

Åtgärder för att minska bränsleförbrukningen vid kranarbete

Björn Löfgren & Torbjörn Brunberg

Omslag:

Illustratör/Foto:

SkogForsk– Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien *Arbetsrapport* dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Syfte	4
Genomförande.....	4
Maskin och förare.....	4
Bestånd och sortiment.....	4
Resultat.....	5
Bränsleförbrukning	5
Bränsleförbrukning per m ³ fub	5
Normerad tidsåtgång och bränsleförbrukning	6
Ekonomisk analys.....	7
Energibehov	7
Diskussion.....	7
Studieresultaten	7
Tidsåtgång	7
Bränsleförbrukning för körning.....	8
Bränsleförbrukning över transportavståndet.....	8
ECO-MATE.....	8
Erfarenheter från andra skogsbolag	9
AssiDomän.....	9
Korsnäs.....	9
SCA.....	9
STORA.....	9
Sydved.....	10
Bränslebesparing.....	10
 Bilaga 1 Valmet Tekniska data.....	 11

Sammanfattning

Att minska förbrukningen av bränsle blir allt viktigare, dels för att kostnaderna för bränslet ökar och dels för att minska emissionerna. Alla åtgärder som kan minska bränsleförbrukningen är välkomna. Eftersom nästan allt drivs hydrauliskt på skogsmaskiner är det framför allt hydraulsystemet som skall åtgärdas.

Lars Bruun har utvecklat ett system, kallat ECO-MATE, som minskar energibehovet vid krankörning. Enligt Lars Bruun skall man kunna minska bränsleförbrukningen ca 30 % med hjälp av ECO-MATE. I syfte att utvärdera ECO-MATE har vi studerat en skotare Valmet 890. Vi mätte bränsleförbrukningen under normal produktion före ombyggnaden och med syfte att göra likadant efter ombyggnaden. Nu fungerade inte ECO-MATE som det var tänkt och därför kunde vi inte mäta bränsleförbrukningen efter ombyggnaden. ECO-MATE systemet upplevs inte färdigutvecklat än.

En ekonomisk kalkyl visar att man inte tjänar in investeringen på ECO-MATE då energibesparingen inte är tillräckligt stor.

På en skotare svarar kranen för ca 40 % och körning för ca 60 % av bränsleförbrukningen. På en skördare svarar kranen vid fällning och upparbetning för endast 10–20 % och engreppsaggregatet för 80–90 % av bränsleförbrukningen. Den största potentialen att minska bränsleförbrukningen finns därför i att effektivisera drivlinan och engreppsaggregatet.

Bakgrund

I skogsbruket är man väl medveten om att det finns förluster i skogsmaskinernas hydraulsystem i form av tryckfall i slangar och ventiler, men också att det går åt en hel del energi till att lyfta och sänka enbart kranarmarna. Skogsbruket efterlyser därför åtgärder som kan minska energiförbrukningen och därmed bränsleförbrukningen. Skogsbruket efterlyser också studier som visar hur stor minskningen av bränsleförbrukningen kan bli med olika tekniska lösningar.

Lars Bruun har utvecklat ett hydrauliskt energisparande system, ECO-MATE, för att minska bränsleförbrukningen på skogsmaskiner. Bruun hävdar att man med ett sådant system skall kunna spara upp till 30–40 % på bränsleförbrukningen. Med ECO-MATE minskas förlusterna i hydrauliken genom att man avlastar kranarmen och gripens tyngd från det direkta hydraulsystemet. Detta sker i princip genom att låta kranarmarna bäras av ett separat system där lägesenergin i delarna tas till vara i ackumulatorer.

I ett ECO-MATE system för en skotare inför man en extra hjälpcylinder och ackumulator på lyftarmen, en ny cylinder på vipparmen och en ackumulator på utskjutet. Man inför även en dubbelverkande hydraulfunktion på lyftarmen och en enkelverkande funktion på utskjutet. Med ECO-MATE hävdar Lars Bruun att man kan sänka effektbehovet från ca 33 kW (45 hk) till mindre än 11 kW (15hk).

Syfte

Syftet med studien var att, genom jämförande mätningar av bränsleförbrukningen under normal produktion, försöka svara på frågan om och hur mycket man förväntas minska bränsleförbrukningen genom att införa ett ECO-MATE system på en skotare.

Genomförande

Intentionerna vid planeringen av försöket var att en studie skulle göras före monteringen av ECO-MATE systemet och en studie efter. På grund av tekniska problem med ECO-MATE systemet blev endast studien av standardmaskinen utförd.

Geografiskt sett så genomfördes studien i närheten av Naggen på gränsen mellan Hälsingland och Medelpad. Tidsmässigt gjordes arbetet 3:e och 4:e veckan i oktober, vid en temperatur om några plusgrader.

Maskin och förare

Den maskin som deltog i försöket var en relativt nyinköpt Valmet 890, 8 hjul och med en lastarea på 5.8 m² (se bilaga 1.). Vid studietillfället hade den använts ca 600 timmar. Förare under studien var Kenneth Bäckström, som har mångårig vana från skotningsarbete.

Bestånd och sortiment

Det bestånd i vilket studien gjordes var en del av ett större bestånd inom vilket ordinarie avverkning utfördes.

Avverkningen gjordes på normalt sätt och virket lades upp i sortimenten grovtimmer, klentimmer, granmassaved, tallmassaved och björkmassaved. För att inte splittra sönder skotningen i alltför små sortiment slogs timret ihop till ett sortiment, liksom barrmassaveden. Björkmassaveden lämnades utanför skotningsstudien. I tabell 1 framgår några data om det studerade beståndet.

Tabell 1.
Karaktäristika hos det studerade beståndet.

Medelstam, m ³ fub	0,14
Ytans volym, m ³ fub	122,5
Areal, ha	0,63
Uttag, m ³ fub/ha	194
Volymfördelning (Tall, Gran)	75, 25
Massavedsandel, %	32
Ytstrukturklass	2
Lutningsklass	1
Terrängtransportavstånd, m	330–470

Som framgår av tabellen var beståndet relativt klen, med en stor andel tall. De angivna terrängförhållandena beskriver relativt väl även förutsättningarna vid terrängtransporten.

Resultat

Själva studien av skotaren gjordes vid två tillfällen eftersom bränslemätningens utrustningen gick sönder och krävde reparation. Totalt skotades 8 st lass, varav 7 ingår i redovisningen av bränsleförbrukningen. Skälet till att ett lass utelämnats är att mätutrustningen gick sönder samt att maskinen inte var uppvärmd.

Bränsleförbrukning

Vid utformningen av studien delades skotningsarbetet upp i moment på ett sådant sätt att det skulle vara möjligt att sortera ut kranarbetet från det övriga arbetet. Indelningen framgår av tabell 2.

Tabell 2.
Bränsleförbrukning per moment enligt studie.

	Liter/h
Tomkörning	11,2
Lastning	5,8
Körning under lastning	7,8
Lastkörning	11,6
Lossning	6,5
Avläggskörning	11,4
Störning	2,4

Som framgår av tabellen är bränsleförbrukningen relativt låg vid kranarbetet i förhållande till körningen.

Bränsleförbrukning per m³fub

För att kunna uttrycka bränsleförbrukningen per m³fub krävs kännedom om den tid som åtgick för skotningsarbetet. I tabell 3 återges denna liksom en beräkning av bränsleförbrukningen uttryckt i liter/m³fub.

Tabell 3.
Tidsåtgång och bränsleförbrukning per m³fub.

	Min /m ³ fub	Liter/m ³ fub
Tomkörning	0,47	0,088
Lastning	1,14	0,110
Körning under lastning	0,37	0,048
Lastkörning	0,58	0,112
Lossning	0,34	0,037
Avläggskörning	0,12	0,023
Störning	0,46	0,018
Summa	3,48	0,436

Normerad tidsåtgång och bränsleförbrukning

I förhållande till normal skotning är den uppmätta tidsåtgången för körning och störning något hög. I det förra fallet beror det på att köravståndet var ca 390 meter och i det senare på att i den uppmätta störningstiden ingår tid som orsakats av studien.

Korrigeras körningen till ett avstånd om 300 meter och störningstiden till att motsvara 8 % ökning av G₀-tiden erhålls den tidsåtgång och bränsleförbrukning som redovisas i tabell 4.

Tabell 4.
Normerad tidsåtgång och bränsleförbrukning.

	Min/m ³ fub	Andel, %	Liter/m ³ fub	Andel, %
Tomkörning	0,34	11	0,064	17
Lastning	1,14	38	0,110	29
Körning under lastning	0,37	13	0,048	13
Lastkörning	0,44	15	0,085	23
Lossning	0,34	12	0,037	10
Avläggskörning	0,12	4	0,023	6
Störning	0,22	7	0,009	2
Summa	2,97	100	0,376	100

Summeras bränsleförbrukningen för kranarbetet och sätts i relation till den totala bränsleförbrukningen utgör denna del 39 %. Utifrån tabell 2 och tabell 4 är det möjligt att beräkna den normerade bränsleförbrukningen, vilken blev 7,6 liter/h.

Ekonomisk analys

En fullständig inbyggnad av ECO-MATE på en Valmet 890 kostar 107 000 kr. För att få en uppfattning vad denna investering innebär på timpriset för skotaren har vi gjort en kalkyl med hjälp av SkogForsk kalkylprogram. Vi har räknat med följande förutsättningar:

Investering:	107 000 kr
Restvärde:	0 kr
Avskrivningstid:	5 år
Service och rep/år:	7 000 kr
Ränta:	7,5 %
Utnyttjad tid per år:	2 500 timmar

Timkostnaden ökar med dessa förutsättningar ca 20 kr/h. För att tjäna in investeringen av ett ECO-MATE system krävs därför att man sparar 4,65 liter/h vid ett dieselpolis på 4,30 kr/liter. Den studerade Valmet 890 förbrukade 7,6 liter/G₁₅-h av vilka kranen endast förbrukade 40 % av bränslet (3,0 liter/h), vilket innebär att man måste spara bränsle även på körningen för tjäna in investeringen.

Energibehov

Ett ECO-MATE system riktar in sin energibesparing på själva kranen för både skotare och skördare. När det gäller skotarna har studien på Valmet 890 visat att ca 40 % av energiförbrukningen ligger på kranen och ca 60 % på körningen. På en skördare visar studier att vid fällning och upp-
arbetning av ett träd går ca 80–90 % av energin åt till aggregatet och endast 10–20 % till kranen.

Diskussion

På grund av anledningar som redovisats kunde inte studien genomföras helt som planerat. Resultaten visar ändå på potentialen att minska bränsleförbrukningen för olika funktioner vid skotningsarbete och är därför ändå intressanta.

Studieresultaten

Tidsåtgång

Som nämndes inledningsvis så sorterade skördaren virket på fler sortiment än vad skotaren gjorde. Tas hänsyn till detta så pekar de jämförelser som gjorts med befintliga normer mot att skotningen utfördes med en ganska normal tidsåtgång.

Bränsleförbrukning för körning

Som framgår av tabell 5 blev bränsleförbrukningen relativt lika för tomkörning och lastkörning uttryckt i liter per timme. Körhastigheten hos arbetsmomentet lastkörning blev dock lägre varför bränsleförbrukningen uttryckt i liter per mil blev högre än för tomkörning.

Tabell 5.
Bränsleförbrukning vid körning.

	Bränsle- förbrukning Liter/tim	Hastighet m/min	Bränsle- förbrukning Liter/mil
Tomkörning	11,2	57,7	32,4
Lastkörning	11,6	44,5	43,5

Bränsleförbrukning över transportavståndet

Som framgår av tabell 2 blev bränsleförbrukningen för körning högre än för övrigt arbete. En effekt av detta är att bränsleförbrukningen per timme ökar med ökande transportavstånd.

I den här studien var terrängen relativt lätt, varför sämre terräng kommer att förstärka både skillnaden hos förhållandet mellan körning och övrigt arbete samt sett över transportavståndet.

ECO-MATE

En fullständig inbyggnad av ett ECO-MATE system innebär åtgärder på sväng, lyftarm, vipparm och utskjut. På denna maskin åtgärdades endast lyft och utskjut. Enligt Bruun berodde det på att man inte fick vipparm och sväng att fungera på denna maskin.

Med ECO-MATE blev lyftfunktionen på den studerade maskinen mycket sämre medan funktionen för utskjutet fungerade som vanligt. Normalt fungerar kranen så att vid sänkning av lyftarmen så sjunker kranen av sin egen tyngd. Därför har man endast en enkelverkande slidfunktion på hydraulventilen för lyftarmen. Med ett ECO-MATE system balanserar man ut tyngden av kranen med hjälp av ett par cylindrar. Det innebär att man måste sätta dit en dubbelverkande slidfunktion på lyftarmen för att kunna sänka lyftarmen i alla lägen. Detta gjordes inte, vilket fick till följd att det gick mycket sakta att sänka lyftarmen. För att kunna sänka lyftarmen blev förarna ibland tvungna att tömma ackumulatörerna, vilket i sin tur innebar att man hade en mycket liten lyftkraft när virket skulle lyftas ifrån marken. Förarna upplevde det hela mycket negativt. Överhuvud taget upplevde förarna att kranen gick långsammare med ECO-MATE systemet inkopplat än normalt.

Erfarenheter från andra skogsbolag

AssiDomän

AssiDomän, Örebro förvaltning, har monterat ett ECO-MATE system på en Timberjack 1270. SkogForsk har i samband med engreppsskördarstudierna gjort en bränslemätning på denna maskin. Resultaten pekar på att man får en minskad bränsleförbrukning med ca 3 liter/h. Jämförelsen är gjord med en annan Timberjack 1270 under andra förhållanden och förare. Ingen jämförelse är gjord före och efter ombyggnad. Förarna har efter montering av ECO-MATE varit tvungen att ställa upp motorvarvtalet, ca 100–150 rpm, för att kunna klara av grövre skog, troligtvis med en ökad bränsleförbrukning som följd. AssiDomän har inte följt upp bränsleförbrukningen efter SkogForsks studie.

Korsnäs

Korsnäs, Gimo förvaltning, har monterat ett ECO-MATE system på en Skogsjan 465. Man är inte nöjd med systemet som medfört ömsom minskad, ömsom ökad bränsleförbrukning. Vid service har kranen rört sig fast ackumulatörerna varit tömda. Vid ett tillfälle fick man nästan in kranen i hytten varefter förarna ledsnade och kopplade förbi ECO-MATE systemet. Delarna sitter kvar på maskin. Enligt Lars Bruun är det fel på en ventil, som han skall åtgärda. Felet är dock fortfarande inte åtgärdat.

SCA

SCA, Medelpads förvaltning, har monterat ett ECO-MATE system på en Timberjack 870. I början fungerade systemet dåligt och efter ett par månader åtgärdades maskinen av Lars Bruun och för närvarande verkar det fungera. En minskad bränsleförbrukning på ca 1–2 liter/h har mätts upp. Några exakta uppgifter har man inte för tillfället. Förarna kör med samma varvtal som innan man monterade på ECO-MATE. Jämförelse kommer att göras med en annan Timberjack 870, Lycksele förvaltning. Jämförelsen kommer att halta lite då man jämför olika vana förare, skillnad i bestånd och terräng.

STORA

STORA har monterat ett ECO-MATE system på en Timberjack 1270. Förarna har blivit tvungen att ställa upp varvtalet för att kunna klara grövre skog. Man har inte noterat någon bränslebesparing. Systemet har inte heller fungerat tillfredsställande. Maskinen har flyttats till ett nytt förarlag som vill prova ECO-MATE systemet innan det monteras bort. En ny intrimning av ECO-MATE systemet gjordes vid lagbytet. Resultaten är inte kända från det nya laget.

Sydved

Sydved har monterat ett ECO-MATE system, hos en entreprenör, på en Timberjack 870. Studier visar på en förbrukning av 8,9 liter/h. En normal förbrukning räknar man ligger på 10–12 liter/h. Föraren bytte till en ny maskin. Valmet 911, efter ca ett halvt år från inköp. Man har ingen uppgift om hur det fungerar nu.

Bränslebesparing

Att minska förbrukningen av bränsle blir allt viktigare, dels för att kostnaderna för bränslet ökar och dels för att minska emissionerna. Alla åtgärder som kan minska bränsleförbrukningen är välkomna.

Utifrån ovanstående test och tidigare tester kan man konstatera att kranen inte är den enhet (funktion) som kräver mest energi. För skotaren gäller att det är vid körning som man har den största bränsleförbrukningen ca 60 % eller mer, beroende på köravstånd, ytstruktur och lutning. Kranen förbrukar ca 40 % av bränslet. På skördaren är det vid fällning och upparbetning själva engreppsaggregatet som förbrukar ca 80–90 % och kranen 10–20 % av bränslet. Utifrån ovanstående test kan man också notera att skotaren drar nästan lika mycket bränsle (liter/h) utan som med last. Det innebär att man har höga så kallade basförluster i mekaniken och hydrauliken som måste övervinnas vid tomgång och körning. Det är således viktigt att de stora insatserna på att minska bränsleförbrukningen bör inriktas på optimering av drivlinan (transmission, motor, växellådor) och optimering av engreppsaggregaten.

Man får givetvis inte glömma bort kranen, eftersom varje liter bränsle man kan spara är viktig, Bruuns idé att minska energibehovet på kranen är bra. Utifrån de försök som gjorts kan man konstatera att det är skillnad mellan teori och praktik. Det behövs mer tid för utveckla ECO-MATE systemet. Än är systemet inte färdigutvecklat. Med den prissättning och den uppmätta bränslebesparingen kan man inte tjäna in investeringen på ett ECO-MATE system.

Hydraulsystemen skiljer sig alltid något åt mellan tillverkare och maskinmodeller. Därför krävs att ECO-MATE anpassas till varje maskinmodell. Det innebär att man får ett antal varianter på ECO-MATE systemet. Det bästa vore om man kunde få liknande energisparsystem som ECO-MATE inbyggda redan från början hos maskintillverkarna.

Framgent är det angeläget att fortsätta FoU-arbetet med att utforma standardiserade och accepterade metoder att mäta och redovisa bränsleförbrukning på skogsmaskiner.

Valmet 890 Tekniska data