Fördelar med plöjningsfri odling är att den är billigare och mera bränslesnål, ger större arbetsbredd på mindre tid, minskar läckaget av näringsämnen från jordbruket, inte bildar någon plogsula och ökar mullhalten i matjordens övre del och minskar därmed risken för skorpbildning. Nackdelarna är att växterna som blir kvar i ytan sprider sjukdomar varvid man måste

öka användningen av bekämpningsmedel och att metoden fungerar inte på alla jordarter.

Direktsådd sparar bränsle

Vid direktsådd sår man i en obearbetad jord, vilket ger mindre traktorarbete och mindre dieselförbrukning. En annan fördel med direktsådd är att den minskar risken för erosion och

utlakning av näringsämnen till vattendrag. Utlakningen av fosfor ökar dock med direktsådd.

Enligt försök gjorda av Arbetseffektivitetsföreningen kan man genom direktsådd uppnå 70-80 % inbesparingar i bränsle jämfört med konventionella odlingssystem. Per odlad hektar kan inbesparingen vara t.o.m. 38 liter bränsle. På en gård

Bränsleförbrukningen vid olika odlingsmetoder (odling av korn)

| Arbetssteg | Arbets- timmar/ha | Förbrukning (l/h) | Förbrukning (l/ha) |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Konventionell bearbetning | | | |
| Plöjning (4 skär) | 1,5 | 15 | 22,5 |
| Harvning 6 m * 2 | 0,8 | 15 | 12 |
| Sådd 3m | 1 | 12 | 12 |
| Transport | 0,2 | 5 | 1 |
| Totalt | 3,5 | | 47,5 |
| Lätt bearbetning | | | |
| Tallriksharvning 3 m | 0,66 | 15 | 10 |
| Harvning *1 | 0,4 | 15 | 6 |
| Sådd 3m | 1 | 12 | 12 |
| Transport | 0,2 | 5 | 1 |
| Totalt | 2,26 | | 29 |
| Direktsådd | | | |
| Direktsådd | 1 | 12 | 12 |
| Sprutning | 0,2 | 5 | 1 |
| Transport | 0,1 | 5 | 0,5 |
| Totalt | 1,3 | | 13,5 |

Källa: Motiva

som odlar 100 ha betyder det med ett bränslepris på 60 cent/liter en inbesparing på över 2 200 €.

En omställning till ett mindre traktorintensivt odlingsystem eller ett byte av traktordrift till eldrift vid utfodring av djur är åtgärder som sparar betydande mängder trak-

torbränsle. Det här är mer omfattande åtgärder som påverkar mycket annat än enbart bränsleförbrukningen och som därför inte alltid enkelt låter sig göras. Redan genom enkla åtgärder som undvikande av tomgångskörning, användande av motorvärmare och regelbunden traktorservice kan

man spara en del bränsle. Redan det att man börjar föra bok över tankade liter bränsle per maskin och fäster uppmärksamhet vid förbrukningen samt val av lämpliga maskinkombinationer brukar leda till att den årliga förbrukningen av traktorbränsle minskar märkbart.

Lähde: LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT
[LIPASTO pääsivu](#)

[Työkoneet](#)

Työkoneiden keskimääräinen päästö ja energiankulutus tehonkäyttöä kohden Suomessa vuonna 2008

| Dieselikäyttöiset ajettavat työkoneet | Keskimäär. nimellisteho [kW] | Keskimäär. kuormitusaste | Työkoneiden yksikköpäästöt [g/kWh] | | | | | | | | | | | Polttoaineen kulutus [g/kWh] | Energian kulutus [MJ/kWh] |
|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------|-----|------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----|----|------------------------------|---------------------------|
| | | | CO | NMHC | NOx | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ | CO ₂ skv. | | | | |
| Nosturit | 99 | 0,26 | 2,6 | 1,0 | 8,0 | 0,43 | 0,044 | 0,022 | 0,0051 | 80,4 | 812 | 255 | 11 | | |
| Muut trukit, diesel | 33 | 0,30 | 4,4 | 1,8 | 8,1 | 0,84 | 0,047 | 0,022 | 0,0056 | 87,6 | 884 | 278 | 12 | | |
| Haarukkatrukut, diesel | 88 | 0,30 | 2,5 | 0,89 | 7,6 | 0,40 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,3 | 811 | 255 | 11 | | |
| Puskutraktorit | 112 | 0,40 | 2,9 | 1,2 | 9 | 0,58 | 0,042 | 0,022 | 0,0050 | 79,4 | 801 | 252 | 11 | | |
| Tiehöylät | 149 | 0,37 | 2,4 | 0,90 | 8,2 | 0,44 | 0,042 | 0,022 | 0,0050 | 78,7 | 794 | 250 | 11 | | |
| Jyrit | 45 | 0,30 | 3,6 | 1,4 | 8 | 0,64 | 0,044 | 0,022 | 0,0053 | 84,2 | 849 | 267 | 11 | | |
| Pyöräkuormaajat | 94 | 0,33 | 2,6 | 1,0 | 7,7 | 0,44 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,6 | 814 | 256 | 11 | | |
| Traktorikaivurit | 74 | 0,33 | 2,9 | 1,1 | 8,4 | 0,50 | 0,043 | 0,022 | 0,0052 | 81,2 | 820 | 258 | 11 | | |
| Minikaivurit | 22 | 0,40 | 3,3 | 1,1 | 6,8 | 0,52 | 0,046 | 0,021 | 0,0054 | 85,0 | 857 | 270 | 12 | | |
| Kaivukoneet, tela-alustaiset | 104 | 0,31 | 2,1 | 0,68 | 6,6 | 0,30 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,2 | 810 | 255 | 11 | | |
| Kaivukoneet, pyöräalustaiset | 88 | 0,32 | 2,4 | 0,82 | 7,1 | 0,36 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,8 | 815 | 257 | 11 | | |
| Maatalustraktorit | 71 | 0,30 | 2,6 | 0,9 | 7,5 | 0,38 | 0,045 | 0,022 | 0,0051 | 80,8 | 816 | 257 | 11 | | |
| Teollisuustraktorit | 59 | 0,27 | 2,9 | 1,1 | 7,8 | 0,46 | 0,044 | 0,022 | 0,0052 | 81,1 | 819 | 258 | 11 | | |
| Kunnossapitotraktorit | 58 | 0,27 | 2,4 | 0,73 | 6,7 | 0,30 | 0,046 | 0,022 | 0,0052 | 81,5 | 823 | 259 | 11 | | |
| Muut traktorit | 53 | 0,26 | 4,6 | 2,0 | 12 | 0,94 | 0,041 | 0,022 | 0,0051 | 80,8 | 815 | 257 | 11 | | |
| Leikkuuimurit | 84 | 0,57 | 2,6 | 1,0 | 7,7 | 0,43 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,8 | 815 | 257 | 11 | | |
| Hakkuukoneet (Moto) | 125 | 0,41 | 1,6 | 0,33 | 4,2 | 0,09 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 79,7 | 805 | 253 | 11 | | |
| Meisäturktorit | 105 | 0,30 | 1,6 | 0,35 | 4,7 | 0,14 | 0,044 | 0,021 | 0,0051 | 80,5 | 813 | 256 | 11 | | |
| Dumpperit | 153 | 0,30 | 2,3 | 0,83 | 7,9 | 0,40 | 0,043 | 0,022 | 0,0050 | 78,7 | 794 | 250 | 11 | | |
| Monitoimikoneet | 50 | 0,25 | 2,4 | 0,76 | 6,4 | 0,33 | 0,045 | 0,021 | 0,0052 | 82,3 | 830 | 261 | 11 | | |
| Teleskooppikurottajat | 78 | 0,28 | 2,1 | 0,62 | 6,1 | 0,27 | 0,044 | 0,021 | 0,0052 | 81,2 | 820 | 258 | 11 | | |
| Ajoruhonleikkurit, diesel | 12 | 0,30 | 4,8 | 2,3 | 10 | 1,0 | 0,045 | 0,021 | 0,0054 | 85,3 | 861 | 271 | 12 | | |
| Muut ajettavat dieselyökoneet | 89 | 0,36 | 2,1 | 0,66 | 6,2 | 0,28 | 0,046 | 0,022 | 0,0051 | 80,8 | 816 | 257 | 11 | | |

Luvut on määritetty tyypilliselle koneelle kussakin työkoneluokassa hyödynnäen keskimääräistä ikää ja tehonkäyttöä.

Päästöjen laskeminen: [nimellisteho, kW] x [kuormitusaste] x [käyttöaika, h] x [päästökerroin, g/kWh]

Erot uusien ja vanhojen laitteiden päästöissä voivat olla merkittäviä, tietoa EU:n päästörajoista eri-ikäisille laitteille löytyy ohjeisesta linkistä:

[DieselNet](#)

CO = hiilimonoksidi, NMHC = hiilivedyt (polsiukien metaani CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = pakokaasujen kokonaishiukkasmäärä, CH₄ = metaani, N₂O = typpoksiduuli,

SO₂ = rikkioksidi, CO₂skv. = hiilidioksidiekvivalentti, MJ = megajoule

Dieselpolttoaineen ominaisuuksia: tiheys = 845 kg/m³ ja tehollinen lämpöarvo = 43 MJ/kg

13.3.2011

Last updated

By Karri Makela, VTT

Email: etunimi.sukunimi@vtt.fi

Lähde: LIPASTO -laskentajärjestelmä, VTT
[LIPASTO pääsivu](#)

[Työkoneet](#)

Työkoneiden keskimääräinen päästö polttoainelitraa kohden Suomessa vuonna 2008

| Dieselikäyttöiset ajettavat työkoneet | Keskimäär. nimellisteho [kW] | Työkoneiden yksikköpäästöt [g/l] | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----|------|-----|------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| | | Keskimäär. kuormitusaste | CO | NMHC | NOx | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ | CO ₂ ekv. |
| Nosturit | 99 | 0,26 | 8,5 | 3,2 | 26 | 1,4 | 0,14 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Muut trukit, diesel | 33 | 0,30 | 13 | 5,4 | 25 | 2,5 | 0,14 | 0,065 | 0,017 | 2660 | 2683 |
| Haarukkatrukit, diesel | 88 | 0,30 | 8,3 | 2,9 | 25 | 1,3 | 0,14 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Puskutraktorit | 112 | 0,40 | 10 | 4,0 | 31 | 1,9 | 0,14 | 0,072 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Tiehöylät | 149 | 0,37 | 8,1 | 3,0 | 28 | 1,5 | 0,14 | 0,073 | 0,017 | 2660 | 2686 |
| Jyivät | 45 | 0,30 | 11 | 4,4 | 25 | 2,0 | 0,14 | 0,068 | 0,017 | 2660 | 2684 |
| Pyöräkuormaajat | 94 | 0,33 | 8,6 | 3,2 | 25 | 1,5 | 0,14 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Traktorikaivurit | 74 | 0,33 | 9,5 | 3,7 | 27 | 1,7 | 0,14 | 0,070 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Minikaivurit | 22 | 0,40 | 10 | 3,6 | 21 | 1,6 | 0,14 | 0,067 | 0,017 | 2660 | 2684 |
| Kaivukoneet, tela-alustaiset | 104 | 0,31 | 7,0 | 2,2 | 22 | 1,0 | 0,15 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Kaivukoneet, pyöräalustaiset | 88 | 0,32 | 7,8 | 2,7 | 23 | 1,2 | 0,14 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Maataloustraktorit | 71 | 0,30 | 8,5 | 2,9 | 25 | 1,3 | 0,15 | 0,072 | 0,017 | 2660 | 2686 |
| Teollisuustraktorit | 59 | 0,27 | 10 | 3,6 | 26 | 1,5 | 0,15 | 0,072 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Kunnossapitotraktorit | 58 | 0,27 | 7,7 | 2,4 | 22 | 1,0 | 0,15 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Muut traktorit | 53 | 0,26 | 15 | 6,7 | 40 | 3,1 | 0,14 | 0,073 | 0,017 | 2660 | 2686 |
| Leikkuupuimurit | 84 | 0,57 | 8,6 | 3,2 | 25 | 1,4 | 0,14 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Hakkuukoneet (Moto) | 125 | 0,41 | 5,2 | 1,1 | 14 | 0,31 | 0,15 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Metsätraktorit | 105 | 0,30 | 5,3 | 1,2 | 16 | 0,47 | 0,15 | 0,071 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Dumpperit | 153 | 0,30 | 7,8 | 2,8 | 27 | 1,4 | 0,14 | 0,073 | 0,017 | 2660 | 2686 |
| Monitoimikoneet | 50 | 0,25 | 7,7 | 2,5 | 21 | 1,1 | 0,15 | 0,069 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Teleskooppikurrottajat | 78 | 0,28 | 6,7 | 2,0 | 20 | 0,87 | 0,14 | 0,070 | 0,017 | 2660 | 2685 |
| Ajoruhonleikkurit, diesel | 12 | 0,30 | 15 | 7,2 | 30 | 3,1 | 0,14 | 0,067 | 0,017 | 2660 | 2684 |
| Muut ajettavat dieselyökoneet | 89 | 0,36 | 7,1 | 2,2 | 20 | 0,9 | 0,15 | 0,072 | 0,017 | 2660 | 2686 |

Luvut on määritetty käyttötehon ja työkoneen iän puolesta keskimääräiselle tyyppiesimerkille Suomessa.

Päästöjen laskeminen: [polttoaineen kulutus, l] x [päästökertoin, g/l]

Erot uusien ja vanhojen laitteiden päästöissä voivat olla merkittäviä, tietoa EU:n päästörajoista eri-ikäisille laitteille löytyy oheisesta linkistä:

[DieselNet](#)

CO = hiilimonoksidi, NMHC = hiilivedyt (poisluokien metaani CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = pakokaasujen kokonaishiukkasmäärä, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli, SO₂ = rikkidioksidi, CO₂ = hiilidioksidi, CO₂ekv. = hiilidioksidiekvivalentti, MJ = megajoule

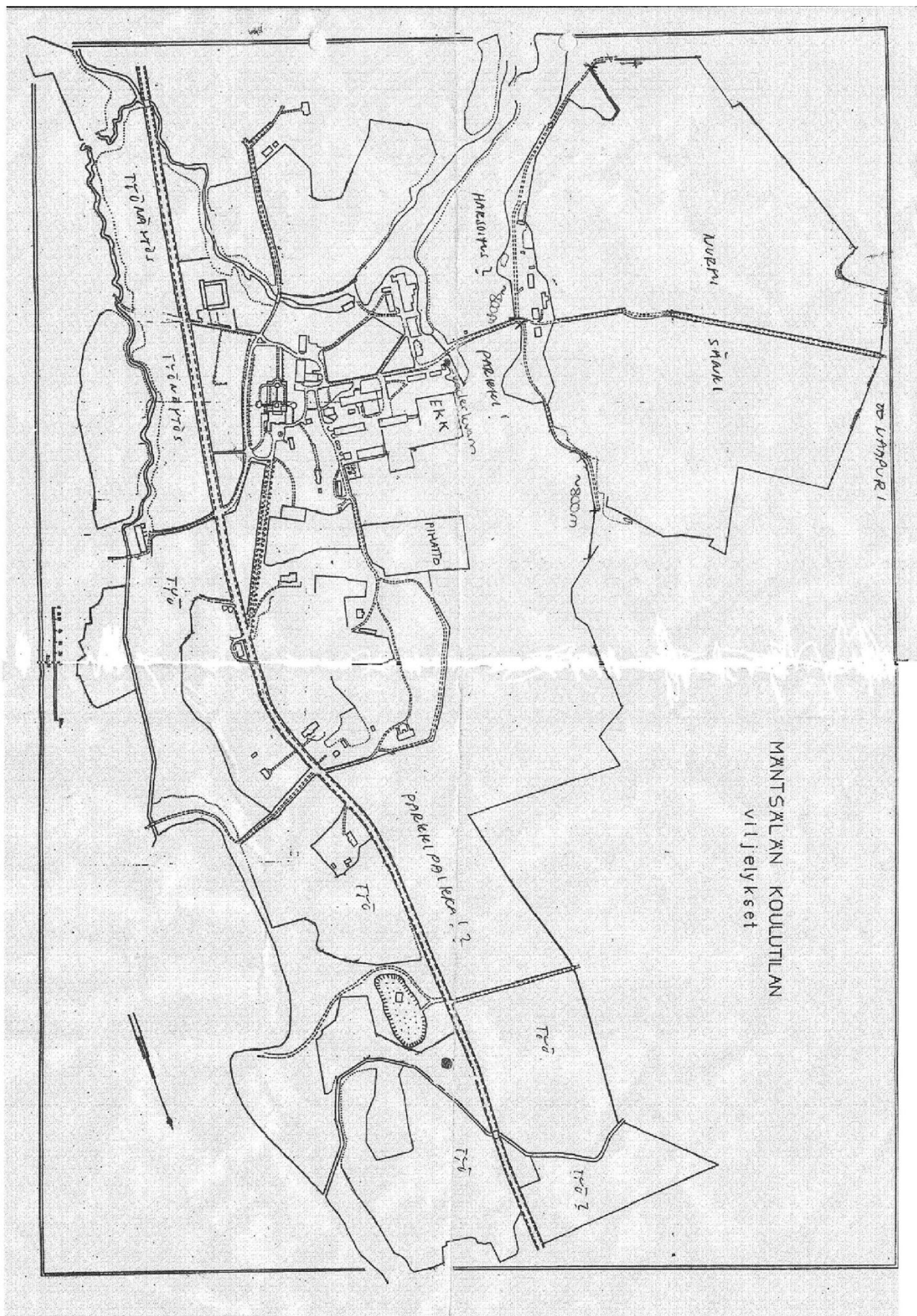
Dieselpolttoaineen ominaisuuksia: tiheys = 845 kg/m³ ja tehollinen lämpöarvo = 43 MJ/kg

13.3.2011 Last updated

By Kari Mäkelä, VTT Email:

etunimi.sukunimi@vt.fi

BILAGA 4 Karta



**BILAGA 5 Följebrev /
Saatekirje**

Anna Snellman

7.2.2011

SPARSAM TRAKTORKÖRNING/ POLTTOAINETTA SÄÄSTÄVÄ AJO TRAKTORILLA

Bästa deltagare,

Vi tackar er för ert deltagande i evenemanget ”Sparsam traktorkörning” under FM i plöjning i Mäntsälä, roligt att vi fick många deltagare! Vi ber om ursäkt för att resultaten har dröjt, men bättre sent än aldrig.

I det här följebrevet kan ni läsa resultaten från de tre uppgifterna man fick prova på, dvs. plöjningsuppgiften, ballastningen och deciliterkörningen. I tabellen nedan har alla deltagare fått ett eget nummer för att man skall kunna se hur man kört i förhållande till resten av deltagarna. De som körde mest ekonomiskt presenterades redan i mejlet vid namn. Resultaten används också i mitt ingenjörsarbete som görs för min utbildning inom miljöteknik. Inga namn kommer att nämnas där.

Hyvä osallistuja,

Haluamme kiittää osallistumisestanne tempaukseen ”Polttoainetta säästävä ajo traktorilla” Mäntsälän SM kynnöissä. Saatiin aivan kiitettävästi osallistujia! Valitamme, että on kestänyt kauan ennen kuin tulokset tulevat, mutta parempi nyt kuin ei koskaan.

Tässä saatekirjeessä ovat kolmen eri ajotehtävän tulokset esitelty, siis kyntötehtävä, paalien siirto ja desilitralla ajo. Kaikki osallistujat ovat saaneet oman numeronsa. Tämän avulla pystyy tarkistamaan miten itse on sijoittunut muihin osallistujiin nähden. Ne ketkä kaikkein taloudellisimmin ajoivat, ovat esitelty nimellä jo sähköpostiviestissä. Tuloksia käytetään myös insinöörityössäni, insinöörityössä mitään nimiä ei mainita. Opiskelen ympäristötekniikan insinööriksi.

| Nummer/Numero | Namn/Nimi | Nummer/Numero | Namn/Nimi |
|---------------|-----------|---------------|-----------|
| 1 | | 14 | |
| 2 | | 15 | |
| 3 | | 16 | |
| 4 | | 17 | |
| 5 | | 18 | |
| 6 | | 19 | |
| 7 | | 20 | |
| 8 | | 21 | |
| 9 | | 22 | |
| 10 | | 23 | |
| 11 | | 24 | |
| 12 | | 25 | |
| 13 | | 26 | |

Resultat / Tulokset

Ballastning:

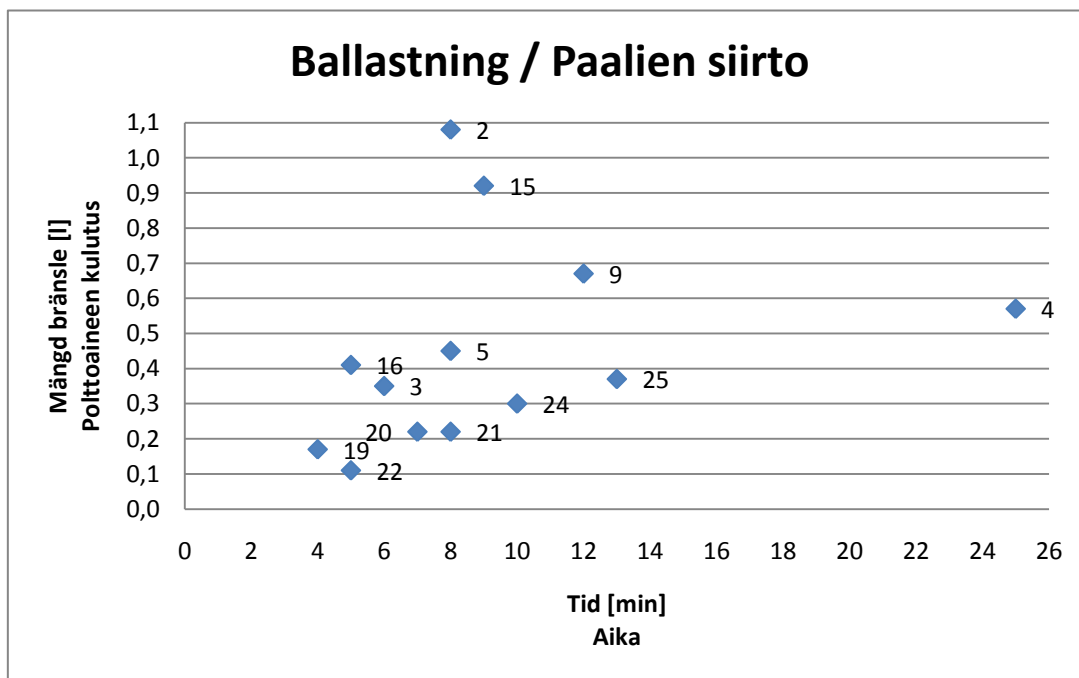
I den här uppgiften deltog 13 personer. I plot-diagrammet redovisas resultaten med tiden i minuter på x-axeln och förbrukningen i liter på y-axeln. Prickarna är alltså de 13 personernas olika resultat. Här körde person nummer 22 mest ekonomiskt med en tid på 5 minuter och en förbrukning på strax över 0,1 liter.

De två mätvärden som har gett störst förbrukning innehåller ett mätfel på grund av en luftbubbla i tanken. Båda resultaten kommer från den första körningen för dagen, alltså en körning efter att traktorn flyttats flera hundra meter och tanken därför fylld på mer än vid de övriga körningarna. I något skrymsle i tanken har en luftbubbla blivit kvar och förorsakat felet. Vid de två första körningarna för dagen var motorn dessutom kall.

Paalien siirto

Tähän tehtävään osallistui 13 henkilöä. Plot-kuvaajassa tulokset ovat esitelty. Aika on x-akselilla ja polttoaineen kulutus y-akselilla. Pisteet ovat siis eri osallistujien tulokset. Tässä tehtävässä henkilö 22 ajoi kaikkein taloudellisimmin, kulutus oli hieman yli desilitra ja aikaa tehtävään suorittamiseen kului 5 minuuttia.

Kaksi suurinta kulutusmittausta sisältävät mittavirheen minkä on aiheuttanut ilmakupla traktorin tankissa. Molemmat ovat ensimmäisiä ajoja päivältä, siis ajo mitä on tehty sen jälkeen kuin traktorilla on ajettu useita satoja metrejä siirtoajoa. Tämän takia tankki on ollut tavanomaista tyhjempi ja tankkia täyttäessä johonkin koloon on jäänyt ilmaa. Päivän ensimmäinen ajo on lisäksi tehty kylmällä moottorilla.

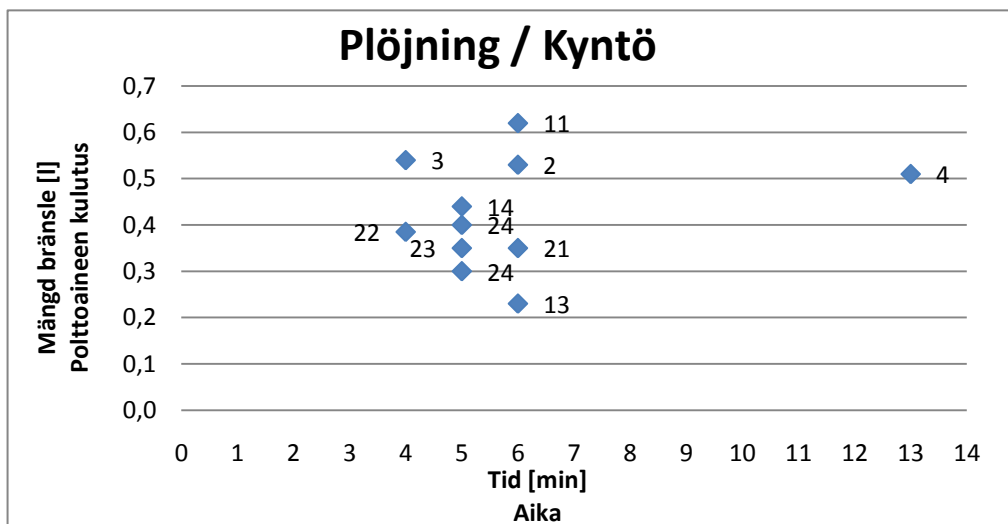


Plöjning:

I plöjningen deltog 11 personer. I plot-diagrammet redovisas resultaten med tiden i minuter för plöjningen på x-axeln och förbrukningen i liter på y-axeln. Prickarna är alltså de 11 personernas olika resultat. Här körde person nummer 13 mest ekonomiskt med en tid på 6 minuter och en bränsleförbrukning på strax över 0,2 liter. Vid plöjningen gäller det att komma ihåg att längden på den körda sträckan minskade en aning för varje körning. Dessutom saknades stoppare på djupreglaget vilket i sin tur ledde till att plöjningsdjupet i praktiken kom att variera en del.

Kyntö:

Kyntötehtävään osallistuvivat 11 henkilöä. Plot-kuvaajassa tulokset esitellään siten että, aika minuuteissa on x- akselilla ja kulutus litroissa y-akselilla. Pisteet ovat siis 11 eri henkilön tuloksia. Tässä tehtävässä henkilö numero 13 ajoi kaikkein taloudellisimmin. Aikaa kului 6 minuuttia ja polttoainetta juuri vähän yli 0,2 litraa. Näiden tulosten kohdalla on syytä muistaa, että ajetun lenkin pituus hieman lyheni jokaisen ajon jälkeen. Lisäksi syvyysäädössä ei ollut rajoitinta, minkä takia kyntösyvyys käytännössä jonkin verran vaihteli kerrasta toiseen.



Deciliterkörning:

I deciliterkörningen deltog hela 22 personer. Den här uppgiften var lättast att få folk att prova på. I diagrammet nedan visas alla 22 deltagares resultat, några av deltagarna har flera resultat. Sträckan anges på y-axeln och personens nummer finns på x-axeln. Den som körde längst var person nummer 13 med hela 375 meter.

Desilitralla ajo:

Desilitralla ajo –tehtävään osallistuivat 22 henkilöä, ja tästä tuli koko tempauksen suosituin osa. Alla olevassa kuvaajassa kaikkien 22 osallistujien tulokset ovat esitelty. Ajettu matka on y-akselilla ja henkilön numero on x-akselilla. Kaikkein pisimmän matkan ajoi henkilö 13 joka pääsi peräti 375 metriä desilitralla.

